



В. Т. ВАСИЛЬЧЕНКО,  
А. Н. РУТМАН,  
Е. П. ЛУКЬЯНЕНКО

# **Справочник**

---

## **конструктора металлических конструкций**

2-е издание, переработанное и дополненное

Киев «Будивэльник» 1990

ЛиП  
сены  
иды  
внии  
над  
лен-  
рых  
про-  
щее  
ме-  
оот-  
умов  
тва,  
текс,  
рук-

целы  
гные  
техн-

ских  
зные  
ьное

Д —  
стей  
рож-

мен-  
ьвых  
рук-  
пра-  
иро-

ци-  
по-  
к на

ББК 38.54я2  
В19  
УДК 624.016.7

Библиотека основана в 1988 году  
Рецензенты: А. Я. Прицкер, В. М. Орлик  
Редакция литературы по строительным конструкциям, материалам и изделиям  
Зав. редакцией А. А. Петрова  
Редактор В. А. Кочан

В19 Васильченко В. Т. и др.  
Справочник конструктора металлических конструкций // В. Т. Васильченко, А. Н. Ругман, Е. П. Лукьяненко. — 2-е изд., перераб. и доп. — К.: Будивельник, 1990. — 312 с.: ил. — (Б-ка проектировщика).  
ISBN 5-7705-0167-7.

В книге (1-е изд. — 1980 г.) систематизированы нормативные данные по разработке чертежей строительных металлических конструкций на стадии КМД, конструированию основных элементов производственных зданий и сооружений, по расчету соединений, креплений грузов на открытом подвижном составе, данных по технологическому оборудованию заводов металлических конструкций.

Издание переработано и дополнено в соответствии с новыми нормативными документами.

Для специалистов проектных и строительных организаций, а также заводов металлоконструкций.

В 3305000000-006  
М203 (04)-90 77-90

ББК 38.54я2

ISBN 5-7705-0167-7

© Издательство «Будивельник», 1980  
© Васильченко В. Т. и др., 1990,  
с изменениями

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Со времени появления первого издания книги (1980 г.) вышел СНиП II-23-81\* «Стальные конструкции. Нормы проектирования», внесены изменения в действующие и утверждены новые ГОСТы на многие виды прокатных профилей, расширилось применение ЭВМ при решении задач конструирования металлических конструкций. В работе над вторым изданием авторы стремились сохранить основную направленность первого и поместить в нем материалы, использование которых при разработке рабочих чертежей КМ и КМД позволит повысить производительность труда конструкторов и их качество, обеспечивающее снижение расхода металла, стоимости изготовления и монтажа металлоконструкций, сокращение сроков строительства. Все это соответствует решениям XXVII съезда КПСС, последующих Пленумов ЦК КПСС по коренному изменению строительного производства, превращению его в единый промышленно-строительный комплекс, звенья которого (проектирование, изготовление и монтаж конструкций) взаимосвязаны и дополняют друг друга.

Справочник состоит из девяти разделов. В разделе I помещены основные сведения о сталях, применяемых в строительстве, расчетные сопротивления прокатной стали, данные о химическом составе и механических свойствах углеродистых и низколегированных сталей.

В разделе II приведены таблицы определения параметров плоских фигур, геометрические построения листовых конструкций, основные положения СНиП II-23-81\* по расчету конструкций на центральное растяжение и сжатие, изгиб, внецентренное сжатие.

В разделе III даны рекомендации по разработке чертежей КМД — их оформление, учет технологических и технических возможностей оборудования ЗМК, перевозки металлоконструкций железнодорожным транспортом.

В разделе IV содержатся материалы по конструированию элементов производственных зданий и сооружений (колонн, подкрановых балок, элементов покрытия, балочных клеток, трубчатых конструкций). В связи с тем, что на них разработаны типовые серии, в справочнике даны только краткие рекомендации по рабочему конструированию.

В разделе V рассмотрены листовые конструкции, развертки цилиндрических, конических, сферических, торовых и винтовых поверхностей; приведены программы расчета указанных разверток на микрокалькуляторах типа БЗ—34.

В разделах VI и VII освещены вопросы конструирования соединений металлических конструкций — сварных и болтовых, приведены их расчетные сопротивления, таблицы несущей способности сварных швов и болтов, другие материалы, необходимые при конструировании соединений.

В разделе VIII приведены нормалы — стыки элементов из прокатных профилей, ребра жесткости, детали крепления рельсов к подкрановым балкам и т. п.

В разделе IX содержится сортамент профилей.

В справочнике значения силы, напряжения и т. п. даны в СИ, в которой за единицу силы принят ньютон (Н). Для перевода сил из системы МКГСС в систему СИ можно с достаточной степенью точности принять: 1 кгс = 10 Н; 1 тс = 10 кН; 1 кгс/см<sup>2</sup> = 10 Н/см<sup>2</sup> и т. п.

В связи с заменой сталей по ГОСТ 380—71\*, ГОСТ 19281—73\*, ГОСТ 19282—73\* ТУ 14-1-3023-80 сталями по ГОСТ 27772—88 (см. Бюллетень строительной техники, № 12, 1989 г.) авторы обращают внимание читателей на табл. I.10 настоящего справочника.



### 1. 1. РАСЧЕТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРОКАТНОЙ СТАЛИ

Для различных видов напряженных состояний расчетные сопротивления прокатной стали определяют по формулам:

на растяжение, сжатие и изгиб по пределу текучести

$$R_y = R_{ym}/\gamma_m \quad (1.1)$$

по временному сопротивлению

$$R_u = R_{um}/\gamma_m \quad (1.2)$$

на сдвиг

$$R_s = 0,58R_{ym}/\gamma_m = 0,58R_y \quad (1.3)$$

на смятие торцевой поверхности (при наличии пригонки)

$$R_p = R_{up}/\gamma_m \quad (1.4)$$

на растяжение в направлении толщины проката (при толщине до 60 мм)

$$R_{th} = 0,5R_{um}/\gamma_m = 0,5R_u \quad (1.5)$$

В этих формулах коэффициент надежности по материалу  $\gamma_m$  принимается давным: 1,025 — для сталей по ГОСТ 27772—88 (кроме сталей С590, С590К), ТУ 14-1-3023—80 (для круга, квадрата, полосы), 1,05 — для сталей С590, С590К по ГОСТ 27772—88, ГОСТ 380—88 (для круга и квадрата с размерами, отсутствующими в ТУ 14-1-3023—80), ГОСТ 19281—73\* (для круга и квадрата с пределом текучести до 380 МПа с размерами, отсутствующими в ТУ 14-1-3023—80) ГОСТ 10705—80\*, ГОСТ 10706—76\*, ТУ 14-3-500-76, 1,1 — для сталей по ГОСТ 19281—73\* (для круга и квадрата с пределом текучести выше 380 МПа и размерами, отсутствующими в ТУ 14-1-3023—80), ГОСТ 8731—87, ТУ 14-3-567-76.

Марки сталей по ГОСТ 380—88, ГОСТ 19281—73\*, ГОСТ 19282—73\*, ГОСТ 14637—79, ТУ 14-1-3023-80, заменяемые сталями по ГОСТ 27772—88 «Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия», приведены в табл. I.10.

Расчетные сопротивления углеродистых и низколегированных сталей для различных видов напряженного состояния приведены в табл. I.1 и I.2; влияние компонентов на механические и технологические свойства стали прослеживается по табл. I.3 и I.4.

Продолжение табл. 1.2

| Марка стали             | ГОСТ или ТУ на сталь | Толщина проката, мм | Расчетные сопротивления, МПа |                   |       |          |
|-------------------------|----------------------|---------------------|------------------------------|-------------------|-------|----------|
|                         |                      |                     | $R_y$                        | $R_{y'}$<br>$R_p$ | $R_s$ | $R_{th}$ |
| 16Г2АФс                 | ГОСТ 19282—73*       | 4—32                | 400                          | 535               | 232   | 267      |
| 15Г2АФ                  |                      | 10—32               | 400                          | 535               | 232   | 267      |
| <i>термоупрочненная</i> |                      |                     |                              |                   |       |          |
| 10ХНДП                  | ТУ 14-1-1217-75      | 4—9                 | 330                          | 450               | 191   | 225      |
| 10ХНДП                  | ТУ 14-1-1217-75      | 10—16               | 280                          | 420               | 162   | 210      |
| 12Г2СМФ                 | ТУ 14-1-1308-75      | 10—32               | 515                          | 595               | 298   | 247      |
| 12ГН2МФАЮ               | ТУ 14-1-1772-76      | 16—40               | 515                          | 595               | 298   | 247      |
| <i>Фасонный прокат</i>  |                      |                     |                              |                   |       |          |
| 09Г2 гр.1               | ТУ 14-1-3023-80      | 4—10                | 305                          | 440               | 177   | 220      |
| 09Г2 гр.1               |                      | 11—20               | 300                          | 430               | 174   | 215      |
| 09Г2 гр.1               |                      | 21—30               | 290                          | 430               | 168   | 215      |
| 09Г2 гр.2               |                      | 4—10                | 335                          | 460               | 194   | 230      |
| 09Г2 гр.2               |                      | 11—20               | 325                          | 450               | 188   | 225      |
| 09Г2С гр.1              |                      | 4—10                | 335                          | 480               | 194   | 240      |
| 09Г2С гр.1              |                      | 11—20               | 315                          | 460               | 183   | 230      |
| 09Г2С гр.1              | ТУ 14-1-1-3023-80    | 21—30               | 300                          | 450               | 174   | 225      |
| 09Г2С гр.2              |                      | 4—10                | 360                          | 505               | 209   | 252      |
| 09Г2С гр.2              |                      | 11—20               | 345                          | 490               | 200   | 245      |
| 09Г2                    |                      | 4—20                | 290                          | 420               | 168   | 210      |
| 09Г2                    |                      | 21—32               | 280                          | 420               | 162   | 210      |
| 09Г2С                   |                      | 4—9                 | 330                          | 465               | 191   | 232      |
| 09Г2С                   |                      | 10—20               | 310                          | 450               | 180   | 225      |
| 09Г2С                   |                      | 21—32               | 290                          | 440               | 168   | 220      |
| 09Г2С                   |                      | 33—60               | 270                          | 430               | 156   | 215      |
| 10Г2С1                  |                      | 4                   | 340                          | 465               | 197   | 232      |
| 10Г2С1                  |                      | 5—9                 | 330                          | 465               | 191   | 232      |
| 10Г2С1                  |                      | 10—20               | 320                          | 455               | 185   | 227      |
| 10Г2С1                  |                      | 21—32               | 310                          | 450               | 180   | 225      |
| 10Г2С1                  | ГОСТ 19281—73*       | 33—60               | 310                          | 430               | 180   | 215      |
| 10Г2С1                  |                      | 61—100              | 280                          | 410               | 162   | 205      |
| 14Г2                    |                      | 4—9                 | 320                          | 440               | 185   | 220      |
| 14Г2                    |                      | 10—32               | 310                          | 430               | 180   | 215      |
| 15ХСНД                  |                      | 4—9                 | 330                          | 465               | 191   | 232      |
| 15ХСНД                  |                      | 10—32               | 310                          | 450               | 180   | 225      |
| 10ХСНД                  |                      | 4—15                | 355                          | 480               | 206   | 240      |
| 10ХНДП                  |                      | 4—9                 | 330                          | 450               | 191   | 225      |
| 10ХНДП                  | ТУ 14-1-389-72       | 4—12                | 330                          | 450               | 191   | 225      |
| <i>Трубы</i>            |                      |                     |                              |                   |       |          |
| 09Г2С                   | ТУ 14-3-500-76       | 8—15                | 250                          | 450               | 145   | 225      |
| 16Г2АФ                  | ТУ 14-3-567-76       | 6—9                 | 400                          | 535               | 232   | 267      |
| 16Г2АФ                  | ТУ 14-3-829-79       | 16—40               | 320                          | 375               | 185   | 187      |

Примечание. Расчетные сопротивления проката из марок стали повышенной коррозионной стойкости (с медью) следует принимать такими же, как для соответствующих марок стали без меди.

Таблица 1.3. Влияние компонентов на технологические свойства стали

| Элемент        | Обозначения в марках сталей | Свариваемость | Коррозионная стойкость | Хладостойкость | Красноломкость |
|----------------|-----------------------------|---------------|------------------------|----------------|----------------|
| Углерод        | У                           | —             | 0                      | 0              | 0              |
| Марганец       | Г                           | 0             | +                      | 0              | 0              |
| Кремний        | С                           | —             | —                      | 0              | 0              |
| Никель         | Н                           | +             | ++                     | 0              | 0              |
| Хром           | Х                           | —             | ++                     | 0              | 0              |
| Медь           | Д                           | 0             | ++                     | 0              | 0              |
| Ниобий         | Б                           | +             | 0                      | 0              | 0              |
| Ванадий        | Ф                           | +             | +                      | 0              | 0              |
| Нитрид ванадия | АФ                          | 0             | +                      | 0              | 0              |
| Молибден       | М                           | +             | +                      | 0              | 0              |
| Бор            | Р                           | +             | 0                      | 0              | 0              |
| Титан          | Т                           | +             | 0                      | 0              | 0              |
| Алюминий       | Ю                           | 0             | 0                      | 0              | 0              |
| Сера           | —                           | —             | 0                      | 0              | ++             |
| Фосфор         | П                           | —             | —                      | —              | 0              |
| Мышьяк         | —                           | —             | 0                      | 0              | 0              |
| Азот           | А                           | —             | 0                      | 0              | 0              |
| Кислород       | —                           | —             | —                      | —              | +              |

Примечание. Принятые обозначения для табл. 1.3 и 1.4: знак «+» — улучшает свойства; «++» — значительно улучшает; «—» — снижает; «--» — значительно снижает; «0» — не оказывает существенного влияния.

Таблица 1.4. Влияние компонентов на механические свойства стали

| Элемент        | Предел прочности | Предел текучести | Относительное удлинение | Твердость | Ударная вязкость | Усталостная прочность |
|----------------|------------------|------------------|-------------------------|-----------|------------------|-----------------------|
| Углерод        | ++               | +                | --                      | ++        | —                | —                     |
| Марганец       | +                | +                | —                       | +         | —                | +                     |
| Кремний        | +                | +                | —                       | +         | —                | 0                     |
| Никель         | +                | +                | 0                       | +         | +                | 0                     |
| Хром           | +                | +                | —                       | ++        | 0                | 0                     |
| Медь           | 0                | 0                | 0                       | 0         | 0                | 0                     |
| Ниобий         | ++               | ++               | —                       | +         | 0                | +                     |
| Ванадий        | +                | +                | —                       | +         | 0                | ++                    |
| Нитрид ванадия | ++               | ++               | —                       | +         | 0                | +                     |
| Молибден       | +                | +                | —                       | ++        | 0                | ++                    |
| Бор            | ++               | ++               | —                       | +         | —                | ++                    |
| Титан          | +                | +                | 0                       | +         | —                | 0                     |
| Алюминий       | 0                | 0                | 0                       | 0         | +                | 0                     |
| Сера           | —                | —                | 0                       | —         | —                | —                     |
| Фосфор         | +                | +                | --                      | +         | --               | 0                     |
| Мышьяк         | —                | —                | —                       | 0         | —                | —                     |
| Азот           | ++               | ++               | --                      | ++        | --               | —                     |
| Кислород       | --               | --               | --                      | +         | --               | --                    |

## 1.2. ГРУППЫ КОНСТРУКЦИЙ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ СТАЛЕЙ

Согласно СНиП П-23-81\* конструкции в зависимости от условий эксплуатации и степени ответственности зданий и сооружений распределены по группам (табл. 1.5).

Таблица 1.5. Рекомендации по применению стали для конструкций зданий и сооружений по СНиП II-23-81 \*

| Климатический район строительства (расчетная температура, °С)         | Марка стали   | ГОСТ или ТУ на поставку   |
|---|---|---|
| <i>1-я группа конструкций</i>   |   |   |
| II <sub>4</sub> (-30 > t ≥ -40);<br>II <sub>5</sub> и др. (t ≥ -30)   | ВСтЗсп5; ВСтЗГпс5   | ТУ 14-1-3023-80 <sup>10</sup> ;<br>ГОСТ 380-88  |
|   | ВСтТпс <sup>1</sup><br>09Г2С-12<br>14Г2-12 <sup>2</sup><br>09Г2С-12; 10Г2С1-12;<br>15ХСНД-12; 10ХСНД-12<br>14Г2АФ-12; 15Г2АФДпс-12;<br>10Г2С1-12 <sup>3</sup> ; 16Г2АФ-12;<br>18Г2АФпс-12; 15Г2СФ-12 <sup>3</sup>   | ГОСТ 14637-79*<br>ТУ 14-1-3023-80 <sup>10</sup><br>ГОСТ 19282-73*<br>ГОСТ 19281-73*;<br>ГОСТ 19282-73*<br>ГОСТ 19282-73*  |
| I <sub>2</sub> , II <sub>2</sub> и II <sub>3</sub><br>(-40 > t ≥ -50) | 09Г2С-13<br>09Г2С-13; 10Г2С1-13;<br>15ХСНД-13; 10ХСНД-13<br>14Г2АФ-13; 15Г2АФДпс-13;<br>10Г2С1-13 <sup>3</sup> ; 16Г2АФ-13;<br>18Г2АФпс-13; 15Г2СФ-13 <sup>3</sup>  | ТУ 14-1-3023-80 <sup>10</sup><br>ГОСТ 19281-73*;<br>ГОСТ 19282-73*<br>ГОСТ 19282-73*  |
|   | I <sub>1</sub> (-50 > t ≥ -65)  | 09Г2С-15<br>09Г2С-15; 10Г2С1-15;<br>15ХСНД-15; 10ХСНД-15<br>14Г2АФ-15; 15Г2АФДпс-15;<br>10Г2С1-15 <sup>3</sup> ; 16Г2АФ-15<br>18Г2АФпс-15; 15Г2СФ-15 <sup>3</sup>                   |
| II <sub>1</sub> (-30 > t ≥ -40);<br>II <sub>6</sub> и др. (t ≥ -30)   | <i>2-я группа конструкций</i>   |   |
|   | ВСтЗпс6 <sup>4</sup> ; ВСтЗсп5; ВСтЗГпс5  | ТУ 14-1-3023-80 <sup>10</sup><br>ГОСТ 380-88  |
| I <sub>2</sub> , II <sub>2</sub> и II <sub>3</sub><br>(-40 > t ≥ -50) | ВСтТпс <sup>1</sup><br>09Г2-6; 09Г2С-6; 14Г2-6  | ГОСТ 14637-79*<br>ТУ 14-1-3023-80 <sup>10</sup> ;<br>ГОСТ 19281-73*;<br>ГОСТ 19282-73*<br>ГОСТ 19281-73*;<br>ГОСТ 19282-73*<br>ТУ 14-1-389-72;<br>ТУ 14-1-1217-75<br>ГОСТ 19282-73* |
|   | 10Г2С1-6; 15ХСНД-6;<br>10ХНДП-6; 10ХСНД-6<br>10ХНДП <sup>5</sup><br>14Г2АФ-6; 15Г2АФДпс-6;<br>16Г2АФ-6; 18Г2АФпс-6;<br>15Г2СФ-6 <sup>3</sup><br>12Г2СМФ <sup>5</sup><br>ВСтЗкп2 <sup>6</sup><br>(толщиной до 4 мм); ВСтЗпс2 <sup>6</sup><br>(толщиной до 5,5 мм); ВСтЗпс6<br>(толщиной 6-10 мм) 16Г2АФ<br>(толщиной 6-9 мм) | ТУ 14-1-1308-75<br>ГОСТ 10705-80*<br>группа В, табл. 1<br>ТУ 14-3-567-76  |
| I <sub>1</sub> (-50 > t ≥ -65)  | 09Г2-12 <sup>7</sup> ; 09Г2С-13 <sup>8</sup>  | ТУ 14-1-3023-80 <sup>10</sup> ;<br>ГОСТ 19281-73*;<br>ГОСТ 19282-73*<br>ГОСТ 19281-73*;<br>ГОСТ 19282-73*   |
|   | 10Г2С1-13 <sup>6</sup> ; 15ХСНД-13; <sup>9</sup><br>10ХСНД-13   | ГОСТ 19281-73*;<br>ГОСТ 19282-73*   |

Продолжение табл. 1.5

| Климатический район строительства (расчетная температура, °С)         | Марка стали  | ГОСТ или ТУ на поставку   |
|---|--|---|
| I <sub>2</sub> , II <sub>2</sub> и II <sub>3</sub><br>(-40 > t ≥ -50) | 14Г2АФ-13; 15Г2АФДпс-13;<br>16Г2АФ-13; 18Г2АФпс-13;<br>15Г2СФ-13 <sup>3</sup><br>12ГН2МФАЮ<br>ВСтЗкп2 <sup>6</sup><br>(толщиной до 4 мм)<br>16Г2АФ (толщиной 6-9 мм)   | ГОСТ 19282-73*<br>ТУ 14-1-1772-76<br>ГОСТ 10705-80*<br>группа В, табл. 1<br>ТУ 14-3-567-76  |
|   | <i>3-я группа конструкций</i>  |   |
| II <sub>4</sub> (-30 > t ≥ -40);<br>II <sub>5</sub> и др. (t ≥ -30)   | ВСтЗкп2 <sup>6,9</sup> ; ВСтЗпс6   | ТУ 14-1-3023-80 <sup>10</sup> ;<br>ГОСТ 380-88  |
|   | ВСтТпс <sup>5</sup><br>09Г2-6; 09Г2С-6;<br>14Г2-6  | ГОСТ 14637-79*<br>ТУ 14-1-3023-80 <sup>10</sup> ;<br>ГОСТ 19281-73*;<br>ГОСТ 19282-73*<br>ГОСТ 19281-73*;<br>ГОСТ 19282-73*<br>ГОСТ 19282-73* |
| I <sub>2</sub> , II <sub>2</sub> и II <sub>3</sub><br>(-40 > t ≥ -50) | 10Г2С1-6; 15ХСНД-6;<br>10ХНДП-6; 10ХСНД-6<br>14Г2АФ-6;<br>15Г2АФДпс-6; 10Г2С1-6 <sup>3</sup> ;<br>16Г2АФ-6; 18Г2АФпс-6<br>ВСтЗкп2 <sup>6</sup> (толщиной до 10 мм)   | ГОСТ 10705-80*<br>группа В, табл. 1   |
|   | ВСтЗпс2 <sup>6</sup> (толщиной до 5,5 мм);<br>ВСтЗпс6 (толщиной 6-10 мм)<br>ВСтЗпс4 (толщиной 5-15 мм)   | ГОСТ 10706-76*<br>группа В, с дополнительным требованием по п. 1.6<br>ТУ 14-3-567-76  |
| I <sub>1</sub> (-50 > t ≥ -65)  | 16Г2АФ (толщиной 6-9 мм)   | ТУ 14-3-567-76  |
|   | 09Г2-6; 09Г2С-6; 14Г2-6  | ТУ 14-1-3023-80 <sup>10</sup> ;<br>ГОСТ 19281-73*;<br>ГОСТ 19282-73*<br>ГОСТ 14637-79<br>ГОСТ 19281-73*;<br>ГОСТ 19282-73*                    |
| I <sub>2</sub> , II <sub>2</sub> и II <sub>3</sub><br>(-40 > t ≥ -50) | ВСтТпс <sup>5</sup><br>10Г2С1-6; 15ХСНД-6;<br>10ХНДП-6; 10ХСНД-7<br>или 12<br>14Г2АФ-7 или 12; 15Г2АФпс-7<br>или 12; 10Г2С1-7 или 12 <sup>3</sup> ;<br>16Г2АФ-7 или 12; 18Г2АФпс-7<br>или 12 ВСтЗкп2 <sup>6</sup> (толщиной до 4 мм);<br>ВСтЗпс2 <sup>6</sup> (толщиной до 5,5 мм)<br>16Г2АФ (толщиной 6-9 мм) | ГОСТ 19282-73*<br>ГОСТ 10705-80*<br>группа В, табл. 1<br>ТУ 14-3-567-76*  |
|   | ВСтТпс <sup>5</sup><br>09Г2-12; 09Г2С-7 или 12;<br>14Г2-7 или 12   | ГОСТ 14637-79*<br>ТУ 14-1-3023-80 <sup>10</sup> ;<br>ГОСТ 19281-73*;<br>ГОСТ 19282-73*  |
| I <sub>1</sub> (-50 > t ≥ -65)  | 10Г2С1-7 или 12; 15ХСНД-7<br>или 12; 10ХСНД-9  | ГОСТ 19281-73*;<br>ГОСТ 19282-73*   |

| Минимальная расчетная температура, °С   | Марка стали   | ГОСТ или ТУ на поставку  |
|---|---|--|
| $I_1 (-40 > t \geq -65)$  | 14Г2АФ-9; 15Г2АФДпс-9;<br>10Г2С1-9 <sup>в</sup> ; 16Г2АФ-9;<br>18Г2АФпс-9<br>16Г2АФ (толщиной 6—9 мм)<br>4-я группа конструкций<br>ВСтЗкп2                                  | ГОСТ 19282—73*<br><br>ТУ 14-3-567-76<br><br>ТУ 14-1-3023-80 <sup>10</sup> ;<br>ГОСТ 380—71*<br>ГОСТ 10705—80*,<br>группа В, табл. 1                                      |
| $II_4 (-30 > t \geq -40)$ ,<br>$II_5$ и др. ( $t \geq -30$ )  | ВСтЗкп2 <sup>в</sup> (толщиной до 10 мм);<br>ВСтЗпс2 <sup>в</sup> (толщиной до 5,5 мм);<br>ВСтЗпс6 (толщиной 6—10 мм)<br>ВСтЗпс4 (толщиной 5—15 мм)                         | ГОСТ 10706—76*,<br>группа В, с дополни-<br>тельным требованием по<br>п. 1.6  |
| $I_2, II_2$ и $II_3$<br>( $-40 > t \geq -50$ )  | ВСтЗсп5; ВСтЗГпс5<br><br>ВСтЗкп2 <sup>в</sup> (толщиной до 4 мм);<br>ВСтЗпс2 <sup>в</sup> (толщиной до 5,5 мм);<br>ВСтЗпс6 (толщиной 6—10 мм)<br>ВСтЗпс4 (толщиной 5—15 мм) | ТУ 14-1-3022-80 <sup>10</sup> ;<br>ГОСТ 380—88<br>ГОСТ 10705—80*,<br>группа В, табл. 1<br><br>ГОСТ 10706—76*<br>группа В, с дополни-<br>тельным требованием по<br>п. 1.6 |
| $I_1 (-50 > t \geq -65)$  | ВСтЗсп5; ВСтЗГпс5<br><br>ВСтЗкп2 <sup>в</sup> (толщиной до 4 мм);<br>ВСтЗпс2 <sup>в</sup> (толщиной до 5,5 мм)  | ТУ 14-1-3023-80 <sup>10</sup> ;<br>ГОСТ 380—88<br>ГОСТ 10705—80*,<br>группа В, табл. 1   |
| <i>Опоры больших переходов ЛЭП, антенные сооружения связи и др. (бесшовные горячедеформированные трубы)</i> |   |  |
| $II_4 (-30 > t \geq -40)$ ,<br>$II_5$ и др. ( $t \geq -30$ )  | 20 <sup>11</sup>  | ГОСТ 8731—87   |
| $I_2, II_2$ и $II_3$<br>( $-40 > t \geq -50$ )  | 09Г2С <sup>12</sup><br><br>16Г2АФ   | ГОСТ 8731—87<br><br>ТУ 14-3-829-79   |
| $I_2 (-50 > t \geq -65)$  | 09Г2С   | ТУ 14-3-500-76   |

<sup>1</sup> — с требованиями по ударной вязкости при  $t = -40$  °С и после механического старения не менее 30 Дж/см<sup>2</sup> (3 кгс · м/см<sup>2</sup>).  
<sup>2</sup> — только для опор ВЛ и фасонки ферм.  
<sup>3</sup> — термически упроченная сталь.  
<sup>4</sup> — для района  $II_4$  применять толщину не более 10 мм для неотапливаемых зданий и конструкций, эксплуатируемых при расчетной температуре наружного воздуха.  
<sup>5</sup> — с требованиями по ударной вязкости при  $t = -40$  °С не менее 30 Дж/см<sup>2</sup> (3 кгс · м/см<sup>2</sup>).  
<sup>6</sup> — кроме опор ВЛ и ОРУ.  
<sup>7</sup> — толщиной не более 10 мм.  
<sup>8</sup> — при строительстве в климатических районах I, при толщине проката не более 11 мм) и  $I_2, II_2$  и  $II_3$  допускается применять сталь категории 12.

Группа 1 — сварные конструкции или их элементы, работающие в особо тяжелых условиях или подвергающиеся непосредственному воздействию динамических, вибрационных или подвижных нагрузок, т. е. конструкции, подлежащие расчету на выносливость или рассчитываемые с учетом коэффициентов динамичности (подкрановые балки; балки рабочих площадок; элементы конструкций бункерных и разгрузочных эстакад, непосредственно воспринимающих нагрузку от подвижных составов; фасонки ферм; пролетные строения транспортерных галерей; сварные специальные опоры больших переходов линий электропередачи (ВЛ) высотой более 60 м; элементы оттяжек мачт и их узлов; балки под краны гидротехнических сооружений и т. п.).

Группа 2 — сварные конструкции или их элементы, работающие при статической нагрузке (фермы, ригели рам, балки покрытий и перекрытий, косоуры лестниц, опоры ВЛ, за исключением сварных опор больших переходов; опоры контактной сети транспорта; опоры ошиновки открытых распределительных устройств подстанций (ОРУ); опоры под выключатели ОРУ; опоры транспортерных галерей; элементы комбинированных опор антенных сооружений; прожекторные мачты; трубопроводы ГЭС и насосных станций; облицовки водоводов; закладные части затворов и другие растянутые, растянуто-изгибаемые элементы); конструкции и их элементы группы 1 при отсутствии сварных соединений, а также балки подвесных путей из двутавров по ГОСТ 19425—74\* и ТУ 14-2-427-80 при наличии сварных монтажных соединений.

Группа 3 — сварные конструкции или их элементы, работающие при статической нагрузке (колонны; стойки; опорные плиты; элементы настила перекрытий; конструкции, поддерживающие технологическое оборудование; вертикальные связи по колоннам с напряжением в связях свыше  $0,4R_y$ ; опоры под оборудование ОРУ, кроме опор под выключатели; элементы стволы и башен антенных сооружений; колонны бетонных эстакад; прогоны покрытий и другие сжатые и сжато-изгибаемые элементы), а также конструкции и их элементы группы 2 при отсутствии сварных соединений.

Группа 4 — вспомогательные конструкции зданий и сооружений (связи, кроме указанных в группе 3; элементы фахверка; лестницы; трапы; площадки; ограждения; металлоконструкции кабельных каналов; второстепенные элементы сооружений и т. п.), а также конструкции и их элементы группы 3 при отсутствии сварных соединений.

Рекомендации табл. 1.5 не распространяются на стальные конструкции специальных сооружений: магистральные и технологические трубопроводы, резервуары специального назначения, кожухи домен-

<sup>9</sup> — кроме района  $II_4$  для неотапливаемых зданий и конструкций, эксплуатируемых при расчетной температуре наружного воздуха.  
<sup>10</sup> — по ТУ 14-1-3023-80 прокат изготавливают из стали марок ВСтЗкп, ВСтЗпс, ВСтЗсп, ВСтЗГпс всех категорий в соответствии с ГОСТ 380—88, из стали марок 09Г2 и 09Г2С категорий 2—15 в соответствии с ГОСТ 19281—73\* и ГОСТ 19282—73\*; обозначения марок сталей даны для групп прочности 1 и 2, которые следует указывать в заказе.  
<sup>11</sup> — с дополнительным требованием по ударной вязкости при  $t = -20$  °С не менее 30 Дж/см<sup>2</sup> (3 кгс · м/см<sup>2</sup>).  
<sup>12</sup> — с дополнительным требованием по ударной вязкости при  $t = -40$  °С не менее 40 Дж/см<sup>2</sup> (4 кгс · м/см<sup>2</sup>) при толщине стенки до 9 мм и 35 Дж/см<sup>2</sup> (3,5 кгс · м/см<sup>2</sup>) при толщине стенки 10 мм и более.

печей и воздухонагревателей и т. п., для которых выбор марок сталей устанавливается соответствующими главами СНиП или специальными руководствами.

Климатические районы строительства устанавливаются в соответствии с ГОСТ 16350—80 «Климат СССР. Районирование и статистические параметры климатических факторов для технических изделий». За расчетную температуру принимается средняя температура наиболее холодной пятидневки.

Применение углеродистой стали по ГОСТ 380—88, а также низколегированной стали по ГОСТ 19281—73\* и ГОСТ 19282—73\* допускается только при невозможности получения соответствующих марок стали по ТУ 14-1-3023-80.

Указанные в табл. 1.5 категории стали относятся к прокату толщиной не менее 5 мм, при меньшей толщине марки стали применяются без требования по ударной вязкости. Допускается применять прокат толщиной менее 5 мм из стали ВСт3кп2 по ТУ 14-1-3023-80 или по ГОСТ 380—88 для конструкций II, III и IV групп, кроме опор ВЛ и ОРУ во всех климатических районах, кроме I<sub>1</sub>.

Для конструкций всех групп, возводимых в климатических районах I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub> и II<sub>3</sub>, но эксплуатируемых в отапливаемых помещениях, марки стали принимаются как для климатического района II<sub>4</sub>, за исключением стали ВСт3псб для конструкций группы 2. При соответствующем технико-экономическом обосновании допускается использование сталей повышенной коррозионной стойкости (с медью) марок 09Г2Д, 09Г2СД, 10Г2С1Д, 15Г2СФД, 14Г2АФД, 18Г2АФДпс по ГОСТ 19281—73\* и ГОСТ 19282—73\*.

Госстроем СССР утвержден «Сокращенный сортамент металлопроката для применения в строительных стальных конструкциях», значительно уменьшивший количество типоразмеров профилей и марок сталей в металлостроительстве. При разработке проектов и изготовлении конструкций производственных зданий и сооружений необходимо руководствоваться сокращенным сортаментом металлопроката, однако допускается применение профилей проката и марок сталей, не предусмотренных им, для конструкций зданий и сооружений, изготавливаемых серийно на специализированных производствах, а также по согласованию с министерствами и ведомствами-изготовителями металлоконструкций.

### 1.3. ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛЕЙ

#### 1. Углеродистые стали

Таблица 1.6. Химический состав углеродистых сталей по ГОСТ 380—88, ГОСТ 14637—79\*

| Марка стали | Содержание элементов, % |           |           |                |
|-------------|-------------------------|-----------|-----------|----------------|
|             | Углерод                 | Марганец  | Кремний   | Сера, не более |
| ВСт2кп      | 0,09—0,15               | 0,25—0,50 | ≤0,07     | 0,05           |
| ВСт2пс      | 0,09—0,15               | 0,25—0,50 | 0,05—0,17 | 0,05           |
| ВСт2сп      | 0,09—0,15               | 0,25—0,50 | 0,12—0,30 | 0,05           |

Продолжение табл. 1.6

| Марка стали | Содержание элементов, % |           |           |                |
|-------------|-------------------------|-----------|-----------|----------------|
|             | Углерод                 | Марганец  | Кремний   | Сера, не более |
| ВСт3кп      | 0,14—0,22               | 0,30—0,60 | ≤0,07     | 0,05           |
| ВСт3пс      | 0,14—0,22               | 0,40—0,65 | 0,05—0,17 | 0,05           |
| ВСт3сп      | 0,14—0,22               | 0,40—0,65 | 0,12—0,30 | 0,05           |
| ВСт3Гпс     | 0,14—0,22               | 0,80—1,10 | ≤0,15     | 0,05           |
| ВСт4кп      | 0,18—0,27               | 0,40—0,70 | ≤0,07     | 0,05           |
| ВСт4пс      | 0,18—0,27               | 0,40—0,70 | 0,05—0,17 | 0,05           |
| ВСт4сп      | 0,18—0,27               | 0,40—0,70 | 0,12—0,30 | 0,05           |
| ВСт5пс      | 0,28—0,37               | 0,50—0,80 | 0,05—0,17 | 0,05           |
| ВСт5сп      | 0,28—0,37               | 0,50—0,80 | 0,16—0,35 | 0,05           |
| ВСт5Гпс     | 0,22—0,30               | 0,80—1,20 | ≤0,15     | 0,05           |
| ВСтГкп      | 0,10—0,21               | 0,30—0,60 | ≤0,05     | 0,05           |
| ВСтГпс      | 0,10—0,21               | 0,40—0,65 | 0,05—0,15 | 0,05           |
| ВСтГсп      | 0,10—0,21               | 0,40—0,65 | 0,15—0,30 | 0,05           |
| 20          | 0,17—0,24               | 0,35—0,65 | 0,17—0,37 | 0,04           |

Примечания: 1. Содержание прочих элементов, %, не более: фосфора — 0,04 (во всех марках стали), хрома, никеля, меди — 0,3, мышьяка — 0,08; в стали 20 — хрома никеля меди — 0,25, мышьяка 0,08. 2. Химический состав сталей приведен по плавочному составу ковшой пробы. 3. Допускаемые отклонения по химическому составу в готовом прокате от норм, указанных в данной таблице, должны соответствовать указанным в табл. 1.7. 4. При выплавке стали из керченских руд допускается увеличение мышьяка до 0,15 % для всех сталей по ГОСТ 14637—79\* и категорий 1, 2, 3 по ГОСТ 380—88; увеличение содержания фосфора до 0,05 % допускается только для сталей по ГОСТ 380—88 категорий 1, 2, 3. 5. Верхний предел содержания марганца допускается на 0,2 % выше указанного в таблице для всех марок стали, кроме ВСт3Гпс и ВСт5Гпс. 6. Сталь 20 по ГОСТ 1050—74\*\* применяется для бесшовных горячедеформированных труб по ГОСТ 8731—87. 7. Для электросварных труб по ГОСТ 10705—80\* и ГОСТ 10706—76\* применяется углеродистая сталь марок Ст2 и Ст3 всех степеней раскисления.

Таблица 1.7. Допускаемые отклонения по химическому составу в готовом прокате из сталей по ГОСТ 380—88, ГОСТ 14637—79\*

| ГОСТ на сталь                          | Допускаемые отклонения содержания элементов, % |          |         |        |        |
|--|--|----------|---------|--------|--------|
|  | Углерод  | Марганец | Кремний | Фосфор | Сера   |
| <i>Сталь кипящая</i>                   |  |          |         |        |        |
| ГОСТ 380—88                            | +0,03  | +0,05    | —       | +0,006 | +0,006 |
| ГОСТ 14637—79*                         | —0,03  | —0,04    | —       | —      | —      |
| <i>Сталь спокойная и полуспокойная</i> |  |          |         |        |        |
| ГОСТ 380—88                            | +0,03  | +0,05    | +0,03   | +0,005 | +0,005 |
| ГОСТ 14637—79*                         | —0,02  | —0,03    | —0,02   | —      | —      |

Примечание. При поставке (по требованию заказчика) сталей марок ВСт3 всех степеней раскисления и ВСт3Гпс с гарантией свариваемости плюсовые отклонения по содержанию углерода не допускаются.

Таблица 1.8. Механические свойства углеродистых сталей по ГОСТ 380—88, ГОСТ 14637—79\*, ТУ 14-1-3023-80

| Марка стали                   | Вид проката | Толщина проката, мм | Предел текучести $\sigma_t$ , МПа, не менее | Временное сопротивление разрыву $\sigma_b$ , МПа | Относительное удлинение $\delta$ , %                       |                    |  |
|-------------------------------|-------------|---------------------|---|--|--|--------------------|--|
|                               |             |                     |   |  | не менее   |                    |  |
|                               |             |                     |   |  | Измб в холодном состоянии на 180° при диаметре оправки $d$ |                    |  |
| ВСт2кп                        | Лист; фасон | 4—20                | 215   | 325—410  | 33   | 0                  |  |
|                               |             | 21—40               | 205   | 325—410  | 32   | 0                  |  |
| ВСт2пс;<br>ВСт2сп             | Лист; фасон | 4—20                | 225   | 335—430  | 32   | 0                  |  |
|                               |             | 21—40               | 215   | 335—430  | 31   | 0                  |  |
| ВСт3кп                        | Лист; фасон | 4—20                | 235   | 365—460  | 27   | 0,5а               |  |
|                               |             | 21—40               | 225   | 365—460  | 26   | 0,5а               |  |
|                               |             | 41—100              | 215   | 365—460  | 24   | 0,5а               |  |
|                               |             | Св. 100             | 195   | 365—460  | 24   | 0,5а               |  |
|                               |             | 4—20                | 245   | 370—480  | 26   | 0,5а               |  |
| ВСт3пс;<br>ВСт3сп;<br>ВСт3Гпс | Лист; фасон | 21—40               | 235   | 370—480  | 25   | 0,5а               |  |
|                               |             | 41—100              | 225   | 370—480  | 23   | 0,5а               |  |
|                               |             | Св. 100             | 205   | 370—490  | 23   | 0,5а               |  |
|                               |             |                     |   | (для ВСт3Гпс)                                    | 20   | 3а                 |  |
| ВСт5пс;<br>ВСт5сп;<br>ВСт5Гпс | Лист; фасон | 4—20                | 285   | 490—630  | 19   | 3а                 |  |
|                               |             | 21—40               | 275   | 490—630  | 17   | 3а                 |  |
|                               |             | 41—100              | 265   | 490—630  | 17   | 3а                 |  |
|                               |             |                     |   | (для ВСт5Гпс)                                    | 17   | 3а                 |  |
| ВСт7кп;<br>ВСт7пс;<br>ВСт7сп  | Лист; фасон | 10—16               | 295   | 430  | 16   | 2,5а               |  |
|                               |             | 17—40               | 295   | 430  | 16   | 3а                 |  |
| ВСт8кп<br>(гр. 1)             | Лист; фасон | 4—10                | 225   | 360  | 25   | Удовлетворительный |  |
|                               |             | 11—20               | 225   | 360  | 24   | »                  |  |
|                               |             | 4—10                | 235   | 365  | 25   | »                  |  |
|                               |             | 11—20               | 235   | 360  | 24   | »                  |  |
| ВСт3пс<br>(гр. 1)             | Лист; фасон | 4—10                | 235   | 370  | 24   | »                  |  |
|                               |             | 11—20               | 235   | 370  | 23   | »                  |  |
| ВСт3пс<br>(гр. 1)             | Лист; фасон | 4—10                | 245   | 370  | 24   | »                  |  |
|                               |             | 11—20               | 245   | 370  | 23   | »                  |  |
| ВСт3пс<br>(гр. 2)             | Лист; фасон | 4—10                | 275   | 380  | 24   | Удовлетворительный |  |
|                               |             | 11—20               | 265   | 370  | 23   | »                  |  |
| ВСт3пс<br>(гр. 2)             | Лист; фасон | 4—10                | 285   | 390  | 24   | »                  |  |
|                               |             | 11—20               | 275   | 380  | 23   | »                  |  |
| ВСт3сп<br>(гр. 1)             | Лист; фасон | 4—10                | 245   | 380  | 24   | »                  |  |
|                               |             | 11—20               | 235   | 370  | 23   | »                  |  |
| ВСт3Гпс<br>(гр. 1)            | Лист; фасон | 4—10                | 255   | 380  | 24   | »                  |  |
|                               |             | 11—20               | 245   | 370  | 23   | »                  |  |
| ВСт3пс<br>(гр. 2)             | Лист; фасон | 4—10                | 275   | 380  | 24   | »                  |  |
|                               |             | 11—20               | 265   | 370  | 23   | »                  |  |
| ВСт3Гпс<br>(гр. 2)            | Лист; фасон | 4—10                | 285   | 390  | 24   | »                  |  |
|                               |             | 11—20               | 275   | 380  | 23   | »                  |  |

Примечание. а — толщина образца.

Таблица 1.9. Нормы ударной вязкости углеродистой стали по ГОСТ 380—88 марок ВСт3пс, ВСт3сп, ВСт3Гпс

| Вид проката                | Расположение образца относительно проката | Толщина, мм   | Ударная вязкость, Дж/см <sup>2</sup> , не менее |     |
|----------------------------|---|---------------|---|-----|
|                            |   |               | при температуре, °С                             |     |
|                            |   |               | +20   | -20 |
| Листовая сталь             | Поперек                                   | 5—9           | 80  | 40  |
| То же                      | »   | 10—25 (10—30) | 70  | 30  |
| »                          | »   | 26—40 (31—40) | 50  | —   |
| Широкополосная сталь       | Вдоль                                     | 5—9           | 100   | 50  |
| То же                      | »   | 10—25 (10—30) | 80  | 30  |
| »                          | »   | 26—40 (31—40) | 70  | —   |
| Сортовой и фасонный прокат | »   | 5—9           | 110   | 50  |
| То же                      | »   | 10—25 (10—30) | 100   | 30  |
| »                          | »   | 26—40 (31—40) | 90  | —   |

Примечания: 1. Знак «—» означает, что испытание проката на ударную вязкость не производится. 2. Значения толщин в скобках для стали ВСт3Гпс. 3. Определение ударной вязкости круглой стали производится с  $d = 12$  мм, квадратной — наизяная со стороны квадрата 11 мм, фасонного проката — с толщин, на которых может быть вырезан образец испытаний. 4. Ударная вязкость после механического старения не ниже норм, установленных для стали при  $t = -20$  °С.

Таблица 1.10. Марки стали, заменяемые сталями по ГОСТ 27772—88

| Сталь по ГОСТ 27772—88 | Заменяемые марки стали   |   |
|------------------------|--|---|
|                        | марки стали  | ГОСТ или ТУ                                       |
| С235                   | ВСт3кп2  | ГОСТ 380—71 *                                     |
|                        | ВСт3кп2-1  | ТУ 14-1-3023-80                                   |
| С245                   | ВСт3пс6 (лист толщиной до 20 мм, фасон — до 30 мм)   | ГОСТ 380—71 *                                     |
|                        | ВСт3пс6-1  | ТУ 14-1-3023-80                                   |
| С255                   | ВСт3сп5, ВСт3Гпс5, ВСт3пс6 (лист толщиной свыше 20 до 40 мм, фасон — свыше 30 мм)          | ГОСТ 380—71 *                                     |
|                        | ВСт3пс5-1, ВСт3Гпс5-1  | ТУ 14-1-3023-80                                   |
| С275                   | ВСт3пс6-2  | ТУ 14-1-3023-80                                   |
|                        | ВСт3пс5-2, ВСт3Гпс5-2  | ТУ 14-1-3023-80                                   |
| С345, С345Т            | 14Г2 (лист, фасон толщиной до 20 мм), 15ХСНД   | ГОСТ 19281-73 *, ГОСТ 19282—73 *                  |
|                        | (лист толщиной до 10 мм, фасон — до 20 мм), 09Г2, 09Г2С                                    |   |
| С345К                  | 09Г2 гр. 1, 09Г2 гр. 2, 09Г2С гр. 1, 14Г2 гр. 1 (фасон толщиной до 20 мм)                  | ТУ 14-1-3023-80                                   |
|                        | ВСтГпс   | ТУ 14637-79                                       |
| С375, С375Т            | 12Г2С гр. 1  | ТУ 14-1-4323-88                                   |
|                        | 10ХНДП   | ГОСТ 19281-73 *, ГОСТ 19282-73 *, ТУ 14-1-1217-75 |
| С375, С375Т            | 14Г2 гр. 1 (фасон толщиной свыше 20 мм), 14Г2 гр. 2 (фасон толщиной до 20 мм), 09Г2С гр. 2 | ТУ 14-1-3023-80                                   |
|                        | 12Г2С гр. 2  | ТУ 14-1-4323-88                                   |
|                        | 14Г2 (лист, фасон толщиной свыше   | ГОСТ 19281—73 *                                   |



Продолжение табл. I.10

| Стали по ГОСТ 27772-88 | Заменяемые марки стали   |                 |
|------------------------|--|-----------------|
|                        | марки стали  | ГОСТ или ТУ     |
|                        | 20 мм), 10Г2С1; 15ХСНД (лист толщиной свыше 10 мм, фасон — свыше 20 мм), 10ХСНД (лист толщиной до 10 мм) | ГОСТ 19282-73 * |
| C390, C390T            | 14Г2АФ, 10Г2С1 термоупрочненная, 10ХСНД (лист толщиной свыше 10 мм)                                      | ГОСТ 19282-73 * |
| C390K                  | 15Г2АФДпс  | ГОСТ 19282-73 * |
| C440                   | 16Г2АФ, 18Г2АФпс, 15Г2СФ термоупрочненная  | ГОСТ 19282-73 * |
| C590                   | 12Г2СМФ  | ТУ 14-1-1308-75 |
| C590K                  | 12ГН2МФАЮ  | ТУ 14-1-1772-76 |

Примечания. В названии сталей по ГОСТ 27772-88 буква С обозначает сталь строительная, цифры условно обозначают предел текучести проката, буква К — вариант химсостава, Т — термоупрочненная сталь.

Таблица I.11. Гарантируемые характеристики углеродистой стали всех степеней раскисления и с повышенным содержанием марганца по ГОСТ 380-88

| Гарантируемые характеристики                  | ВСт2, ВСт3, ВСт5 |   | ВСт3 |   |   |   |
|---|------------------|---|------|---|---|---|
|   | Категории        |   |      |   |   |   |
|   | 1                | 2 | 3    | 4 | 5 | 6 |
| Химический состав                             | +                | + | +    | + | + | + |
| Временное сопротивление                       | +                | + | +    | + | + | + |
| Предел текучести                              | +                | + | +    | + | + | + |
| Относительное удлинение                       | +                | + | +    | + | + | + |
| Изгиб в холодном состоянии                    | +                | + | +    | + | + | + |
| Ударная вязкость при температуре, °С:         |                  |   |      |   |   |   |
| +20   | -                | - | +    | - | - | - |
| -20   | -                | - | -    | + | + | - |
| Ударная вязкость после механического старения | -                | - | -    | - | + | + |

Примечания: 1. Знак «+» означает, что показатель гарантируется, знак «-» — не гарантируется. 2. Сталь категорий 3, 4, 5 и 6 поставляется полуспокойной и спокойной. Допускается также поставка кипящей стали марки ВСт3 категории 3, при этом значение ударной вязкости при температуре +20° принимается по нормам для спокойной и полуспокойной стали марки ВСт3 (см. табл. I.9).

## 2. Низколегированные стали

Таблица I.12. Нормируемые показатели низколегированных сталей по ГОСТ 19281-73\* и ГОСТ 19282-73\*

| Категория стали | Ударная вязкость    |     |     |     |     |     | Категория стали | Ударная вязкость    |     |     |     |     |     |   |
|-----------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---|
|                 | при температуре, °С |     |     |     |     |     |                 | при температуре, °С |     |     |     |     |     |   |
|                 | +20                 | -20 | -40 | -50 | -60 | -70 |                 | +20                 | -20 | -40 | -50 | -60 | -70 |   |
| 1               | -                   | -   | -   | -   | -   | -   | 5               | -                   | +   | -   | -   | -   | -   | - |
| 2               | -                   | -   | -   | -   | -   | -   | 6               | -                   | -   | +   | -   | -   | -   | - |
| 3               | +                   | -   | -   | -   | -   | -   | 7               | -                   | -   | -   | +   | -   | -   | - |
| 4               | -                   | -   | -   | -   | -   | +   | 8               | -                   | -   | -   | -   | +   | -   | - |

Продолжение табл. I.12

| Категория стали | Ударная вязкость    |     |     |     |     |     | Категория стали | Ударная вязкость    |     |     |     |     |     |   |
|-----------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----------------|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|---|
|                 | при температуре, °С |     |     |     |     |     |                 | при температуре, °С |     |     |     |     |     |   |
|                 | +20                 | -20 | -40 | -50 | -60 | -70 |                 | +20                 | -20 | -40 | -50 | -60 | -70 |   |
| 9               | -                   | -   | -   | -   | -   | +   | 13              | -                   | -   | -   | +   | -   | -   | + |
| 10              | +                   | -   | -   | -   | -   | -   | 14              | -                   | -   | -   | -   | +   | -   | + |
| 11              | -                   | +   | -   | -   | -   | -   | 15              | -                   | -   | -   | -   | -   | +   | + |
| 12              | -                   | -   | +   | -   | -   | -   |                 |                     |     |     |     |     |     |   |

Примечания: 1. Знак «+» означает, что показатель нормируется, знак «-» — не нормируется. 2. Под механическими свойствами следует понимать временное сопротивление разрыву, предел текучести, относительное удлинение  $\delta_5$ , изгиб в холодном состоянии. 3. Химический состав для всех категорий стали и механические свойства (кроме I-й категории, для которой они не нормируются) нормируются.

Таблица I.13. Химический состав низколегированных сталей по ГОСТ 19281-73\* и ГОСТ 19282-73\*

| Марка стали | Содержание элементов, % |           |           |           |           |           |
|-------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|             | Углерод                 | Кремний   | Марганец  | Хром      | Никель    | Медь      |
| 09Г2        | ≤0,12                   | 0,17—0,37 | 1,40—1,80 | ≤0,30     | ≤0,30     | ≤0,30     |
| 09Г2С       | ≤0,12                   | 0,50—0,80 | 1,30—1,70 | ≤0,30     | ≤0,30     | ≤0,30     |
| 10Г2С1      | ≤0,12                   | 0,80—1,10 | 1,30—1,65 | ≤0,30     | ≤0,30     | ≤0,30     |
| 14Г2        | 0,12—0,18               | 0,17—0,37 | 1,20—1,60 | ≤0,30     | ≤0,30     | ≤0,30     |
| 14Г2АФ      | 0,12—0,18               | 0,30—0,60 | 1,20—1,60 | ≤0,40     | ≤0,30     | ≤0,30     |
| 16Г2АФ      | 0,14—0,20               | 0,30—0,60 | 1,30—1,70 | ≤0,40     | ≤0,30     | ≤0,30     |
| 15ХСНД      | 0,12—0,18               | 0,40—0,70 | 0,40—0,70 | 0,60—0,90 | 0,30—0,60 | 0,20—0,40 |
| 10ХСНД      | ≤0,12                   | 0,80—1,10 | 0,50—0,80 | 0,60—0,90 | 0,50—0,80 | 0,40—0,60 |
| 10ХНДП      | ≤0,12                   | 0,17—0,37 | 0,30—0,60 | 0,50—0,80 | 0,30—0,60 | 0,30—0,50 |
| 15Г2СФ      | 0,12—0,18               | 0,40—0,70 | 1,30—1,70 | ≤0,30     | ≤0,30     | ≤0,30     |
| 15Г2АФДпс   | 0,12—0,18               | До 0,17   | 1,20—1,60 | ≤0,30     | ≤0,30     | 0,20—0,40 |
| 18Г2АФпс    | 0,14—0,22               | До 0,17   | 1,30—1,70 | ≤0,30     | ≤0,30     | ≤0,30     |

Примечания: 1. В сталях 09Г2Д, 09Г2СД, 10Г2С1Д, 14Г2АФД, 16Г2АФД, 15Г2СФД, 18Г2АФДпс содержание всех элементов кроме меди такое же как в соответствующих марках стали, легированных медью; содержание меди — 0,15—0,30 %. 2. Содержание ванадия в стали марок 14Г2АФ и 14Г2АФД — 0,07—0,12 %; в стали марок 16Г2АФ и 16Г2АФД — 0,08—0,14 %; в стали марок 15Г2СФ и 15Г2СФД — 0,05—0,10 %; в стали марок 15Г2АФДпс, 18Г2АФпс и 18Г2АФДпс — 0,08—0,15 %. 3. Содержание азота в стали марок 14Г2АФ, 14Г2АФД, 16Г2АФ, 16Г2АФД — 0,015—0,025 %, в стали марок 18Г2АФпс, 18Г2АФДпс, 15Г2АФДпс — 0,015—0,030 %. 4. В стали марки 10Г2С1Д допускается снижение содержания кремния до 0,7 %. 5. Содержание фосфора в стали всех марок, кроме стали марки 10ХНДП, должно быть не более 0,035 %; в стали марки 10ХНДП — 0,07—0,12 %. 6. Содержание серы в стали всех марок должно быть не более 0,040 %. 7. Содержание остаточного азота в стали не должно превышать 0,008 %. Допускается наличие остаточного азота до 0,012 %, но при этом независимо от категории сталь должна выдерживать испытание на ударную вязкость после механического старения. 8. Содержание алюминия в стали марки 10ХНДП — 0,08—0,15 %. 9. Содержание мышьяка в стали не должно превышать 0,03 %, при выплавке стали из ферросплавов руд допускается содержание мышьяка до 0,15 %, однако содержание фосфора при этом должно быть не более 0,030 %. 10. В готовом прокате при условии обеспечения механических свойств стали допускаются отклонения по химическому составу согласно табл. I.14.

Таблица 1.14. Допускаемые отклонения по химическому составу сталей по ГОСТ 19281-73\* и ГОСТ 19282-73\*

| Элемент                     | Допускаемые отклонения | Элемент | Допускаемые отклонения |
|-----------------------------|------------------------|---------|------------------------|
| Углерод                     | ±0,02                  | Ванадий | -0,02                  |
| Кремний, хром, никель, медь | ±0,05                  |         | -0,01                  |
| Марганец                    | ±0,10                  | Ниобий  | +0,010                 |
| Азот, сера, фосфор          | +0,005                 |         | -0,005                 |

Примечания: 1. В стали марки 18Г2АФнс плюсовое отклонение по содержанию углерода не допускается. 2. В стали марки 10ХНДП допускается отклонение по содержанию фосфора +0,03, алюминия +0,02, -0,01.

Таблица 1.15. Механические свойства низколегированных сталей по ГОСТ 19281-73\* и ГОСТ 19282-73\*

| Толщина проката, мм          | Механические свойства, не менее                  |                                   |  |  |         |         |
|------------------------------|--|-----------------------------------|--|--|---------|---------|
|                              | Временное сопротивление разрыву $\sigma_B$ , МПа | Предел текучести $\sigma_T$ , МПа | Относительное удлинение $\delta_5$ , % | Ударная вязкость, Дж/см <sup>2</sup> , при температуре, °С |         |         |
|                              |  |                                   |  | -20  | -40     | -70     |
| <i>Сталь 09Г2; 09Г2Д</i>     |  |                                   |  |  |         |         |
| 4                            | 440  | 305                               | 21                                     | —  | —       | —       |
| 5—9                          | 440  | 305                               | 21                                     | —  | 35 (40) | — (30)  |
| 10—20                        | 440  | 305                               | 21                                     | —  | 30      | — (30)  |
| 21—32                        | 440  | 295                               | 21                                     | —  | 40 (30) | —       |
| <i>Сталь 14Г2</i>            |  |                                   |  |  |         |         |
| 4                            | 460  | 335                               | 21                                     | —  | —       | —       |
| 5—9                          | 460  | 335                               | 21                                     | —  | 35      | — (35)  |
| 10—20                        | 450  | 325                               | 21                                     | —  | 30      | — (30)  |
| 21—32                        | 450  | 325                               | 21                                     | —  | 30      | —       |
| <i>Сталь 09Г2С; 09Г2СД</i>   |  |                                   |  |  |         |         |
| 4                            | 490  | 345                               | 21                                     | —  | —       | —       |
| 5—9                          | 490  | 345                               | 21                                     | 65   | 40      | 35      |
| 10—20                        | 470  | 325                               | 21                                     | 60   | 35      | 30      |
| 21—32                        | 460  | 305                               | 21                                     | 60   | 35      | — (30)  |
| 33—60                        | 450  | 285                               | 21                                     | 60   | 35      | — (30)  |
| 61—80                        | 440  | 275                               | 21                                     | 60   | 35      | — (30)  |
| 81—160                       | 430  | 265                               | 21                                     | 60   | 35      | — (30)  |
| <i>Сталь 15ХСНД</i>          |  |                                   |  |  |         |         |
| 4                            | 490  | 345                               | 21                                     | —  | —       | —       |
| 5—9                          | 490  | 345                               | 21                                     | —  | 40      | 30 (35) |
| 10—20                        | 490 (470)  | 345 (325)                         | 21                                     | —  | 30      | 30      |
| 21—32                        | 490 (470)  | 345 (325)                         | 21                                     | —  | 30      | — (30)  |
| <i>Сталь 10Г2С1; 10Г2С1Д</i> |  |                                   |  |  |         |         |
| 4                            | 490  | 355                               | 21                                     | —  | —       | —       |
| 5—9                          | 490  | 345                               | 21                                     | 65   | 40      | 30      |
| 10—20                        | 480  | 335                               | 21                                     | 60   | 30      | 25      |
| 21—32                        | 470  | 325                               | 21                                     | 60   | 30      | — (25)  |
| 33—60                        | 450  | 325                               | 21                                     | 60   | 30      | — (25)  |
| 61—160                       | 430  | 295                               | 21                                     | 60   | 30      | — (25)  |

Продолжение табл. 1.15

| Толщина проката, мм                                      | Механические свойства, не менее                  |                                   |  |  |         |        |
|--|--|-----------------------------------|--|--|---------|--------|
|  | Временное сопротивление разрыву $\sigma_B$ , МПа | Предел текучести $\sigma_T$ , МПа | Относительное удлинение $\delta_5$ , % | Ударная вязкость, Дж/см <sup>2</sup> , при температуре, °С |         |        |
|  |  |                                   |  | -20  | -40     | -70    |
| <i>Сталь 10ХСНД</i>                                      |  |                                   |  |  |         |        |
| 4  | 530  | 390                               | 19                                     | —  | —       | —      |
| 5—9  | 530  | 390                               | 19                                     | —  | 50      | 35     |
| 10—15  | 530  | 390                               | 19                                     | —  | 40      | 30     |
| 16—32  | 530 (—)  | 390 (—)                           | 19 (—)                                 | —  | 50 (—)  | 30 (—) |
| 33—40  | 510 (—)  | 390 (—)                           | 19 (—)                                 | —  | 50 (—)  | 30 (—) |
| <i>Сталь 10ХНДП</i>                                      |  |                                   |  |  |         |        |
| 4  | 470  | 345                               | 20                                     | —  | —       | —      |
| 5—9  | 470  | 345                               | 20                                     | —  | 40      | —      |
| <i>Сталь 15Г2СФ; 15Г2СФД</i>                             |  |                                   |  |  |         |        |
| 4  | 550  | 390                               | 18                                     | —  | 40 (—)  | —      |
| 5—9  | 550  | 390                               | 18                                     | —  | 35 (40) | —      |
| 10—20  | 550  | 390                               | 18                                     | —  | 35      | —      |
| <i>Сталь 15Г2АФДнс<sup>1</sup></i>                       |  |                                   |  |  |         |        |
| 4  | 540  | 390                               | 19                                     | —  | —       | —      |
| 5—9  | 540  | 390                               | 19                                     | —  | 45      | 35     |
| 10—32  | 540  | 390                               | 19                                     | —  | 40      | 30     |
| <i>Сталь 14Г2АФ<sup>1</sup>; 14Г2АФД<sup>1</sup></i>     |  |                                   |  |  |         |        |
| 4  | 540  | 390                               | 20                                     | —  | —       | —      |
| 5—9  | 540  | 390                               | 20                                     | —  | 45      | 35     |
| 10—50  | 540  | 390                               | 20                                     | —  | 40      | 30     |
| <i>Сталь 16Г2АФ<sup>1</sup>; 16Г2АФД<sup>1</sup></i>     |  |                                   |  |  |         |        |
| 4  | 590  | 440                               | 20                                     | —  | —       | —      |
| 5—9  | 590  | 440                               | 20                                     | —  | 45      | 35     |
| 10—32  | 590  | 440                               | 20                                     | —  | 40      | 30     |
| 33—50  | 570  | 410                               | 20                                     | —  | 40      | 30     |
| <i>Сталь 18Г2АФнс<sup>1</sup>; 18Г2АФДнс<sup>1</sup></i> |  |                                   |  |  |         |        |
| 4  | 590  | 440                               | 19                                     | —  | —       | —      |
| 5—9  | 590  | 440                               | 19                                     | —  | 45      | 35     |
| 10—32  | 590  | 440                               | 19                                     | —  | 40      | 30     |
| <i>Сталь 14Г<sup>2</sup><sup>2</sup></i>                 |  |                                   |  |  |         |        |
| 10—32  | 530  | 390                               | 18                                     | —  | 40      | 30     |
| <i>Сталь 10Г2С1<sup>2</sup>; 10Г2С1Д<sup>2</sup></i>     |  |                                   |  |  |         |        |
| 10—40  | 530  | 390                               | 19                                     | —  | 50      | 30     |

| Толщина проката, мм                                  | Механические свойства, не менее                  |                                   |  |  |     |     |
|--|--|-----------------------------------|--|--|-----|-----|
|  | Временное сопротивление разрыву $\sigma_B$ , МПа | Предел текучести $\sigma_T$ , МПа | Относительное удлинение $\delta_5$ , % | Ударная вязкость, Дж/см <sup>2</sup> , при температуре, °С |     |     |
|  |  |                                   |  | +20  | -40 | -70 |
| <i>Сталь 09Г2С<sup>1</sup>; 09Г2СД<sup>2</sup></i>   |  |                                   |  |  |     |     |
| 10—32  | 490  | 365                               | 19                                     | —  | 50  | 30  |
| 33—60  | 450  | 315                               | 21                                     | —  | 50  | 30  |
| <i>Сталь 15Г2СФ<sup>2</sup>; 15Г2СФД<sup>2</sup></i> |  |                                   |  |  |     |     |
| 10—32  | 590  | 440                               | 17                                     | —  | 40  | 30  |

<sup>1</sup> — для сталей по ГОСТ 19282—73\*;  
<sup>2</sup> — для сталей по ГОСТ 19282—73\* поставляемых с термической обработкой (закалка с отпуском).

Примечания: 1. Значения механических свойств в скобках приняты для сталей по ГОСТ 19281—73\*. 2. Значения ударной вязкости листовой и универсальной стали при температуре +20 °С после механического старения должны быть не менее 30 Дж/см<sup>2</sup>; при температуре -20 °С — не ниже норм, установленных для температуры -40 °С, при температуре -50 и -60 °С — не ниже норм, установленных для температуры -70 °С. 3. Свариваемость стали обеспечивается технологией ее изготовления и химическим составом. 4. Прокат должен выдерживать испытание на изгиб в холодном состоянии на оправке диаметром, равным двум толщинам, на угол 180°.

Таблица I.16. Механические свойства низколегированных сталей по ТУ 14-1-3023-80

| Группа прочности   | Вид проката | Толщина листа или полки | Механические свойства, не менее                  |                                   |
|--------------------|-------------|-------------------------|--|-----------------------------------|
|                    |             |                         | Временное сопротивление разрыву $\sigma_B$ , МПа | Предел текучести $\sigma_T$ , МПа |
| <i>Сталь 09Г2</i>  |             |                         |  |                                   |
| 1                  | Фасон       | ≤10                     | 450  | 315                               |
| 1                  | »           | 11—20                   | 440  | 305                               |
| 1                  | »           | 21—30                   | 440  | 295                               |
| 1                  | Лист        | ≤10                     | 450  | 315                               |
| 1                  | »           | 11—20                   | 440  | 305                               |
| 2                  | Фасон, лист | ≤10                     | 470  | 345                               |
| 2                  | »           | 11—20                   | 460  | 335                               |
| <i>Сталь 09Г2С</i> |             |                         |  |                                   |
| 1                  | Фасон       | ≤10                     | 490  | 345                               |
| 1                  | »           | 11—20                   | 470  | 325                               |
| 1                  | »           | 21—30                   | 460  | 305                               |
| 1                  | Лист        | ≤10                     | 490  | 345                               |
| 1                  | »           | 11—20                   | 470  | 325                               |
| 2                  | Фасон       | ≤10                     | 520  | 370                               |
| 2                  | »           | 11—20                   | 500  | 355                               |
| 2                  | Лист        | ≤10                     | 510  | 365                               |
| 2                  | »           | 11—20                   | 490  | 345                               |

Примечания: 1. Ударная вязкость при температуре -20 °С и после механического старения должна быть не менее 30 Дж/см<sup>2</sup>. 2. Изгиб в холодном состоянии — удовлетворительный. 3. Относительное удлинение  $\delta_5$  для всех марок сталей не менее 21 %.



Раздел II

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ И РАСЧЕТ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

II.1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ

1. Геометрические построения стержневых систем (табл. II.1—II.6)

Теорема синусов:

$$a/\sin A = b/\sin B = c/\sin C = 2R;$$

$$\sin \frac{A}{2} = \sqrt{(p-b)(p-c)/bc};$$

$$\cos \frac{A}{2} = \sqrt{p(p-a)/bc}.$$

Теорема косинусов:

$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A; \quad b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos B;$$

$$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C;$$

$$a = b \cos C + c \cos B;$$

$$b = a \cos C + c \cos B;$$

$$c = b \cos A + a \cos B.$$

$$S = 0,5ab \sin C =$$

$$= 2R^2 \sin A \sin B \sin C =$$

$$= \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)} =$$

$$= abc/(4R),$$

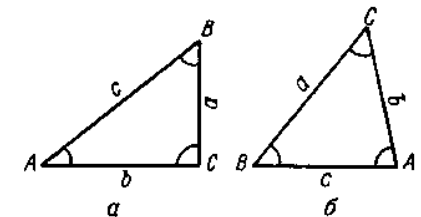


Рис. II.1. К решению треугольников: а — прямоугольного; б — косого.

где S — площадь треугольника; p — полупериметр; R — радиус описанного круга; a, b, c, A, B, C — стороны и углы треугольников (рис. II.1, табл. II.1—II.6).

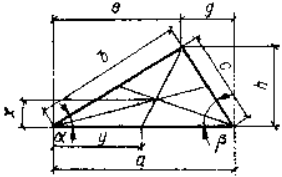
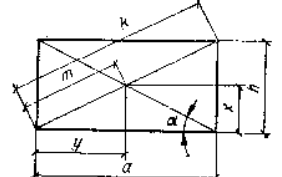
Таблица II.1. Определение параметров прямоугольных треугольников (рис. II.1. а) при C = 90°

| Определяемые параметры | Расчетные формулы при заданных |                         |                         |                        |                           |
|------------------------|--------------------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------------|
|                        | a, b                           | a, c                    | A, a                    | A, b                   | A, c                      |
| A                      | tg A = a/b                     | sin A = a/c             | —                       | —                      | —                         |
| B                      | tg B = b/a                     | cos B = a/c             | 90° - A                 | 90° - A                | 90° - A                   |
| a                      | —                              | —                       | —                       | b tg A                 | c sin A                   |
| b                      | —                              | $\sqrt{c^2 - a^2}$      | a ctg A                 | —                      | c cos A                   |
| c                      | $\sqrt{a^2 + b^2}$             | —                       | a/sin A                 | b/cos A                | —                         |
| S                      | 0,5ab                          | 0,5a $\sqrt{c^2 - a^2}$ | 0,5a <sup>2</sup> ctg A | 0,5b <sup>2</sup> tg A | 0,25c <sup>2</sup> sin 2A |

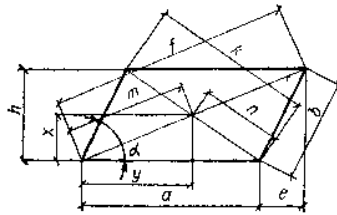
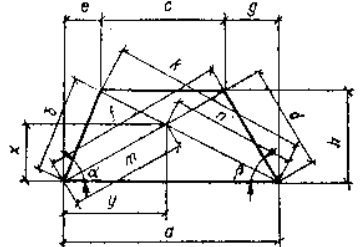
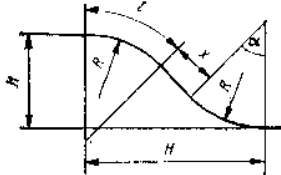
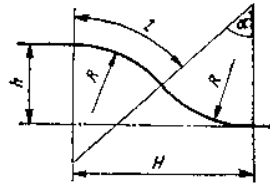
Таблица II.2. Определение параметров косоугольных треугольников (рис. II.1, б)

| Определяемые параметры | Расчетные формулы при заданных         |                               |   |                                      |                                      |
|------------------------|--|-------------------------------|---|--------------------------------------|--------------------------------------|
|                        | <i>a, b, c</i>                         | <i>a, b, A</i>                | <i>a, b, C</i>                              | <i>a, B, C</i>                       | <i>a, A, B</i>                       |
| <i>A</i>               | $\cos A = \frac{c^2 - a^2 + b^2}{2bc}$ | —                             | $\sin A = \frac{a \sin C}{c}$               | $180^\circ - B - C$                  | —                                    |
| <i>B</i>               | $\cos B = \frac{a^2 - b^2 + c^2}{2ac}$ | $\sin B = \frac{b \sin A}{a}$ | $180^\circ - A - C$                         | —                                    | —                                    |
| <i>C</i>               | $\cos C = \frac{a^2 + b^2 - c^2}{2ab}$ | $180^\circ - A - B$           | —   | —                                    | $180^\circ - A - B$                  |
| <i>b</i>               | —                                      | —                             | —   | $a \frac{\sin B}{\sin A}$            | $a \frac{\sin B}{\sin A}$            |
| <i>c</i>               | —                                      | $b \frac{\sin C}{\sin B}$     | $\frac{\sqrt{a^2 + b^2 - c^2}}{2ab \cos C}$ | $a \frac{\sin C}{\sin A}$            | $a \frac{\sin C}{\sin A}$            |
| <i>S</i>               | $\frac{ab}{2} \sin C$                  | $\frac{ab}{2} \sin C$         | $\frac{ab}{2} \sin C$                       | $\frac{a^2 \sin B \sin C}{2 \sin A}$ | $\frac{a^2 \sin B \sin C}{2 \sin A}$ |

Таблица II.3. Определение элементов некоторых плоских фигур

| Определяемые величины | Расчетные формулы  |  |
|-----------------------|--|--|
|                       |  |  |
| <i>h</i>              | $\sqrt{b^2 - e^2}; b \sin \alpha$  | $\sqrt{k^2 - a^2}; k \sin \alpha$  |
| <i>c</i>              | $\sqrt{c^2 - g^2}; c \sin \beta$   | —  |
| <i>e</i>              | $\sqrt{b^2 - h^2}; b \cos \alpha$  | —  |
| <i>g</i>              | $\sqrt{c^2 - h^2}; c \cos \beta$   | —  |
| <i>k</i>              | —  | $\sqrt{h^2 + a^2}$   |
| <i>m</i>              | —  | $0,5k; 0,5 \sqrt{h^2 + a^2}$   |
| <i>x</i>              | $\frac{h}{3}; \frac{b}{3} \sin \alpha; \frac{c}{3} \sin \beta$                     | $h/2; 0,5k \sin \alpha; \sqrt{h^2 - a^2}/2$  |
| <i>y</i>              | $(e + a)/3; (b \cos \alpha + a)/3$   | $a/2; 0,5k \cos \alpha$  |

Продолжение табл. II.3.

| Определяемые величины | Расчетные формулы  |   |
|-----------------------|--|---|
|                       |                                       |    |
| <i>h</i>              | $\sqrt{b^2 - e^2}; b \sin \alpha$  | $\sqrt{b^2 - e^2}; \sqrt{f^2 - (c + e)^2}$  |
| <i>e</i>              | $\sqrt{b^2 - h^2}; b \cos \alpha$  | $\sqrt{d^2 - q^2}; \sqrt{k^2 - (c + q)^2}$  |
| <i>q</i>              | $\sqrt{f^2 - h^2} - a; h \operatorname{ctg} \alpha$  | $\sqrt{b^2 - h^2}; b \cos \alpha$   |
| <i>k</i>              | $\sqrt{h^2 + (a - e)^2}$   | $a - c - q; a - \sqrt{k^2 - h^2}$   |
| <i>f</i>              | $\sqrt{h^2 + (a + e)^2}$   | $\sqrt{d^2 - h^2}; d \cos \beta$  |
| <i>m</i>              | $\sqrt{h^2 + (a + e)^2}/2$   | $a - c - e; a - \sqrt{f^2 - h^2}$   |
| <i>n</i>              | $\sqrt{h^2 + (a - e)^2}/2$   | $\sqrt{h^2 + (a - e)^2}; \sqrt{h^2 + (c + q)^2}$                                      |
| <i>x</i>              | $h/2; 0,5b \sin \alpha$  | $\sqrt{h^2 + (a - q)^2}; \sqrt{h^2 + (c + e)^2}$                                      |
| <i>y</i>              | $(a + e)/2$  | $fa/(a + c)$  |
| <i>alpha</i>          | $\cos \alpha = (-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac})/2a$ ,<br>где $a = (2R - h)^2 + H^2$ ,<br>$b = 4R(h - 2R)$ ,<br>$c = 4R^2 - H^2$ | $ka/(a + c)$  |
|                       |  | $ha/(a + c)$  |
|                       |  | $a(c + e)/(a + c)$  |
|                       |                                     |  |
|                       |  | $\sin \alpha = 2Hh(H^2 + h^2)$  |

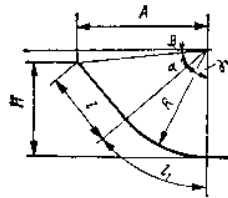
Средне-  
леемые  
величины

Расчетные формулы

$x$   $(H - 2R \sin \alpha) / \cos \alpha$

$l$   $R\alpha$

$R$  —



$R > H$

$l = \sqrt{(R - H)^2 + A^2} - R^2$

$\text{tg } \alpha = l/R; \text{ tg } \beta = (R - H)/A;$

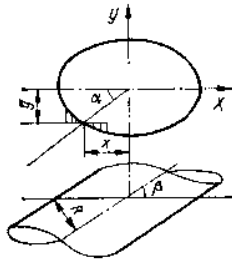
$\gamma = 90^\circ - \alpha - \beta; l_1 = R\gamma;$

$R = H;$

$l = \sqrt{A^2 - R^2};$

$\text{tg } \alpha = l/R; \gamma = 90^\circ - \alpha;$

$l_1 = R\gamma;$



$a$  —

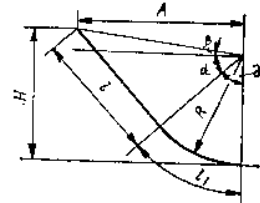
$r$  —

$x$   $R/\sqrt{\text{tg}^2 \alpha + \sin^2 \beta}$

$y$   $R \text{tg } \alpha / \sqrt{\text{tg}^2 \alpha + \sin^2 \beta}$

—  
 $R\alpha$

$(H^2 + h^2)/4h$



$R < H$

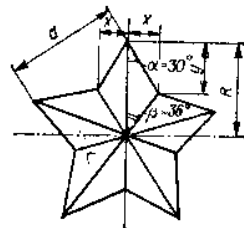
$l = \sqrt{(H - R)^2 + A^2} - R^2$

$\text{tg } (\alpha + \beta) = l/R;$

$\text{tg } \beta = (H - R)/A;$

$\gamma = 90^\circ - \alpha;$

$l_1 = R\gamma;$



1,17537R

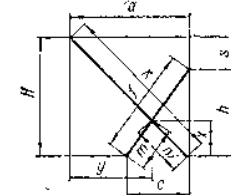
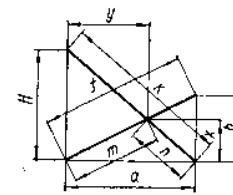
0,54732R

0,32171R

0,55721R

Опреде-  
ляемые  
величины

Расчетные формулы



$f$   $\sqrt{a^2 + h^2}$

$\sqrt{c^2 + h^2}$

$k$   $\sqrt{a^2 + H^2}$

$\sqrt{a^2 + H^2}$

$m$   $fH/(H+h); H\sqrt{a^2+h^2}/(H+h)$   $cfH/(cH+ah); cH\sqrt{c^2+h^2}/(cH+ah)$

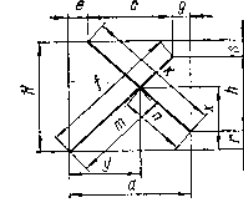
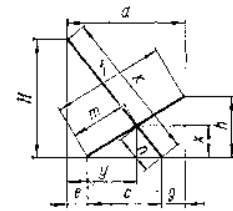
$n$   $kh/(H+h); H\sqrt{a^2+H^2}/(H+h)$   $ckh/(cH+ah); ch\sqrt{a^2+H^2}/(cH+ah)$

$x$   $Hh/(H+h);$

$Hhc/(cH+ah)$

$y$   $Ha/(H+h);$

$(a-ach)/(cH+ah)$



$f$   $\sqrt{(c+q)^2 + h^2}$

$\sqrt{(c+e)^2 + (h+r)^2};$

$\sqrt{(a-q)^2 + (H-s)^2};$

$k$   $\sqrt{(c+e)^2 + H^2}$

$\sqrt{(c+q)^2 + (h+s)^2};$

$\sqrt{(a-e)^2 + (H-r)^2};$

$m$   $\frac{cfH}{(c+e)h + (c+q)H}$

$\frac{f(aH - er)}{(c+q)(h+r) + (c+e)(h+s)}$

$n$   $\frac{ckh}{(c+e)h + (c+q)H}$

$\frac{k(ah + rq)}{(c+q)(h+r) + (c+e)(h+s)}$

$x$   $\frac{cHh}{(c+e)h + (c+q)H}$

$\frac{(h+r)(aH - er)}{(c+q)(h+r) + (c+e)(h+s)}$

$y$   $\frac{(c+e)[eh + H(c+q)]}{(c+e)h + (c+q)H}$

$\frac{(c+e)(aH - er)}{(c+q)(h+r) + (c+e)(h+s)}$





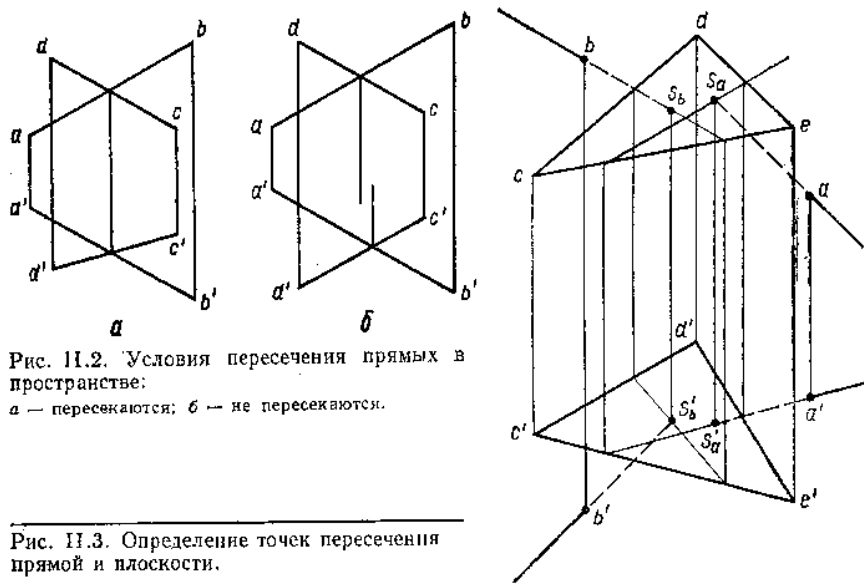


Рис. 11.2. Условия пересечения прямых в пространстве:  
 а — пересекаются; б — не пересекаются.

Рис. 11.3. Определение точек пересечения прямой и плоскости.

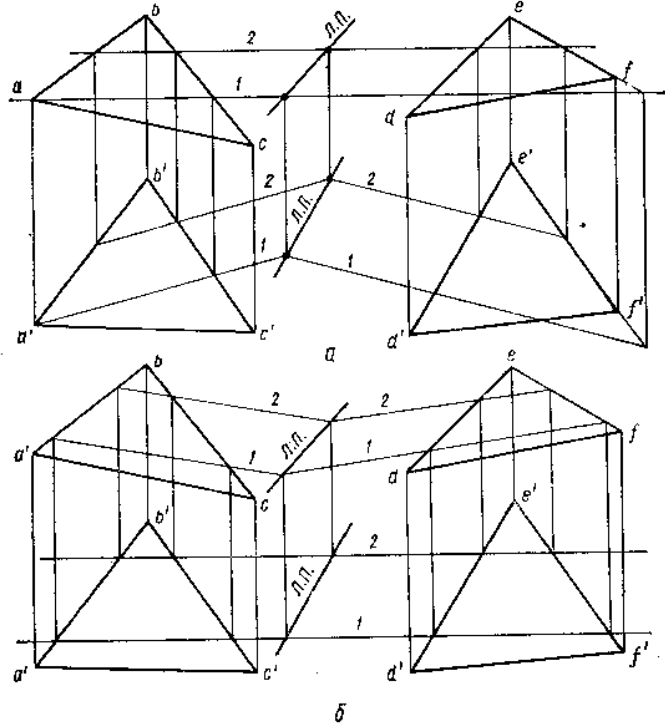


Рис. 11.4. Определение линии пересечения плоскостей общего положения с помощью:  
 а — горизонталей; б — фронталей.

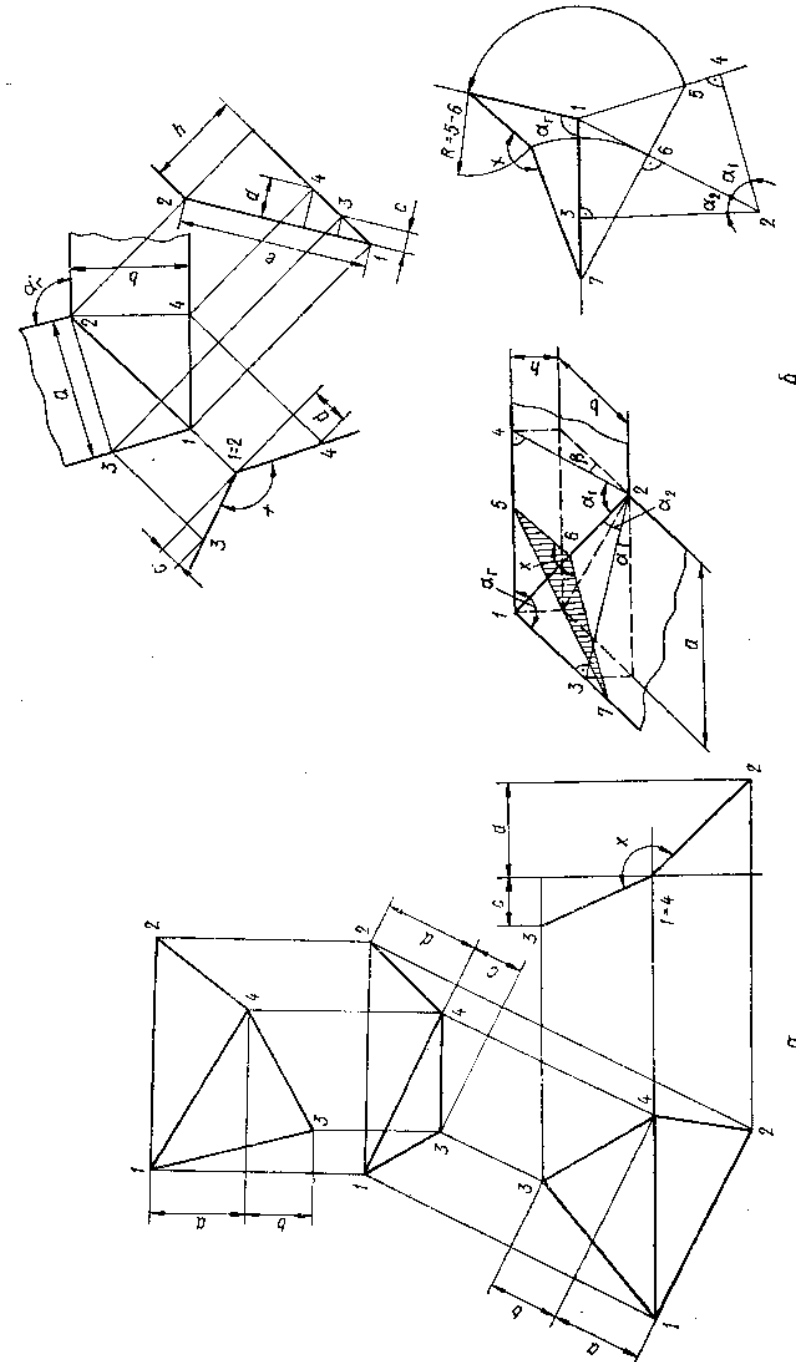
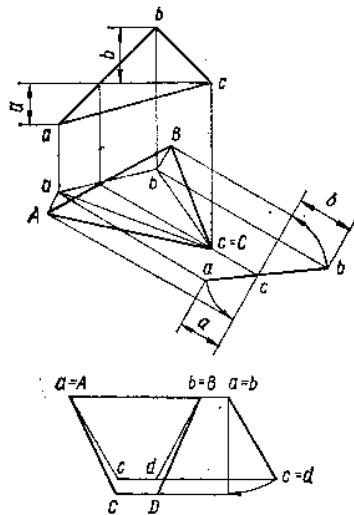


Рис. 11.5. Определение угла между плоскостями способами:  
 а — по перпендикулярным проекциям; б — нормальных сечений.



пересечения данной прямой с полученной линией. Точка пересечения — общая для прямой и плоскости.

Линию пересечения плоскостей общего положения (рис. II.4) находят, используя пересечение прямой и плоскости. Для решения этой задачи выбирают две линии на одной из заданных плоскостей или по одной на каждой плоскости, находят точки пересечения этих прямых с другой плоскостью. Линия, соединяющая эти две точки пересечения, — линия пересечения заданных плоскостей. Решение задачи упрощается, если использовать для этого линии частного положения заданных плоскостей (горизонтали или фронталы).



Угол между плоскостями находят способом перемены плоскостей проекций (рис. II.5, а) и нормальных сечений (рис. II.5, б). С помощью величин  $a, b, c, d$  определяется угол между заданными плоскостями. На основе графического построения иногда целесообразно производить геометрическое определение этих величин.

Натуральные размеры плоскости определяют способом вращения вокруг одной из главных линий плоскости (горизонталы или фронталы) (рис. II.6).

Рис. II.6. Определение натуральных размеров плоскостей.

При значении  $\alpha_r = 90^\circ$  угол ( $x$ ) между плоскостями

$$\operatorname{tg}(x - 90^\circ) = \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta / \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha + \operatorname{tg}^2 \beta} \quad (\text{II.1})$$

или

$$\operatorname{tg}(x - 90^\circ) = ab/(he), \quad (\text{II.2})$$

где  $90^\circ - \alpha$  и  $90^\circ - \beta$  — углы наклона плоскостей;  $e = \sqrt{h^2 + a^2 + b^2}$ ;  $a, b, h, e, \alpha, \alpha_r, \beta$  — по рис. II.5.

## II.2. РАСЧЕТ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

### 1. Общие указания по расчету

Расчет конструкций в соответствии с СТ СЭВ 384—76 «Строительные конструкции и основания. Основные положения по расчету» производят по первой и по второй группам предельных состояний. Значения расчетных нагрузок получают, умножая нормативные нагрузки на соответствующие коэффициенты надежности, учитывающие возможные отклонения нагрузок в неблагоприятную сторону от нормативных значений и устанавливаемые в зависимости от учитываемого предельного состояния.

Значения нормативных нагрузок, коэффициентов надежности, а также других коэффициентов, учитываемых при расчете различных конструкций (коэффициенты динамичности, сочетаний и т. д.), приведены в СНиП 2.01.07-85 и СНиП II-23-81\*.

Расчет конструкций на прочность и устойчивость производят по расчетным нагрузкам, а на выносливость и при определении деформаций и перемещений — по нормативным. При расчете на устойчивость и при определении деформаций и перемещений ослабление сечений отверстиями для болтов не учитывают.

Рассчитывают конструкции на следующие сочетания нагрузок:

- основные, состоящие из постоянных и временных (длительных и кратковременных);
- особые, состоящие из постоянных, временных (длительных и кратковременных) и одной из особых.

Все виды нагрузок в сочетаниях принимают с учетом указаний СНиП 2.01.07-85 «Нагрузки и воздействия».

При расчетах элементов конструкций значения расчетных сопротивлений принимают по табл. I.1 и I.2 с учетом коэффициентов условий работы по табл. II.7.

Таблица II.7. Коэффициенты условий работы по СНиП II-23-81\*

| № п/п | Элементы конструкций  | Коэффициенты условий работы $\gamma_c$ |
|-------|---|--|
| 1     | Сплошные балки: <ol style="list-style-type: none"> <li>перекрытый под залами театров, клубов, кинотеатров, под трибунами, под помещениями магазинов, книгохранилищ и архивов и т. п. при весе перекрытий равном или большем временной нагрузки;</li> <li>при расчетах на общую устойчивость при <math>\varphi_b &lt; 1,0</math>;</li> <li>составные из стали с пределом текучести до 440 МПа, несущие статическую нагрузку и их сечения в местах стыков, выполненные с помощью болтовых соединений (кроме стыков на высокопрочных болтах), при расчетах на прочность</li> </ol>   | 0,9<br>0,95<br>1,1                     |
| 2     | Колонны: <ol style="list-style-type: none"> <li>общественных зданий и опор водонапорных башен;</li> <li>из стали с пределом текучести до 440 МПа и их сечения в местах стыков, выполненные с помощью болтовых соединений (кроме соединений на высокопрочных болтах) при расчетах на прочность</li> </ol>  | 0,95<br>1,1                            |
| 3     | Сжатые элементы стержневых конструкций покрытий и перекрытий: <ol style="list-style-type: none"> <li>основные элементы (кроме опорных) решетки составного таврового сечения из уголков сварных ферм (стропильных и аналогичных им) при гибкости <math>\lambda \geq 60</math>;</li> <li>над залами театров, клубов, кинотеатров, под трибунами, под помещениями магазинов, книгохранилищ и архивов и т. п. при весе перекрытий, равном или большем временной нагрузки;</li> <li>при расчетах на устойчивость (за исключением замкнутых трубчатых сечений);</li> <li>из стали с пределом текучести до 440 МПа, несущие статическую нагрузку, при расчетах на прочность</li> </ol> | 0,8<br>0,9<br>0,95<br>1,05             |
| 4     | Растянутые элементы стержневых конструкций покрытий и перекрытий: <ol style="list-style-type: none"> <li>в сварных конструкциях;</li> </ol>   | 0,95                                   |

| № п/п | Элементы конструкции   | Коэффициенты условий работы $\gamma_c$ |
|-------|--|--|
| 5     | б) из стали с пределом текучести до 440 МПа, несущие статическую нагрузку, при расчетах на прочность   | 1,05                                   |
| 5     | Стыковые накладки в болтовых соединениях (кроме соединений на высокопрочных болтах) из стали с пределом текучести до 440 МПа, несущих статическую нагрузку, при расчетах на прочность:   |  |
|       | а) в растянутых и сжатых элементах стержневых конструкций покрытий и перекрытий;   | 1,05                                   |
|       | б) в сплошных составных балках и колоннах  | 1,1                                    |
| 6     | Затяжки, тяги, оттяжки, подвески, выполненные из прокатной стали   | 0,9                                    |
| 7     | Сжатые элементы решетки пространственных решетчатых конструкций из одиночных равнополочных или неравнополочных (прикрепленных большей полкой) уголков:   |  |
|       | а) прикрепляемые непосредственно к поясам одной полкой сварными швами либо двумя и более болтами, поставленными вдоль уголка:  |  |
|       | раскосы по рис. II.8, а  | 0,9                                    |
|       | распорки по рис. II.8, б, в  | 0,9                                    |
|       | раскосы по рис. II.8, в, г, д  | 0,8                                    |
|       | б) прикрепляемые непосредственно к поясам одной полкой, одним болтом (кроме указанных в п. 7 настоящей таблицы), а также прикрепляемые через фасонку независимо от вида соединения;  | 0,75                                   |
|       | в) при сложной перекрестной решетке с одноболтовыми соединениями по рис. II.8, е   | 0,7                                    |
| 8     | Сжатые элементы из одиночных уголков, прикрепляемые одной полкой (для неравнополочных уголков только меньшей полкой), за исключением элементов конструкций, указанных в п. 7 настоящей таблицы, раскосов по рис. II.8, б, прикрепляемых непосредственно к поясам сварными швами либо двумя и более болтами, поставленными вдоль уголка и плоских ферм из одиночных уголков | 0,75                                   |
| 9     | Опорные плиты из стали с пределом текучести до 285 МПа, несущие статическую нагрузку, толщиной, мм:  |  |
|       | а) до 40   | 1,2                                    |
|       | б) 41—60   | 1,15                                   |
|       | в) 61—80   | 1,1                                    |
| 10    | Прочие конструкции   | 1,0                                    |

Примечания: 1. Коэффициенты условий работы  $\gamma_c < 1$  при расчете одновременно учитывать не следует. 2. Коэффициенты условий работы, приведенные соответственно в п. 3, б, 3, г, 5, а; 1, а и 1; 1, а и 5, б; 2, а и 2, б; 2, а и 5, б; 3, а и 3, г при расчете учитывают одновременно. 3. Коэффициенты условий работы, приведенные в п. 1, б, в; 2, б; 3, а, в, г; 4; 6; 7; 8 (кроме стыковых сварных соединений), при расчете соединений рассматриваемых элементов не учитывают.

## 2. Расчет элементов стальных конструкций на центральное растяжение и сжатие

Расчетные формулы:

на прочность (элементы, подверженные растяжению или сжатию)

$$N/A_n \leq R_y \gamma_c; \quad (II.3)$$

на прочность (растянутые элементы конструкций, эксплуатация которых возможна и после достижения металлом предела текучести) при выполнении условия  $R_u/\gamma_u > R_y$

$$N/A_n \leq R_u \gamma_c / \gamma_u; \quad (II.4)$$

на устойчивость (сплошностенчатые элементы, подверженные сжатию)

$$N/(\varphi A) \leq R_y \gamma_c. \quad (II.5)$$

В этих формулах  $R_y$  и  $R_u$  принимают по табл. I.1 и I.2;  $\gamma_c$  — по табл. II.7;  $\gamma_u = 1,3$  — коэффициент надежности для элементов конструкций, рассчитываемых на прочность с использованием расчетного сопротивления  $R_u$ ;  $\varphi$  — коэффициент продольного изгиба, зависящий от гибкости стержня относительно материальных осей  $\lambda = l_{ef}/i$ .

Численные значения коэффициентов  $\varphi$  для сталей с различным расчетным сопротивлением приведены в табл. II.8, а также могут быть определены на микрокалькуляторе по программе II.1.

Таблица II.8 Коэффициенты  $\varphi$  продольного изгиба центрально-сжатых элементов по СНиП II-23-81\*

| $\lambda$ | $\varphi$ при $R_y$ , МПа |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|           | 175                       | 195 | 205 | 210 | 215 | 220 | 225 | 230 |
| 10        | 989                       | 988 | 988 | 987 | 987 | 987 | 987 | 987 |
| 20        | 969                       | 967 | 966 | 965 | 964 | 964 | 963 | 963 |
| 30        | 943                       | 939 | 937 | 936 | 935 | 935 | 933 | 932 |
| 40        | 913                       | 907 | 904 | 902 | 900 | 899 | 898 | 896 |
| 50        | 879                       | 870 | 865 | 863 | 861 | 859 | 857 | 855 |
| 60        | 841                       | 829 | 823 | 820 | 818 | 815 | 812 | 810 |
| 70        | 799                       | 784 | 777 | 774 | 770 | 767 | 763 | 760 |
| 80        | 755                       | 737 | 728 | 721 | 715 | 709 | 702 | 696 |
| 90        | 700                       | 670 | 656 | 649 | 643 | 636 | 630 | 623 |
| 100       | 636                       | 604 | 589 | 582 | 575 | 568 | 561 | 555 |
| 110       | 575                       | 542 | 527 | 519 | 512 | 505 | 498 | 491 |
| 120       | 518                       | 484 | 469 | 461 | 453 | 446 | 439 | 432 |
| 130       | 465                       | 431 | 415 | 407 | 399 | 392 | 385 | 377 |
| 140       | 416                       | 382 | 365 | 358 | 347 | 340 | 333 | 326 |
| 150       | 371                       | 334 | 318 | 311 | 305 | 298 | 292 | 286 |
| 160       | 326                       | 295 | 282 | 276 | 270 | 264 | 259 | 253 |
| 170       | 291                       | 263 | 251 | 246 | 241 | 235 | 231 | 226 |
| 180       | 261                       | 236 | 226 | 221 | 216 | 212 | 207 | 203 |
| 190       | 236                       | 213 | 204 | 199 | 195 | 191 | 187 | 184 |
| 200       | 214                       | 194 | 185 | 181 | 177 | 174 | 170 | 167 |
| 210       | 195                       | 177 | 169 | 166 | 162 | 159 | 156 | 152 |
| 220       | 179                       | 162 | 155 | 152 | 149 | 146 | 143 | 140 |

| $\lambda$ | $\varphi$ при $R_y$ , МПа |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------|---------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|           | 235                       | 240 | 250 | 260 | 270 | 280 | 290 | 300 |
| 10        | 986                       | 986 | 986 | 986 | 985 | 985 | 985 | 984 |
| 20        | 962                       | 962 | 961 | 960 | 959 | 958 | 957 | 956 |
| 30        | 931                       | 930 | 929 | 927 | 925 | 923 | 922 | 920 |
| 40        | 895                       | 893 | 890 | 888 | 885 | 882 | 880 | 877 |

Продолжение табл. II.8

| λ   | φ при R <sub>y</sub> , МПа |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|     | 235                        | 240 | 250 | 260 | 270 | 280 | 290 | 300 |
| 50  | 853                        | 851 | 847 | 843 | 839 | 836 | 832 | 829 |
| 60  | 807                        | 804 | 799 | 794 | 789 | 784 | 780 | 775 |
| 70  | 757                        | 753 | 747 | 741 | 733 | 724 | 714 | 705 |
| 80  | 691                        | 686 | 673 | 662 | 652 | 641 | 631 | 621 |
| 90  | 617                        | 611 | 599 | 587 | 575 | 565 | 554 | 543 |
| 100 | 548                        | 542 | 529 | 517 | 505 | 493 | 482 | 471 |
| 110 | 484                        | 478 | 464 | 451 | 439 | 427 | 415 | 404 |
| 120 | 425                        | 418 | 404 | 391 | 379 | 366 | 354 | 341 |
| 130 | 370                        | 364 | 348 | 335 | 324 | 313 | 303 | 293 |
| 140 | 320                        | 315 | 302 | 291 | 281 | 272 | 263 | 255 |
| 150 | 281                        | 275 | 265 | 256 | 247 | 239 | 231 | 224 |
| 160 | 248                        | 244 | 235 | 226 | 219 | 212 | 205 | 198 |
| 170 | 222                        | 218 | 209 | 202 | 195 | 189 | 183 | 177 |
| 180 | 199                        | 196 | 186 | 182 | 175 | 170 | 164 | 159 |
| 190 | 180                        | 177 | 170 | 164 | 159 | 154 | 149 | 144 |
| 200 | 164                        | 161 | 155 | 149 | 144 | 140 | 135 | 131 |
| 210 | 150                        | 147 | 141 | 137 | 132 | 128 | 124 | 120 |
| 220 | 137                        | 135 | 130 | 125 | 121 | 118 | 114 | 110 |

| λ   | φ при R <sub>y</sub> , МПа |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|     | 305                        | 310 | 315 | 320 | 325 | 330 | 335 | 340 |
| 10  | 984                        | 984 | 984 | 984 | 983 | 983 | 983 | 983 |
| 20  | 956                        | 955 | 955 | 955 | 954 | 954 | 953 | 953 |
| 30  | 919                        | 918 | 918 | 917 | 916 | 915 | 915 | 914 |
| 40  | 876                        | 875 | 874 | 873 | 871 | 870 | 869 | 868 |
| 50  | 827                        | 825 | 823 | 822 | 820 | 818 | 817 | 815 |
| 60  | 773                        | 770 | 768 | 766 | 764 | 761 | 759 | 757 |
| 70  | 701                        | 696 | 692 | 687 | 683 | 679 | 675 | 671 |
| 80  | 617                        | 612 | 607 | 602 | 598 | 593 | 589 | 584 |
| 90  | 538                        | 533 | 528 | 522 | 518 | 513 | 508 | 503 |
| 100 | 465                        | 460 | 454 | 448 | 444 | 439 | 434 | 429 |
| 110 | 398                        | 392 | 387 | 381 | 376 | 371 | 365 | 360 |
| 120 | 336                        | 331 | 326 | 321 | 317 | 312 | 308 | 304 |
| 130 | 289                        | 284 | 280 | 276 | 272 | 268 | 265 | 261 |
| 140 | 251                        | 247 | 244 | 240 | 237 | 233 | 230 | 227 |
| 150 | 220                        | 217 | 214 | 211 | 208 | 205 | 202 | 199 |
| 160 | 195                        | 192 | 190 | 187 | 184 | 182 | 179 | 177 |
| 170 | 175                        | 172 | 169 | 167 | 165 | 162 | 160 | 158 |
| 180 | 157                        | 155 | 152 | 150 | 148 | 146 | 144 | 142 |
| 190 | 142                        | 140 | 138 | 136 | 134 | 132 | 131 | 129 |
| 200 | 129                        | 127 | 126 | 124 | 122 | 120 | 119 | 117 |
| 210 | 118                        | 117 | 115 | 113 | 112 | 110 | 109 | 107 |
| 220 | 109                        | 107 | 106 | 104 | 103 | 101 | 100 | 099 |

| λ  | φ при R <sub>y</sub> , МПа |     |     |     |     |     |     |
|----|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|    | 345                        | 355 | 360 | 370 | 375 | 400 | 515 |
| 10 | 983                        | 983 | 983 | 982 | 982 | 981 | 979 |
| 20 | 952                        | 952 | 951 | 950 | 950 | 948 | 940 |
| 30 | 913                        | 912 | 911 | 909 | 909 | 905 | 891 |
| 40 | 866                        | 864 | 863 | 861 | 860 | 854 | 832 |

Продолжение табл. II.8

| λ   | φ при R <sub>y</sub> , МПа |     |     |     |     |     |     |
|-----|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|     | 345                        | 355 | 360 | 370 | 375 | 400 | 515 |
| 50  | 813                        | 810 | 809 | 806 | 806 | 796 | 766 |
| 60  | 755                        | 751 | 749 | 743 | 739 | 721 | 652 |
| 70  | 667                        | 659 | 654 | 647 | 643 | 623 | 545 |
| 80  | 580                        | 571 | 566 | 558 | 554 | 532 | 445 |
| 90  | 499                        | 489 | 483 | 476 | 471 | 447 | 352 |
| 100 | 424                        | 414 | 408 | 399 | 394 | 369 | 288 |
| 110 | 355                        | 344 | 338 | 331 | 327 | 306 | 241 |
| 120 | 300                        | 292 | 287 | 281 | 277 | 260 | 204 |
| 130 | 257                        | 251 | 247 | 241 | 238 | 222 | 176 |
| 140 | 224                        | 218 | 215 | 210 | 207 | 195 | 153 |
| 150 | 197                        | 192 | 189 | 185 | 182 | 171 | 135 |
| 160 | 174                        | 170 | 168 | 164 | 162 | 152 | 120 |
| 170 | 156                        | 152 | 150 | 146 | 145 | 136 | 108 |
| 180 | 140                        | 137 | 135 | 132 | 130 | 123 | 097 |
| 190 | 127                        | 124 | 122 | 119 | 118 | 110 | 088 |
| 200 | 116                        | 113 | 111 | 109 | 107 | 101 | 080 |
| 210 | 106                        | 103 | 102 | 100 | 098 | 093 | 074 |
| 220 | 097                        | 095 | 094 | 092 | 091 | 086 | 068 |

Примечания: 1. Значения коэффициентов увеличены в 1000 раз. 2. Промежуточные значения коэффициентов определяют интерполяцией.

**Программа II.1. Определение коэффициентов продольного изгиба для центрально сжатых элементов**

|   | 0   | 1              | 2   | 3   | 4     | 5   | 6   | 7   | 8              | 9     |
|---|-----|----------------|-----|-----|-------|-----|-----|-----|----------------|-------|
| 0 | ИПА | +              | П9  | √   | ×     | ПД  | ИПВ | ХУ  | —              | Х √ 0 |
| 1 | 27  | ИПС            | ИПД | —   | Х < 0 | 42  | ИП8 | ИПД | Х <sup>2</sup> | +     |
| 2 | ИП7 | ИПД            | —   | +   | С/П   | БП  | 00  | 1   | ИП1            | ИП4   |
| 3 | ИП9 | ×              | —   | ИПД | √     | ИПД | ×   | ×   | —              | С/П   |
| 4 | БП  | 00             | ИП3 | ИП5 | ИП9   | ×   | —   | ИП2 | ИП6            | ИП9   |
| 5 | ×   | —              | ИПД | ×   | —     | ИПО | ИП4 | ИП9 | ×              | —     |
| 6 | ИПД | Х <sup>2</sup> | ×   | +   | С/П   | БП  | 00  |     |                |       |

Инструкция: (0,0275 = P0; 0,073 = P1; 0,371 = P2; 1,47 = P3; 5,53 = P4; 13 = P5; 27,3 = P6; 51 = P7; 332 = P8; 2,1 · 10<sup>6</sup> = PА; 2,5 = PВ; 4,5 = PС); λ = PХ; †; R<sub>y</sub> = PХ; (В/О); С/П; PХ = φ.

Тестовый пример: 70 = PХ; †; 2050 = PХ; В/О; С/П (~8 с); PХ = 7,8134 × 10<sup>-1</sup>; P9 = 9,7619047 · 10<sup>-3</sup>; PД = 2,1870832; 90 = PХ; †; 2050 = PХ; С/П; PХ = 6,6377072 · 10<sup>-1</sup>; PД = 2,8119641; 150 = PХ; †; 2050 = PХ; С/П (~8 с); PХ = 3,2637315 · 10<sup>-1</sup>; PД = 4,6866069.

Для сжатых стержней составного сечения, ветви которых соединены планками или решетками, коэффициент φ относительно свободной оси (перпендикулярной плоскости планок или решеток):

а) при  $0 < \bar{\lambda}_{ef} < 2,5$

$$\varphi = 1 - (0,073 - 5,53R_y/E) \bar{\lambda}_{ef} \sqrt{\bar{\lambda}_{ef}}; \quad (II.6)$$

б) при  $2,5 < \bar{\lambda}_{ef} < 4,5$

$$\varphi = 1,47 - 13R_y/E - (0,371 - 27,3R_y/E) \bar{\lambda}_{ef} + (0,0275 - 5,53R_y/E) \bar{\lambda}_{ef}^2; \quad (II.7)$$

в) при  $\bar{\lambda}_{ef} > 4,5$

$$\varphi = 332 / [\bar{\lambda}_{ef}^2 (51 - \bar{\lambda}_{ef})]. \quad (II.8)$$

Здесь  $\bar{\lambda}_{ef}$  — условная приведенная гибкость стержня сквозного сечения,  $\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \sqrt{R_y/E}$ , зависящая от приведенной гибкости стержня сквозного сечения  $\lambda_{ef}$ , определяемой по рекомендациям СНиП II-23-81\*.

Составные стержни с решетками (рис. II.7) проверяют на устойчивость отдельных ветвей на участках между узлами, при этом гибкость отдельных ветвей на участке между планками должна быть не более 40; отдельных ветвей между узлами решетки — не более 80 и не превышать приведенную гибкость  $\bar{\lambda}_{ef}$  стержня в целом.

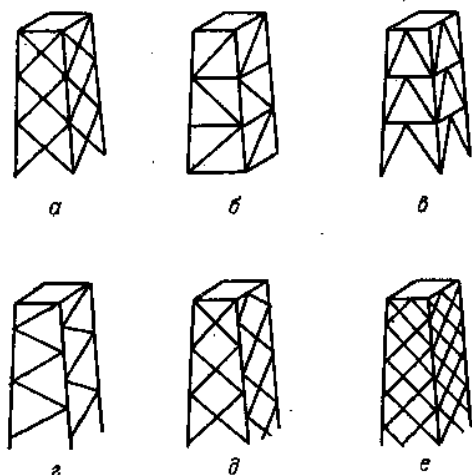


Рис. II.7. Схемы пространственных решетчатых конструкций:

а—е — с совмещенными в смежных гранях узлами; е—е — с несовмещенными в смежных гранях узлами.

Если расчет стержней выполнен по деформированной схеме, допускается принимать гибкость ветви  $\lambda \leq 120$ .

Составные элементы из уголков, швеллеров и т. п., соединенные вплотную или через планки, рассчитывают как сплошнотенчатые, если расстояния на участках между приваренными планками (в свету) или между центрами крайних болтов не превышают  $40i$  для сжатых элементов,  $80i$  для растянутых. В пределах длины сжатого элемента следует ставить не менее двух прокладок. Радиус инерции  $i$  уголка или швеллера принимают для тавровых или двутавровых сечений относительно оси, параллельной плоскости расположения прокладок, а для крестовых сечений — минимальный.

Соединительные планки и решетки сжатых составных стержней рассчитывают на условную поперечную силу, принимаемую постоянной по всей длине стержня,

$$Q_{fic} = 7,15 \cdot 10^{-6} (2330 - E/R_y) N / \varphi. \quad (II.9)$$

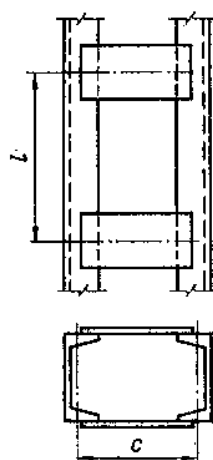


Рис. II.8. Составной стержень на планках.

При наличии только соединительных планок или решеток условную поперечную силу  $Q_{fic}$  распределяют поровну между планками или решетками, расположенными в плоскостях, перпендикулярных оси, относительно которой производят проверку устойчивости. Если кроме соединительных планок или решеток ветви соединены также сплошным листом,  $Q_{fic}$  распределяют поровну между листом и планками или решетками, расположенными в плоскостях, параллельных листу.

При расчете равнобедренных трехгранных составных стержней условную поперечную силу  $Q_{fic}$ , приходящуюся на систему соединительных элементов, расположенных в одной плоскости, принимают равной  $0,8Q_{fic}$ .

Соединительные планки и их крепления рассчитывают как элементы безраскосных ферм на силу  $F = Q_{fic}/b$ , срезающую планку, и момент  $M_1 = 0,5Q_{fic}l$ , изгибающий планку в ее плоскости (рис. II.8), соединительные решетки — как решетки ферм. При расчете перекрестных раскосов крестовой решетки с распорками учитывают дополнительное усилие, возникающее в каждом раскосе от обжатия поясов,

$$N_{ad} = \alpha N A_d / A, \quad (II.10)$$

где  $N$  — усилие в одной ветви стержня;  $A_d$  — площадь одного раскоса;  $A$  — площадь одной ветви;  $\alpha$  — коэффициент, определяемый по формуле

$$\alpha = al^2 / (a^3 + 2b^3), \quad (II.11)$$

где  $a, b, l$  — размеры по СНиП II-23-81\*.

Стержни, уменьшающие расчетную длину сжатых элементов, рассчитывают на усилие, равное  $Q_{fic}$ , в основном сжатом стержне.

Расчетная длина колонн и стоек постоянного сечения, а также отдельных участков ступенчатых колонн  $l_{ef} = \mu l$ , где  $l$  — длина колонны, отдельного участка ее или высота этажа;  $\mu$  — коэффициент расчетной длины. Коэффициенты  $\mu$  для колонн и стоек постоянного сечения в зависимости от условий закрепления концов и вида нагрузки принимают по табл. II.9.

Таблица II.9. Коэффициенты  $\mu$  для определения расчетных длин колонн и стоек постоянного сечения по СНиП II-23-81\*

| Схема закрепления и вид нагрузки | $\mu$ |
|----------------------------------|-------|
|                                  | 1     |
|                                  | 0,7   |
|                                  | 0,5   |
|                                  | 2     |
|                                  | 1     |
|                                  | 2     |
|                                  | 0,725 |
|                                  | 1,12  |

Коэффициент  $\mu$  для колонн постоянного сечения одноэтажных рам в плоскости рамы при жестком креплении ригелей к колоннам, при нагружении верхних узлов и закреплении колонн в фундаментах: шарнирном

$$\mu = 2\sqrt{1 + 0,38/n}; \quad (II.12)$$

жестком

$$\mu = \sqrt{(n + 0,56)/(n + 0,14)} \quad (II.13)$$

при

$$n = l_c(I_{r1}/l_{r1} + I_{r2}/l_{r2})/I_c, \quad (II.14)$$

где  $I_c$  и  $l_c$  — соответственно момент инерции сечения и длина проверяемой колонны;  $I_{r1}$ ,  $I_{r2}$ ,  $l_{r1}$ ,  $l_{r2}$  — соответственно моменты инерции сечения и длина ригелей, примыкающих к данной колонне.

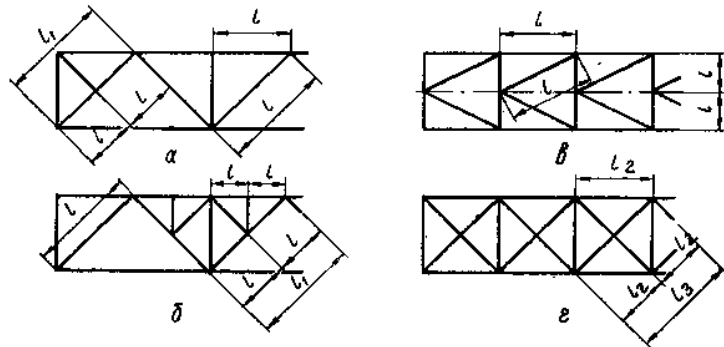


Рис. II.9. Схемы ферм для определения расчетных длин элементов: а, б — треугольная решетка соответственно со стойками и шпренгелем; в — полураскосная треугольная решетка; г — перекрестная решетка со стойками.

При шарнирном креплении ригеля к колонне принимают  $\mu = 2$ . Коэффициенты  $\mu$  для отдельных участков ступенчатых колонн, а также колонн многоэтажных зданий определяют по рекомендациям СНиП II-23-81\*.

Расчетную длину колонн из плоскости рамы принимают равной расстояниям между закрепленными от смещения из плоскости рамы точками (опорами колонн, подкрановых балок и подстропильных ферм, узлами крепления связей и ригелей и т. п.). Расчетная длина элементов плоских ферм и связей (рис. II.9) приведена в табл. II.10. Расчетную длину элементов пространственных конструкций определяют по рекомендациям СНиП II-23-81\*. Предельная гибкость  $\lambda_{пр}$  сжатых и растянутых элементов приведена в табл. II.11.

Таблица II.10. Расчетная длина  $l_{ef}$  элементов плоских ферм и связей по СНиП II-23-81\*

| Направление продольного изгиба и характеристика узла пересечения стержней           | Стержни перекрестной решетки, если поддерживающий стержень |             |          | Все элементы, кроме стержней перекрестной решетки |                          |                         |
|---|--|-------------|----------|---|--------------------------|-------------------------|
|   | растянут   | не работает | сжат     | полюсов   | опорных раскосов и стоек | прочих стержней решетки |
| В плоскости фермы для ферм:   |  |             |          |   |                          |                         |
| а) из одиночных уголков; с креплением элементов решетки к поясам впритык;           | —  | —           | —        | $l$   | $l$                      | $0,9l$                  |
| б) с перекрестной решеткой;   | $l$  | $l$         | $l$      | —   | —                        | —                       |
| в) прочих   | —  | —           | —        | $l$   | $l$                      | $0,8l$                  |
| Из плоскости фермы для ферм:  |  |             |          |   |                          |                         |
| а) с поясами из замкнутых профилей с креплением элементов решетки к поясам впритык; | —  | —           | —        | $l_1$   | $l_1$                    | $0,9l_1$                |
| б) прочих, кроме ферм с перекрестной решеткой;                                      | —  | —           | —        | $l_1$   | $l_1$                    | $l_1$                   |
| в) с перекрестной решеткой, если оба элемента не прерываются;                       | $l_2$  | $0,7l_3$    | $l_3$    | —   | —                        | —                       |
| г) то же, если рассматриваемый элемент не прерывается;                              | $0,7l_3$   | $l_3$       | $1,4l_3$ | —   | —                        | —                       |
| д) то же, если рассматриваемый элемент не перекрывается фасолкой                    | $0,7l_3$   | —           | —        | —   | —                        | —                       |

Примечания: 1.  $l$  — геометрическая длина элемента (расстояние между центрами узлов) в плоскости фермы;  $l_1$  — расстояние между узлами, закрепленными от смещения из плоскости фермы;  $l_2$  — расстояние от центра узла фермы до пересечения элементов;  $l_3$  — полная геометрическая длина элемента (рис. II.9). 2. Расчетную длину из плоскости фермы элемента, по длине которого действуют сжимающие силы  $N_1$  и  $N_2$  (при  $N_1 > N_2$ ), вычисляют по формуле  $l_{ef} = l_1(0,75 + 0,25 N_1/N_2)$ , а расчет на устойчивость выполняют на силу  $N_1$ .

Таблица II.11. Предельная гибкость  $\lambda_{пр}$  сжатых и растянутых элементов по СНиП II-23-81\*

| № п/п | Элементы конструкций  | Предельная гибкость $\lambda_{пр}$ элементов |   |             |
|-------|---|--|---|-------------|
|       |   | сжатых                                       | растянутых при воздействии на конструкцию нагрузок      |             |
|       |   |  | динамических, приложенных непосредственно к конструкции | статических |
| 1     | Пояса, опорные раскосы и стойки, передающие опорные реакции:                |  |   |             |
|       | а) плоских ферм, структурных конструкций;                                   | $180-60\alpha$                               | 250   | 400         |
|       | б) пространственных конструкций из труб или парных уголков высотой до 50 м; | $180-60\alpha$                               | —   | —           |

Продолжение табл. П.11

| № п/п | Элементы конструкций   | Предельная гибкость $\lambda_{пр}$ элементов |  |             |
|-------|--|--|--|-------------|
|       |  | сжатых                                       | растянутых при воздействии на конструкцию нагрузок       |             |
|       |  |  | динамических, приложенных непосредственно к конструкциям | статических |
|       | в) пространственных конструкций из одиночных уголков, тоже из труб и парных уголков высотой свыше 50 м   | 120  | —  | —           |
| 2     | Элементы пространственных и структурных конструкций, кроме указанных в п. 1 и 9:   |  |  |             |
|       | а) из труб и парных уголков, сварных из одиночных уголков;   | 210—60 $\alpha$                              | 350  | 400         |
|       | б) из одиночных уголков с болтовыми соединениями   | 220—40 $\alpha$                              | 350  | 400         |
| 3     | Элементы плоских ферм, кроме оголовенных в п. 1  | 210—60 $\alpha$                              | 350  | 400         |
| 4     | Верхние пояса ферм, незакрепленные в процессе монтажа (предельную гибкость после завершения монтажа принимать по п. 1)   | 220  | —  | —           |
| 5     | Основные колонны   | 180—60 $\alpha$                              | —  | —           |
| 6     | Второстепенные колонны, элементы решетки колонн  | 210—60 $\alpha$                              | —  | —           |
| 7     | Элементы вертикальных связей между колоннами (ниже подкрановых балок)  | 210—60 $\alpha$                              | 300  | 300         |
| 8     | Прочие элементы связей, а также стержни, служащие для уменьшения расчетной длины сжатых стержней и другие ненагруженные элементы, кроме указанных в п. 9   | 200  | 400  | 400         |
| 9     | Сжатые и ненагруженные элементы пространственных конструкций таврового и крестового сечения, подверженные воздействию ветровых нагрузок, при проверке гибкости в вертикальной плоскости                              | 150  | —  | —           |
| 10    | Пояса и опорные раскосы ЛЭП  | —  | 250  | —           |
| 11    | Элементы опор ЛЭП, кроме указанных в пп. 10 и 12   | —  | 350  | —           |
| 12    | Элементы пространственных конструкций таврового и крестового сечения (а в тягах траверс опор ЛЭП и из одиночных уголков), подверженных воздействию ветровых нагрузок, при проверке гибкости в вертикальной плоскости | —  | 150  | —           |

Продолжение табл. П.11

| № п/п | Элементы конструкций                | Предельная гибкость $\lambda_{пр}$ элементов |  |             |
|-------|-------------------------------------|--|--|-------------|
|       |                                     | сжатых                                       | растянутых при воздействии на конструкцию нагрузок       |             |
|       |                                     |  | динамических, приложенных непосредственно к конструкциям | статических |
| 13    | Нижние пояса подкрановых балок ферм | —  | —  | 150         |

Примечания: 1.  $\alpha = N/(\varphi AR_y \gamma_c)$  — коэффициент, принимаемый не менее 0,3 (в необходимых случаях вместо  $\varphi$  следует применять  $\varphi_0$ ). 2. В сооружениях, не подвергающихся динамическим воздействиям, гибкость растянутых элементов проверяют только в вертикальных плоскостях. 3. Гибкость растянутых элементов, подвергнутых предварительному напряжению, не ограничивается. 4. Для растянутых элементов, в которых при неблагоприятном расположении нагрузки может измениться знак усилия, предельную гибкость принимают как для сжатых элементов; при этом соединительные прокладки в составных элементах необходимо устанавливать не реже, чем через 40%. 5. Значения предельных гибкостей при краевых группах режимов работы 7 К (в цехах металлургического производства) и 8 К по ГОСТ 25546—82. 6. К динамическим нагрузкам, приложенным непосредственно к конструкциям, относятся нагрузки, принимаемые в расчетах на выносливость или с учетом коэффициентов динамичности.

### 3. Расчет элементов стальных конструкций на изгиб

Расчетные формулы:

на прочность при изгибе в одной из главных плоскостей (кроме балок с гибкой или перфорированной стенкой, а также подкрановых балок)

$$M/W_{nmin} \leq R_y \gamma_c \quad (II.15)$$

на прочность при изгибе в двух главных плоскостях

$$M_{xy}/I_{xn} \pm M_y x/I_{yn} \leq R_y \gamma_c \quad (II.16)$$

для стенок балок, рассчитываемых по формуле II.15,

$$\sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} \leq 1,15 R_y \gamma_c \quad (II.17)$$

$$\tau_{xy} \leq R_s \gamma_c \quad (II.18)$$

касательные напряжения в сечениях изгибаемых элементов

$$\tau = QS/(It) \leq R_s \gamma_c \quad (II.19)$$

касательные напряжения в стенках изгибаемых элементов, ослабленных отверстиями для болтов,

$$\tau \alpha = QS/(It) \leq R_s \gamma_c \quad (II.20)$$

на устойчивость балок двутаврового сечения, изгибаемых в плоскости стенки, которые удовлетворяют проверкам по формулам (II.15), (II.17) — (II.20),

$$M/(\varphi_b W_c) \leq R_y \gamma_c \quad (II.21)$$

В этих формулах  $R_y, R_s$  — расчетные сопротивления по табл. I.1 и I.2;  $\gamma_c$  — коэффициент условий работы по табл. II.7;  $\alpha = a/(a-d)$ , где  $a$  — шаг отверстий;  $d$  — диаметр отверстий;  $\Phi_b$  — коэффициент, принимаемый в соответствии с рекомендациями СНиП II-23-81\*;  $F$  — расчетное значение местной нагрузки.

При расчете на прочность стенки балки в местах приложения нагрузки к верхнему поясу, а также в опорных сечениях балки, не укрепленных ребрами жесткости, местное напряжение

$$\sigma_{loc} = F/(l_{ef}) \leq R_y \gamma_c. \quad (II.22)$$

При расчете на устойчивость учитывают также напряжения:

$$\sigma = M_y/I_x \quad (II.23)$$

$$\tau = Q/(th) \quad (II.24)$$

Здесь  $l_{ef}$  — условная длина распределения нагрузки, определяемая в зависимости от условий опирания;  $h$  — полная высота стенки;  $M$  и  $Q$  — средние значения соответственно момента и поперечной силы в пределах отсека; если длина отсека больше его расчетной высоты,  $M$  и  $Q$  вычисляют для более напряженного участка с длиной, равной высоте отсека; если в пределах отсека момент или поперечная сила меняют знак, их средние значения вычисляют на участке отсека с одним знаком.

Если сосредоточенная нагрузка приложена к растянутому поясу, одновременно учитывают  $\sigma$  и  $\tau$  или  $\sigma_{loc}$  и  $\tau$ .

Проверка устойчивости стенки балки не требуется, если при выполнении условий по формулам (II.17) и (II.18) условная гибкость стенки  $\bar{\lambda}_{sw} = h_{ef} \sqrt{R_y/E} / t$  не превышает значений 3,5 и 3,2 при отсутствии местного напряжения в балках соответственно с дву- и односторонними швами, а также 2,5 при наличии местного напряжения в балках с двусторонними поясными швами. При этом стенку балки укрепляют поперечными ребрами жесткости, если  $\bar{\lambda}_{sw} > 3,2$  — при отсутствии подвижной нагрузки на поясе и  $\bar{\lambda}_{sw} > 2,2$  — при ее наличии. Относительные прогибы изгибаемых элементов определяют по формуле

$$f/l = M_n I / (10EI) = \sigma_n l / (5Eh), \quad (II.25)$$

где  $f$  — абсолютный прогиб;  $l, h, I$  — длина, высота и момент инерции балки;  $M_n$  и  $\sigma_n$  — изгибающий момент и напряжения от нормативных нагрузок;  $E = 2,1 \cdot 10^6$  — модуль упругости стали.

Предельные относительные прогибы изгибаемых элементов приведены в табл. II.12.

Таблица II.12. Предельные прогибы изгибаемых элементов по СНиП II-23-81\*

| № п/п | Элементы конструкции   | Предельные прогибы, доли пролета |
|-------|--|----------------------------------|
| 1     | Балки и фермы крановых путей под краны группы режимов по ГОСТ 25546-82:<br>1К-3К<br>4К-5К<br>6К-8К | $1/400$<br>$1/500$<br>$1/600$    |

| № п/п | Элементы конструкции   | Предельные прогибы, доли пролета |
|-------|--|----------------------------------|
| 2     | Балки рабочих площадок производственных зданий при наличии рельсовых путей:<br>ширококолейных<br>узкоколейных  | $1/600$<br>$1/400$               |
| 3     | Балки рабочих площадок производственных зданий при отсутствии рельсовых путей и балки междуэтажных перекрытий:<br>главные<br>прочие и косоуры лестниц                | $1/400$<br>$1/250$               |
| 4     | Балки и фермы покрытий и чердачных перекрытий:<br>несущие подвесное подъемно-транспортное или технологическое оборудование в местах его подвеса<br>прочие<br>прогоны | $1/400$<br>$1/250$<br>$1/200$    |
| 5     | Элементы фахверка:<br>ригели<br>прогоны остекления   | $1/300$<br>$1/200$               |
| 6     | Стальной настил рабочих площадок и профилированный настил покрытий   | $1/150$                          |

Примечания: 1. Для консолей принимают пролет  $l$ , равный удвоенному вылету консоли. 2. При наличии штукатурки прогиб балок перекрытий, только от кратковременной нагрузки не должен превышать  $1/350$  длины пролета. 3. Прогибы определяют от нормативной нагрузки без учета ослабления сечений отверстиями для болтов и коэффициентов динамичности. 4. При наличии подвесного потолка относительный прогиб балок и ферм определяют только от временных нагрузок.

#### 4. Расчет элементов стальных конструкций, подверженных действию осевой силы с изгибом

Расчетные формулы:  
на прочность:

$$N/A_n \pm M_x y / I_{xn} \pm M_y x / I_{yn} < R_y \gamma_c; \quad (II.26)$$

на устойчивость внецентренно сжатых и сжато-изгибаемых элементов постоянного сечения в плоскости действия момента, совпадающей с плоскостью симметрии,

$$N / (\varphi_e A) \leq R_y \gamma_c; \quad (II.27)$$

на устойчивость внецентренно сжатых элементов постоянного сечения из плоскости действия момента при изгибе их в плоскости наибольшей жесткости, совпадающей с плоскостью симметрии,

$$N / (\varphi_y A) \leq R_y \gamma_c; \quad (II.28)$$

на устойчивость сплошностенчатых стержней, подверженных сжатию и изгибу в двух главных плоскостях, при совпадении плоскости наибольшей жесткости с плоскостью симметрии

$$N / (\varphi_{oxy} A) \leq R_y \gamma_c. \quad (II.29)$$

Дополнительные проверки кроме расчета по формуле (II.27) выполняют для внецентренно сжатых элементов:

выполненные из стали с пределом текучести более 580 МПа и резко несимметричными сечениями на прочность

$$N/A_n - M/(\delta W_{nt}) \leq R_a \gamma_c / \gamma_{nt} \quad (11.30)$$

изгибаемых в плоскости наименьшей жесткости ( $I_y < I_x$ ,  $e_y \neq 0$ ) при  $\lambda_x > \lambda_y$  на устойчивость из плоскости действия момента

$$N/(\varphi_x A) \leq R_y \gamma_c \quad (11.31)$$

При  $\lambda_x \leq \lambda_y$  проверку по формуле (11.30) не производят. В сквозных внецентренно-сжатых стержнях при расположении решеток в плоскостях, параллельных плоскости изгиба, производят проверку отдельных ветвей, как центрально-сжатых стержней по формуле (11.5), определяя продольную силу в каждой ветви с учетом дополнительно-го усилия от момента.

В этих формулах:  $\varphi_x$ ,  $\varphi_{exy}$ ,  $\varphi_y$ ,  $\varphi_x$ ,  $c$  — коэффициенты по СНиП 11-23-81\*, значения  $N$  и  $M$  в элементе принимают для одного и того же сочетания нагрузок из расчета системы по недеформированной схеме, считая деформации стали упругими.

Сквозные стержни из двух сплошностенчатых ветвей, симметричных относительно оси, проходящей через обе ветви, с решетками в двух параллельных плоскостях при сжатии и изгибе в обеих главных плоскостях рассчитывают на устойчивость:

для стержня в целом — в плоскости, параллельной плоскостям решеток по (11.27);

для отдельных ветвей — по (11.27) и (11.28), при этом продольную силу в каждой ветви определяют с учетом усилия от момента  $M_x$ , а момент  $M_y$  распределяют между ветвями пропорционально их жесткостям.

Соединительные планки или решетки сквозных внецентренно-сжатых стержней рассчитывают на большее значение поперечной силы: фактическую силу  $Q$  или условную  $Q_{fic}$ , определяемую по (11.9). При  $Q > Q_{fic}$  соединять планками ветви сквозных внецентренно-сжатых элементов не рекомендуется.



### Раздел III

#### ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ КМД С УЧЕТОМ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НА ЗАВОДЕ ПО ИНДУСТРИАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

##### III.1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ЧЕРТЕЖЕЙ КМД СТРОИТЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ И ИХ ОФОРМЛЕНИЕ

###### 1. Общие положения

Рабочие чертежи строительных металлических конструкций разрабатывают на стадиях: КМ (конструкции металлические) и КМД (конструкции металлические, деталировка).

Рабочие чертежи на стадии КМ должны быть выполнены с учетом требований ТП 101-81\* «Технические правила по экономному расходованию основных строительных материалов»; соответствие исходных данных, указанных в задании на проектирование; оптимальной расчетной схемы, компоновки с соблюдением унифицированных параметров производственных зданий и сооружений; принятых конструктивных решений, соответствующих расчетной схеме; обеспечения надежности работы при возведении и эксплуатации, а также долговечности всего сооружения и отдельных его элементов.

Для реализации поставленных задач по снижению материалоемкости металлических конструкций, снижению стоимости и трудоемкости их изготовления и монтажа в рабочих чертежах КМ должны быть приняты конструктивные решения, соответствующие передовым отечественным и зарубежным разработкам, применены типовые конструкции, экономичные марки сталей и профили, в том числе холодногнутое широкополочное двутавры и тавры, эффективные сварочные материалы.

При проектировании сварных элементов следует предусматривать такие их конструктивные формы, которые обеспечили бы использование высокопроизводительных способов сварки (автоматической и полуавтоматической).

В проектах, разработанных на стадии КМ, выбирают конструкции из укрупненных блоков с минимальным количеством монтажных единиц максимальной заводской готовности, что способствует сокращению сроков возведения сооружения и снижению стоимости строительства.

Разработка чертежей КМД осуществляется на основании рабочих чертежей, запроектированных на стадии КМ.

При выполнении рабочих чертежей на стадии КМД учитывают технологические возможности заводов-изготовителей металлических конструкций с целью максимального использования имеющихся средств механизации и автоматизации производственного процесса — высокопроизводительного оборудования, специализированных участков, поточных линий и грузоподъемных механизмов.

При разбивке конструкций на отправочные элементы стремятся к уменьшению трудоемкости их изготовления, предусматривают необходимые детали для их транспортирования внутри завода и к месту монтажа, обеспечивая нормы загрузки подвижного состава, учитывают возможность монтажа укрупненными блоками, легкость, быстроту и удобство постановки, выверки и закрепления конструкций.

При конструировании сварных элементов соблюдают конструктивные требования к сварным соединениям, предусматривают удобство наложения сварных швов и контроля за их выполнением. Скрытые сварные швы, пооперационная сборка должны быть сведены к минимуму. Необходимо принимать меры против хрупкого и усталостного разрушения конструкций, предусматривать мероприятия, уменьшающие сварочные деформации.

С целью снижения расхода стали и трудозатрат при изготовлении металлоконструкций при выполнении чертежей КМД учитывают следующие основные требования:



максимальное использование проката мерной и кратной длины; экономное расходование металла;

применение нормализованных и унифицированных деталей, типовых конструкций и узлов, уменьшение количества деталей в конструктивном элементе с максимальной их повторяемостью;

уменьшение объема наплавленного металла путем использования сварочных материалов, соответствующих более высокому классу стали, применения в сварных конструкциях минимально необходимых размеров (толщины и длины) сварных швов, применения для конструктивных и слабонагруженных элементов односторонних сварных швов; погрузка конструкций на подвижной состав и транспортировка их от завода-изготовителя на монтажную площадку;

возможность защиты конструкций от коррозии в процессе эксплуатации;

безопасность производства работ при изготовлении и монтаже конструкций.

При выполнении чертежей КМД следует обеспечить правильность применения нормативных документов.

Организация, разрабатывающая чертежи КМД, несет ответственность за соответствие их чертежам КМ, за расчетную прочность всех заводских и монтажных соединений, не разработанных в чертежах КМ, за правильность размеров элементов конструкций и увязку их между собой.

Отступления от чертежей КМ не допускаются, но при необходимости изменения должны быть согласованы с проектной организацией, разработавшей чертежи КМ.

В состав чертежей КМД входят: список чертежей, чертежи монтажных схем и узлов, справочных элементов. Выполняют также дополнительные чертежи: элементы транспортирования, упаковки, общих и контрольных сборок и т. п.

## 2. Оформление чертежей КМД

Чертежи КМД оформляют в соответствии с ГОСТ 2.305—68\*\*. На них конструкции изображают в виде отдельных справочных элементов. В зависимости от габаритных размеров и взаимного расположения деталей, составляющих элемент, на одном чертеже помещают один или несколько элементов, однотипных по сечению или по конструкции, с одинаковой технологией изготовления. Длинномерные конструктивные элементы с большим количеством деталей могут быть размещены на двух и более чертежах.

Изображения элементов на чертежах дают в виде проекций и разрезов. Количество их должно быть минимальным, но обеспечивать полное представление об элементе. Для простых элементов (связи из одиночных уголков, балки из прокатных двутавров и швеллеров и т. п.) достаточно одной проекции.

За основную принимают проекцию, наиболее полно показывающую элемент. Она должна соответствовать рабочему положению (го-

ризонтальный элемент вычерчивают горизонтально, вертикальный — вертикально, наклонный — наклонно).

В элементах конструкций, изображенных на одном чертеже, не следует применять более двух марок стали, помещать конструктивные элементы с одинаковыми или близкими по размерам деталями, запроектированными из стали одинаковых профилей и толщин, но разных марок.

Т а б л и ц а III.1. Рекомендуемые масштабы

| Чертежи и изображения                  | Масштаб   |
|--|---|
| Монтажные схемы:                       |   |
| простые                                | 1 : 200; 1 : 400                                |
| сложные                                | 1 : 100   |
| узлы                                   | 1 : 50; 1 : 75                                  |
| Листовые конструкции                   | 1 : 50; 1 : 75; 1 : 100                         |
| Решетчатые конструкции:                |   |
| геометрические схемы                   | 1 : 200   |
| сетка                                  | 1 : 25; 1 : 40                                  |
| сечения                                | 1 : 5; 1 : 10; 1 : 15; 1 : 20; 1 : 25           |
| Колонны, балки, сечения, мм:           |   |
| до 60                                  | 1 : 5; 1 : 10                                   |
| 60—160                                 | 1 : 10; 1 : 15                                  |
| 160—600                                | 1 : 15; 1 : 20                                  |
| 600—1200                               | 1 : 20; 1 : 25                                  |
| свыше 1200                             | 1 : 25; 1 : 40                                  |
| Наличие в узле отверстий при шаге, мм: |   |
| 80—100                                 | 1 : 20  |
| 120—160                                | 1 : 25  |
| более 160                              | 1 : 40  |
| Толщина элементов                      | Масштаб, принятый для сечения, но не менее 1 мм |

Рабочие чертежи металлоконструкций на стадии КМД вычерчивают на листах форматов по ГОСТ 2.301—68\* ЕСКД «Форматы», определяющих размеры внешней рамки. Наиболее часто используемые форматы 24 и 22. Основные надписи на чертежи наносят, руководствуясь ГОСТ 21.103—78.

Масштаб изображений элементов выбирают в зависимости от габаритов изображаемой конструкции, ее сложности, количества деталей, из которых она состоит, элементов, примыкающих к ней, и т. п. При этом изображения на чертежах должны быть четкими и удобными для чтения. Масштабы принимают по ГОСТ 2.302—68\* ЕСКД «Масштабы» (табл. III.1).

Для сокращения размеров изображения конструкций длинные сплошнотенчатые элементы (балки, колонны и т. п.) вычерчивают без соблюдения масштаба по длине в разных масштабах по длине и ширине, при этом взаимное расположение деталей и отверстий должно быть выдержано.

Для однотипных конструктивных элементов изображенных на одном листе, применяют один масштаб.

Геометрические схемы решетчатых конструкций (плоских и пространственных) вычерчивают в одном для всех измерений масштабе.

Удобство чтения чертежа, работы с ним, качество изготовления конструкций по нему в значительной мере зависят от правильности простановки размеров, которая должна быть выдержана в соответствии с требованиями ГОСТ 2.307—68\* ЕСКД «Нанесение размеров и предельных отклонений».

Размеры на чертежах КМД разделяют на категории:

а) монтажные — определяющие положение конструктивного элемента в сооружении;

б) увязочные — необходимые для перехода от монтажных к размерам для изготовления;

в) для изготовления деталей;

г) сборочные — определяющие взаимное расположение деталей.

Размерные числа наносят над размерной линией по возможности ближе к ее середине, однако если над размерной линией по какой-либо причине невозможно поместить размер, его допускается вынести в сторону в непосредственной близости от размерной линии.

Размерные линии должны быть параллельны отрезку, размер которого указывают. Расстояние между параллельными размерными линиями принимают 7—10 мм, от размерных линий до параллельных им линий контура — 12—15 мм. При этом выносная линия выступает за крайнюю размерную на 1—3 мм.

Общие правила нанесения размеров:

1. Основанием для определения размера изображенного элемента и его деталей, а также взаимного расположения деталей служат размеры, нанесенные на чертеже; определять их, пользуясь масштабом, не разрешается.

2. Общее количество размеров на чертеже должно быть минимальным, но достаточным для изготовления и контроля как отдельных деталей, так и конструктивного элемента в целом. Количество размеров и их расположение на чертеже должны обеспечивать удобство чтения чертежа и увязки с другими элементами.

3. Все линейные размеры и отметки уровней на чертежах указывают в миллиметрах без обозначения единицы величины.

4. Угловые размеры указывают в градусах, минутах и секундах с обозначением единиц величин.

5. Преобладающие на чертеже диаметры отверстий и обрезы оговаривают в примечании и на чертеже не проставляют.

6. Ряд одинаковых размеров указывают в виде произведения количества размеров на размер (рис. III.1, а).

7. При простановке размеров по высоте или ширине сечения прокатных профилей размерную цепочку можно не замыкать, при этом размеры привязывают к той плоскости или грани, отметка или привязка которой должна быть выдержана в сооружении (рис. III.1, б).

8. Размеры срезов в ребрах указывают треугольником без выносных и размерных линий (рис. III.1, в).

9. Направление наклонных линий в элементах связей и других подобных конструкций обозначают треугольником, стороны которого

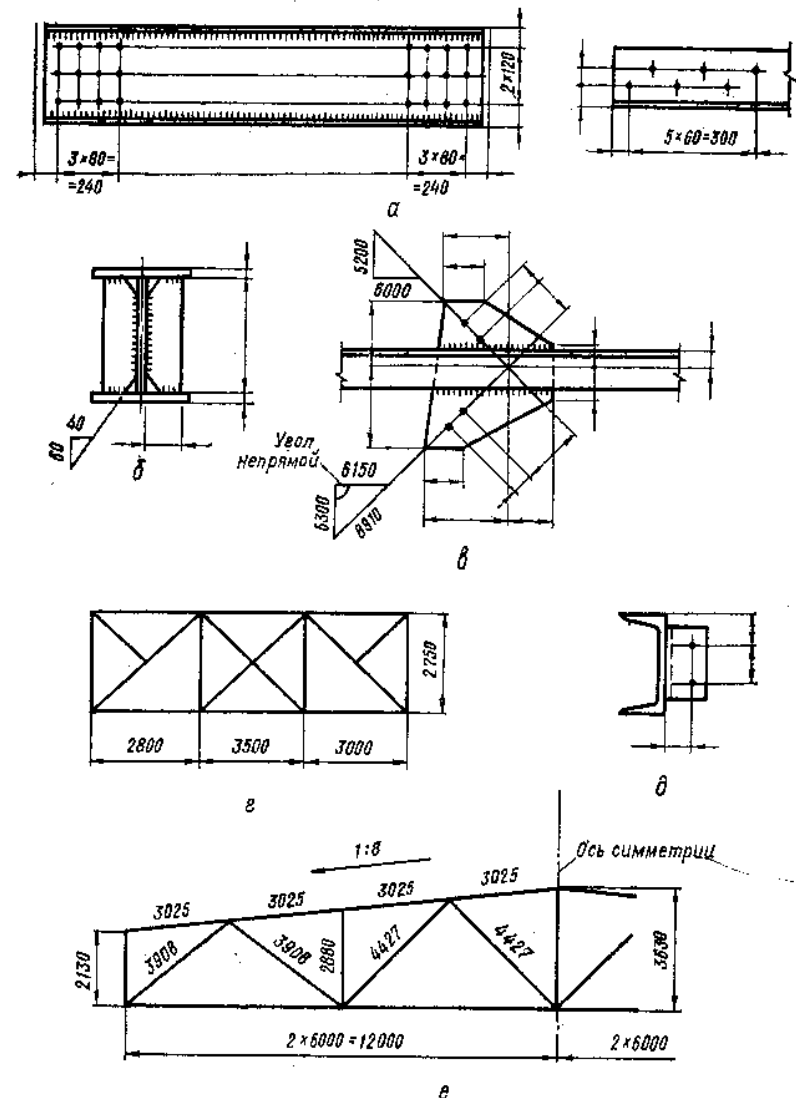


Рис. III.1. Порядок простановки размеров в чертежах КМД:

а — ряд одинаковых размеров; б — срезы деталей; в — направление наклонных линий; г — геометрические схемы; д — привязка размеров к грани элемента; е — симметричные геометрические схемы.

параллельны соответствующим линиям геометрической схемы (рис. III.1, в).

10. В случае косоугольных треугольников необходимо указывать длины всех сторон с обязательной оговоркой «Угол не прямой» (рис. III.1, в).

11. Длину стержней в геометрических схемах решетчатых конструкций проставляют над линиями схемы без выносных и размерных линий, в симметричных схемах — только на одной половине (рис. III.1, e).

В чертежах КМД применяют условные обозначения для прокатных профилей, швов сварных соединений, болтов, крепок, отверстий, приведенные в табл. III.2.

Таблица III.2. Условные обозначения, применяемые в чертежах КМД

| Наименование  | Обозначение       |
|---|-------------------|
| <i>Прокатные профили</i>  |                   |
| Сталь угловая равнополочная   | L 80×80×8         |
| То же, неравнополочная  | L 160×100×10      |
| Балка двутавровая (номер профиля 12)  | I 12              |
| То же, для подвесных путей (номер профиля 24)   | I 24M             |
| То же, тонкостенная (номер профиля 20)  | I T20             |
| » » с параллельными гранями полок нормальные (номер профиля 35)   | I 35B1            |
| » » широкополочные (номер профиля 35)   | I 35Ш1            |
| » » колонные (номер профиля 35)   | I 35К1            |
| Тавр из балки двутавровой (высота тавра 170 мм)   | └Н-170 из I24     |
| То же, с параллельными гранями полок:   |                   |
| нормальные  | T20BT             |
| широкополочные  | T20ШT             |
| колонные  | T20KT             |
| Швеллер с уклоном внутренних граней полок (номер профиля 18)  | [ 18              |
| То же, с параллельными гранями полок (номер профиля 18)   | [ 18П             |
| То же, тонкостенный (номер профиля 18)  | T18               |
| Рельс железнодорожный   | P43               |
| То же, крановый   | KP120             |
| Сталь квадратная (сторона квадрата 25 мм)   | □ 25×25           |
| Сталь круглая (диаметр 25 мм)   | ∅25               |
| Труба круглая (наружный диаметр 173, толщина 8 мм)  | тр. 173×8         |
| Сталь листовая (ширина 700, толщина 12 мм)  | —700×12           |
| То же, рифленая (ширина 400, толщина без рифа 4 мм)   | рифл.— 400×4      |
| То же, рифленая (условное графическое изображение)  |                   |
| То же, просечно-вытяжная (толщина заготовки 5, подача 8, ширина листа 700 мм)                                 | —ПВ508×700        |
| То же, просечно-вытяжная (условное графическое изображение)   |                   |
| То же, волнистая (ширина после волнования 570 мм, длина волны 130 мм, высота 35 мм, толщина заготовки 1,8 мм) | ~ 570×130×35×1,8  |
| <i>Гнутые профили</i>   |                   |
| Уголок равнополочный  | гн L 100×4        |
| То же, неравнополочный  | гн L 100×80×5     |
| Швеллер равнополочный   | гн [ 160×80×4     |
| То же, неравнополочный (высота 50 мм, ширина полок 40 и 12 мм, толщина 2,5 мм)                                | нг [ 50×40×12×2,5 |

| Наименование  | Обозначение       |
|---|-------------------|
| То же, С-образный (высота 400, ширина полок 160, отгибы полок 60, толщина 4 мм) | гн □ 400×160×60×4 |
| Труба холодногнутая сварная квадратного сечения                                 | гн □ 100×100×4    |
| То же, прямоугольного сечения   | гн □ 160×80×6     |
| Профилированный настил  | Н  60-845-1,0     |

*Отверстия*

|   |  |
|---|--|
| Круглое   |  |
| Зенкованное с ближней стороны                         |  |
| » с дальней »   |  |
| » с двух сторон                                       |  |
| Овальное (a — расстояние между центрами, b — диаметр) |  |

*Болты*

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| Классов точности В и С постоянный |  |
| Временный                         |  |
| Высокопрочный                     |  |

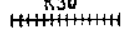
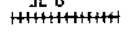
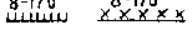
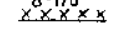
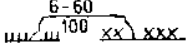


*Заклепки*

|                          |  |
|--------------------------|--|
| С полукруглыми головками |  |
| Впотай с ближней стороны |  |
| » с дальней »            |  |
| » с двух сторон          |  |

*Швы сварных соединений*

|   |        |           |    |    |
|---|--------|-----------|----|----|
| Сварной угловой непрерывный видимый и невидимый заводской                 |        |           |    |    |
| То же, монтажный  | XXXXXX | XX        | XX | XX |
| Сварной угловой прерывистый видимый и невидимый заводской                 |        |           |    |    |
| То же, монтажный  | XX XX  | XX        | —  | XX |
| Сварной стыковой видимый и невидимый заводской                            | +++++  | ++        | ++ | ++ |
| То же, монтажный  | ***    | *         | *  | *  |
| Сварной стыковой с V-образной разделкой кромок (при толщине металла 8 мм) | ▽8     | HHHHHHHH  |    |    |
| То же, с X-образной разделкой кромок (при толщине металла 25 мм)          | X25    | HHHHHHHHH |    |    |

Продолжение табл. III.2

| Наименование   | Обозначение   |
|--|---|
| То же, с К-образной разделкой кромок (при толщине металла 30 мм)                             | K30   |
| То же, без разделки кромок (при толщине металла 6 мм) при сварке с одной стороны             | II 6    |
| Толщина и длина углового шва заводского и монтажного   | 8-170  8-170  |
| Сварной прерывистый заводской и монтажный с указанием толщины, длины и промежутка между ними |   |
| <i>Прочие</i>  |   |
| Линия (ось) симметрии  |    |
| Отметки  |    |
| Размер повышенной точности (с указанием допуска)   | $500 \pm 2$   |

В чертежах КМД (на монтажных схемах и чертежах отправочных элементов) каждый отправочный элемент должен иметь маркировку, состоящую, как правило, из буквенного и числового индексов: например, Б12. Буквенный индекс определяет принадлежность данного элемента к той или иной монтажной схеме (все элементы, входящие в одну и ту же монтажную схему, имеют один буквенный индекс и на схеме обозначаются только числовым). Числовой индекс — порядковый номер элемента, присваиваемый ему по мере разработки чертежей отправочных элементов. Взаимозаменяемые элементы маркируют одной и той же маркой.

Если на заводе-изготовителе производят общую или контрольную сборку какого-либо узла, состоящего из нескольких отправочных элементов, выполняя при этом подгоночные работы в результате чего теряется взаимозаменяемость элементов, их примаркируют: к марке добавляют дополнительный числовой или буквенный индекс, располагаемый перед или после марки, например: Б12, Б12-1, Б12-А и т. д. Примаркировкой элементов пользуются также в случаях, когда необходимо показать принадлежность элемента к определенному месту в сооружении (колонны и балки одного этажа или яруса в каркасах многоэтажных зданий, элементы одного пояса кожуха доменной печи и т. п.). В этом случае в марке всех элементов добавляют одинаковый индекс, показывающий номер этажа, яруса, пояса: например, 7К15 П колонна марки К15, седьмого яруса; 6П1 и 6П2 — элементы П1 и — шестого пояса доменной печи.

III.2. ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Таблица III.3. Технические характеристики основного оборудования заводов металлических конструкций

| Оборудование                            | Обрабатываемая деталь                            |                    |
|---|--|--------------------|
|   | Параметры  | Предельные размеры |
| Листоправильные вальцы                  | Лист, мм:<br>толщина/ширина                      | 36/2500; 25/3000   |
| Углоправильные вальцы                   | Уголки размером, мм                              | ≤200×30            |
| Листогибочные вальцы                    | Лист, мм:<br>толщина/ширина                      | ≤40/≤6300          |
| Кулачковый правильногбочный пресс       | Двутавры до номера Швеллеры » »                  | 55<br>40           |
|   | Уголки размером, мм                              | 220×24             |
|   | Квадрат со стороной, мм                          | ≤200               |
| Кромкогибочный пресс                    | Лист, мм:<br>толщина/ширина                      | 24/1250; 6/6000    |
| Гильотинные ножницы                     | Лист, мм:<br>толщина/ширина                      | 32/3200            |
| Угловые ножницы                         | Уголки размером, мм                              | ≤250×28            |
| Ножницы для резки швеллеров и двутавров | Двутавры и швеллеры до номера                    | 40                 |
| Отрезной станок KAWASAKI                | Размеры детали, мм:<br>ширина/высота             | 1014×445           |
| Отрезной станок МП6-952                 | ширина/высота (min)                              | 80/40              |
|   | то же (max)                                      | 280/250            |
| Газорезательные машины типа: «Черномор» | Угол поворота пыли к продольной оси детали, град | 90—41              |
|   | Длина отрезаемой детали, мм                      | 2000—12 000        |
|   | Лист, мм:<br>длина/ширина                        | 16 000/3150        |
| «Днепр»; «Юг»                           | толщина  | 5—100              |
|   | длина/ширина                                     | 8000/2500          |
| «Одесса»                                | толщина  | 5—160              |
|   | длина/ширина                                     | 9000/3000          |
| «Picom-250»                             | толщина  | 5—300              |
|   | Трубы, мм:<br>наружный диаметр                   | 25—250             |
| «Picom-400»                             | длина при резке одного торца                     | 200—12 000         |
|   | то же, двух                                      | ≤6500              |
|   | наружный диаметр                                 | 50—400             |
|   | длина при резке одного торца                     | 1000—12 000        |
| УФВТ-2                                  | то же, двух                                      | ≤6500              |
|   | наружный диаметр                                 | 109—600            |
| Машин плазменной резки типа «Кристалл»  | длина при резке одного торца                     | 500—12 000         |
|   | Лист, мм:<br>длина/ширина                        | 10 000/2500        |
| Дыропробивные прессы: одноштемпельный   | толщина  | 5—28               |
|   | Размеры, мм:<br>диаметр отверстия/толщина детали | 25/25; 50/16       |
| многостемпельный (2; 4; 24 шт.)         | то же  | 25/25              |

Продолжение табл. III.3

| Оборудование   | Обрабатываемая деталь   |  |
|--|---|--|
|  | Параметры   | Предельные размеры   |
| Сверлильные станки:<br>вертикально-сверлиль-<br>ный<br>стационарный радиаль-<br>но-сверлильный и на са-<br>моходной тележке авто-<br>матический<br>SD1H 1500B (Япония) | Диаметр просверливаемого от-<br>вертия, мм                              | ≤50  |
|  | То же   | 100  |
| Автоматическая линия свер-<br>ления и резания широкопо-<br>лочных двутавров<br>KAWASAKI  | »   | 90   |
|  | Количество шпинделей, шт.:<br>в том числе по стенке<br>по полкам        | 8<br>4<br>2 + 2  |
| Кромкострогальный станок   | Диаметр просверливаемого от-<br>вертия, мм                              | 8—32   |
|  | Длина строгания, мм   | 14 000   |
| Торцефрезерные станки с<br>фрезерными головками:<br>одной<br>двумя   | Толщина пакета листов, мм   | 50   |
|  | Обрабатываемая плоскость, мм:<br>ширина/высота                          | ≤3600/1400   |
| Универсальный сварочный<br>автомат<br>ТС-17М   | ширина/высота   | 3600/1800  |
|  | длина обрабатываемой кон-<br>струкции                                   | 6000/14 000  |
| Сварочные полуавтоматы<br>А-765, ПДГ-513УЗ   | Диаметр сварочной проволоки,<br>мм                                      | 1,6—5  |
|  | Скорость сварки, м/ч  | 16—126   |
| Установка дробеметной<br>очистки проката   | Диаметр электродной проволоки<br>мм, при сварке:<br>сплошной проволокой | 1,6—2  |
|  | порошковой проволокой<br>под флюсом                                     | 1,6—3<br>1,6—2   |
| Агрегаты окрасочные безвоз-<br>душного распыления:<br>7000НА<br>2600НА   | в углекислом газе   | 1,2—2  |
|  | Габариты деталей, мм, не<br>более:<br>длина/высота/ширина               | 2500/500/2500  |
| Мостовые краны в цехе:<br>склад металла, обработки<br>сборочном<br>общей сборки, малярно-<br>погрузки  | Давление нагнетания, МПа<br>(кгс/см <sup>2</sup> )                      | 24,0 <sup>+0,5</sup> (245 <sup>+5</sup> )<br>23,5 <sup>+0,5</sup> (240 <sup>+5</sup> ) |
|  | Грузоподъемность, т, не более   | 10<br>30<br>60   |
| Поточная линия по изготов-<br>лению сварных* двутавров<br>на ДЗМК им. Бабушкина  | Вертикальный лист, мм:<br>высота/толщина **                             | 600—2000/6—20  |
|  | Горизонтальный лист, мм:<br>ширина ***/толщина                          | 200—630/10—40  |
|  | Длина сварного двутавра, мм   | 7200—13 000  |

\* Машины типа «Черномор» и «Днепр» предназначены для раскройной прямо-  
линейной резки, типа «Одесса» и «Юг» — для фигурной.

\*\* Полный провар стенок сварных двутавров толщиной более 20 мм не обеспе-  
чивается. Толщина вертикальной стенки может быть переменной, если не требуется ее  
полный провар.

\*\*\* Горизонтальные листы сварных двутавров могут отличаться по ширине до  
150 мм (не более 75 мм на сторону).

III.3. ПЕРЕВОЗКА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ  
НА ОТКРЫТОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

1. Требования, предъявляемые к конструкциям при перевозке

Металлоконструкции от заводов-изготовителей к месту монтажа пре-  
имущественно перевозят железнодорожным транспортом на открытом  
подвижном составе.

При перевозке конструкций руководствуются нормативными доку-  
ментами, разработанными МПС: «Техническими условиями погрузки  
и крепления грузов» (для габаритных грузов) и «Инструкцией по пере-  
возке негабаритных и тяжеловесных грузов на железных дорогах  
СССР колеи 1520 мм» (для грузов негабаритных и перевозимых на  
транспортерах).

Металлоконструкции, погруженные на подвижной состав, вклю-  
чая элементы их упаковки и крепления, не должны выходить за пре-  
делы габарита погрузки при расположении вагонов на прямом гори-  
зонтальном участке пути и совмещении их продольных осей в одной  
вертикальной плоскости. Грузы, очертания которых выходят за пре-  
делы габарита погрузки, считают негабаритными. На железных дорогах  
СССР допускается нижняя (на высоте от уровня верха головки  
рельсов от 480 до 1400 мм), боковая (на высоте от 1400 до 4000 мм)  
1—6-й степеней, а также верхняя (на высоте от 4000 до 5300 мм)  
1—3-й степеней негабаритности (табл. III.4, III.5).

Т а б л и ц а III.4. Расстояние от оси пути до очертаний габарита погрузки,  
степеней нижней и боковой негабаритностей на высоте 480—4000 мм по  
«Техническим условиям» и «Инструкции»

| Высота от уровня верха голов-<br>ки рельсов, мм | Расстояние, мм, от вертикальной оси пути до очертания |                |                        |      |      |      |      |      |
|---|---|----------------|------------------------|------|------|------|------|------|
|   | габарита по-<br>грузки                                |                | степени негабаритности |      |      |      |      |      |
|   | нор-<br>маль-<br>ного                                 | льгот-<br>ного | 1-й                    | 2-й  | 3-й  | 4-й  | 5-й  | 6-й  |
| <i>Нижняя негабаритность</i>                    |   |                |                        |      |      |      |      |      |
| От 480 до 1230                                  | 1625  | 1625           | 1700                   | 1760 | —    | —    | —    | —    |
| От 1230 до 1400                                 | 1625  | 1625           | 1700                   | 1760 | 1850 | 2000 | 2080 | 2240 |
| <i>Боковая негабаритность</i>                   |   |                |                        |      |      |      |      |      |
| От 1400 до 2560                                 | 1625  | 1700           | 1700                   | 1800 | 1850 | 2000 | 2080 | 2240 |
| 2570  |   | 1677           |                        |      |      |      |      | 2240 |
| 2600  |   | 1677           |                        |      |      |      |      | 2240 |
| 2700  |   | 1675           |                        |      |      |      |      | 2240 |
| 2800  |   | 1673           |                        |      |      |      |      | 2227 |
| 2850  |   | 1672           |                        |      |      |      |      | 2213 |
| 2900  |   | 1671           |                        |      |      |      |      | 2200 |
| 2950  | 1625  | 1670           |                        |      |      |      |      | 2187 |
| 3000  |   | 1669           |                        |      |      |      |      | 2173 |
| 3050  |   | 1668           |                        |      |      |      |      | 2160 |
| 3100  |   | 1667           |                        |      |      |      |      | 2147 |
| 3150  |   | 1666           |                        |      |      |      |      | 2133 |
| 3200  |   | 1665           |                        |      |      |      |      |      |

Продолжение табл. III.4

| Высота от уровня<br>верха головки<br>рельсов, мм | Расстояние, мм, от вертикальной оси пути до очертания |                |                        |      |      |      |      |      |
|--|---|----------------|------------------------|------|------|------|------|------|
|  | габарита по-<br>грузки                                |                | степени негабаритности |      |      |      |      |      |
|  | нор-<br>маль-<br>ного                                 | льгот-<br>ного | 1-й                    | 3-й  | 3-й  | 4-й  | 5-й  | 6-й  |
| 3250   |   | 1664           |                        |      |      |      |      | 2120 |
| 3300   |   | 1663           |                        |      |      |      |      | 2107 |
| 3350   | 1625  | 1662           | 1700                   | 1800 | 1850 | 2000 | 2080 | 2093 |
| 3400   |   | 1661           |                        |      |      |      | 2080 | 2080 |
| 3450   |   | 1660           |                        |      |      |      | 2067 | —    |
| 3500   |   | 1659           |                        |      |      |      | 2053 | —    |
| 3550   |   | 1658           |                        |      |      |      | 2040 | —    |
| 3600   |   | 1658           |                        |      |      |      | 2027 | —    |
| 3650   |   | 1657           |                        |      |      |      | 2013 | —    |
| 3700   | 1625  | 1656           | 1700                   | 1800 | 1850 | 2000 | 2000 | —    |
| 3750   |   | 1655           |                        |      |      |      | 1975 | —    |
| 3800   |   | 1654           |                        |      |      |      | 1950 | —    |
| 3850   |   | 1653           |                        |      |      |      | 1925 | —    |
| 3900   |   | 1652           |                        |      |      |      | 1900 | —    |
| 3950   |   | 1651           |                        |      |      |      | 1875 | —    |
| 4000   | 1625  | 1650           | 1700                   | 1800 | 1850 | 1850 | —    | —    |

Примечания: 1. Пробел в таблице означает повторение предыдущей цифры в графе, прочерк — отсутствие цифры. 2. Промежуточные значения расстояний определяют интерполяцией.

Таблица III.5. Расстояние от оси пути до очертаний габарита погрузки, верхних степеней негабаритности на высоте 4000—5300 мм по «Техническим условиям» и «Инструкции»

| Высота от уровня<br>верха головки<br>рельсов, мм | Расстояние, мм, от вертикальной оси пути до очертания |           |                        |      |      |
|--|---|-----------|------------------------|------|------|
|  | габарита погрузки                                     |           | степени негабаритности |      |      |
|  | нормально-<br>го                                      | льготного | 1-й                    | 2-й  | 3-й  |
| 4000   | 1625  | 1650      | 1700                   | 1800 | 1850 |
| 4050   | 1585  | 1611      | 1672                   | 1786 | 1835 |
| 4100   | 1548  | 1572      | 1643                   | 1771 | 1820 |
| 4160   | 1509  | 1533      | 1614                   | 1757 | 1805 |
| 4200   | 1471  | 1495      | 1586                   | 1743 | 1790 |
| 4250   | 1431  | 1456      | 1558                   | 1728 | 1775 |
| 4300   | 1392  | 1417      | 1529                   | 1714 | 1760 |
| 4350   | 1355  | 1378      | 1500                   | 1700 | 1745 |
| 4400   | 1316  | 1339      | 1472                   | 1668 | 1730 |
| 4450   | 1276  | 1300      | 1443                   | 1637 | 1715 |
| 4500   | 1238  | 1262      | 1415                   | 1606 | 1700 |
| 4550   | 1198  | 1223      | 1382                   | 1574 | 1664 |
| 4600   | 1162  | 1184      | 1348                   | 1543 | 1628 |
| 4650   | 1122  | 1146      | 1315                   | 1511 | 1591 |
| 4700   | 1084  | 1108      | 1281                   | 1480 | 1555 |
| 4750   | 1044  | 1067      | 1248                   | 1442 | 1519 |
| 4800   | 1007  | 1029      | 1214                   | 1403 | 1482 |
| 4850   | 967   | 990       | 1181                   | 1365 | 1446 |
| 4900   | 930   | 951       | 1148                   | 1327 | 1410 |

Продолжение табл. III.5

| Высота от уровня<br>верха головки<br>рельсов, мм | Расстояние, мм, от вертикальной оси пути до очертания |           |                        |      |      |
|--|---|-----------|------------------------|------|------|
|  | габарита погрузки                                     |           | степени негабаритности |      |      |
|  | нормально-<br>го                                      | льготного | 1-й                    | 2-й  | 4-й  |
| 4950   | 893   | 912       | 1114                   | 1288 | 1374 |
| 5000   | 853   | 873       | 1081                   | 1250 | 1338 |
| 5050   | 813   | 835       | 1047                   | 1212 | 1301 |
| 5100   | 775   | 795       | 1013                   | 1173 | 1265 |
| 5150   | 735   | 756       | 980                    | 1135 | 1229 |
| 5200   | 697   | 717       | 947                    | 1097 | 1192 |
| 5250   | 657   | 678       | 913                    | 1058 | 1156 |
| 5300   | 625   | 640       | 880                    | 1020 | 1120 |

Примечание. Промежуточные значения расстояний определяют интерполяцией.

Металлоконструкции длиной в пределах платформы разрешается грузить в соответствии с льготным габаритом погрузки для перевозки по всем железным дорогам СССР, кроме Дальневосточной. При размещении грузов на подвижном составе тележки вагонов должны быть загружены равномерно. При невозможности выполнения этого требования допускается смещение центра тяжести грузов от вертикальной плоскости, в которой находится поперечная ось вагона, не более чем на 1/8 базы вагона. При этом разница в загрузке тележек четырехосного вагона не должна превышать 10, шестисосного — 15 и восьмисосного — 20 т, а нагрузка, приходящаяся на каждую тележку — 1/2 грузоподъемности, установленной для вагона данного типа. Поперечное смещение общего центра тяжести от вертикальной плоскости, в которой находится продольная ось вагона, допускается не более 100 мм. В отдельных случаях при невозможности соблюдения этого требования вагоны догружают балластом.

Конструктивные элементы типа ферм, щитов и т. п., располагаемые на подвижном составе вертикально, неустойчивы и подвержены опрокидыванию с повреждением при этом подвижного состава и элементов обустройства железных дорог. Для предотвращения опрокидывания подобные элементы следует перевозить соединенными в устойчивый блок (транспортный пакет).

К пакетируемым конструкциям и транспортным пакетам предъявляют ряд требований:

максимальные размеры в поперечном сечении не должны превышать габарита погрузки;

длина при погрузке на открытый подвижной состав не более 13,5 м, при погрузке на спецплатформы — не более 18 м;

размеры и массу определяют в зависимости от типа конструкций, грузоподъемности подъемно-транспортного оборудования завода-изготовителя, монтажной организации, пункта перегрузки и т. п.;

неизменяемость формы и размеров пакета и сохранности груза на всем пути следования при выполнении погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских операций;

устойчивость пакетов, а также возможность укладки их в штабеля в несколько ярусов по высоте (за исключением пакетов решетчатых элементов и криволинейных листовых конструкций);

выступающие детали, фасонки и другие соединительные элементы, крепление которых предусмотрено на болтах, должны быть установлены и надежно закреплены в местах, удобных для транспортировки; возможность проверки наличия отправочных элементов в пакете; элементы пакетирования должны обеспечить удобство и надежность закрепления пакетов на транспортных средствах и быстрое их освоение;

безопасность выполнения работ по формированию и расформированию пакетов при проведении погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских операций.

При вертикальной погрузке конструктивных элементов типа колонн и балок необходимо также обеспечить их устойчивость при перевозке, что достигается постановкой дополнительных опорных элементов, подкосов и т. п.

Если длинномерный груз имеет опору на одну четырехосную платформу, а центр тяжести груза расположен в вертикальной плоскости, в которой находится поперечная ось вагона, максимальную массу груза в зависимости от его длины и типа платформы принимают по табл. III.6.

Таблица III.6. Максимальная длина длинномерных грузов, м, по «Техническим условиям» и «Инструкции»

| Платформа на тележке типа | Масса, т, не более |      |      |      |    |      |    |      |    |
|---------------------------|--------------------|------|------|------|----|------|----|------|----|
|                           | 60                 | 55   | 50   | 45   | 40 | 35   | 30 | 25   | 20 |
| MT-50                     | 16                 | 16,5 | 17,5 | 17,9 | 19 | 20,3 | 22 | 24,1 | 27 |
| ЦНИИ-ХЗ                   | 18                 | 18,5 | 19   | 20   | 21 | 22,5 | 24 | 27   | 30 |

Примечание. Расстояние от середины платформы до конца груза с каждой стороны должно быть не более половины длины груза, указанной в таблице.

Все конструктивные элементы, погруженные на подвижной состав, должны быть надежно закреплены на нем от перемещения во время движения. Способ крепления груза устанавливают по табл. III.7 в зависимости от его конфигурации и возможных перемещений.

Таблица III.7. Способы крепления груза по «Техническим условиям» и «Инструкции»

| Груз                                      | Перемещения                           | Крепление   |
|---|---------------------------------------|---|
| Штучный и тяжеловесный с плоскими опорами | Поступательные вдоль и поперек вагона | Торцовые и боковые стойки, бруски, растяжки и обвязки |
|   | Опрокидывание вдоль и поперек вагона  | Растяжки и обвязки, подкосы, каркасы, пирамиды        |

| Груз                           | Перемещение   | Крепление  |
|--------------------------------|---|--|
| Цилиндрической формы           | Поступательные вдоль и поперек вагона<br>Перекатывание вдоль и поперек вагона | Торцовые и боковые стойки, растяжки и обвязки<br>Бруски, обвязки, растяжки |
| Однородный, уложенный штабелем | Продольные вдоль вагона и поперечный развал штабеля                           | Боковые стойки, обвязки, щиты, прижимы                                     |
| Длинномерный                   | Продольные и поперечные, опрокидывание поперек вагона                         | Обвязки, растяжки, прижимы, подкосы, упоры                                 |

## 2. Расчет крепления грузов

При расчете крепления грузов учитывают следующие нагрузки, действующие на погружаемые элементы:

горизонтальные инерционные продольные силы  $F_{гр}$ , возникающие в результате соударения вагонов при движении поезда, во время маневров, в процессе торможения;

горизонтальные инерционные поперечные силы  $F_{п}$ , возникающие при движении вагона и при вписывании его в кривые переходные участки пути;

вертикальные силы  $F_{в}$ , вызванные ускорениями при колебаниях движущегося вагона;

давление ветра  $W_{п}$ ;

силу трения  $F_{тр}^{пр}$  и  $F_{тр}^{п}$ ;

массу груза  $Q_{гр}$ .

В связи с тем, что указанные силы во время движения достигают максимальных значений неодновременно, их учитывают в двух сочетаниях:

первое  $F_{пр} + F_{тр}^{пр} + Q_{гр}$ ;

второе  $F_{п} + F_{в} + W_{п} + F_{тр}^{п} + Q_{гр}$ .

Первое сочетание соответствует соударению вагонов при маневрах, распуске с сортировочных горок, трогании, осаживании и торможении поезда; второе — движению поезда с наибольшей допускаемой на сети железных дорог скоростью.

Рассматриваемые силы приложены:

а) продольные, поперечные и вертикальные — в центре тяжести груза;

б) равнодействующая ветровой нагрузки — в центре тяжести наветренной площади подверженной действию ветра;

в) вертикальные и поперечные инерционные силы у длинномерных грузов, размещенных на сцепе из двух вагонов, — в центре тяжести

\* Единицы и обозначения величин приведены по «Техническим условиям погрузки и крепления грузов» и «Инструкции по перевозке негабаритных и тяжеловесных грузов на железных дорогах СССР колеи 1520 мм».

поперечных сечений грузов, расположенных в вертикальных плоскостях, проходящих через середину опор.

Продольная горизонтальная инерционная сила

$$F_{пр} = a_{пр} Q_{гр}, \quad (III.1)$$

где  $a_{пр}$  — удельная продольная инерционная сила, принимаемая по табл. III.8.

Таблица III.8. Удельная продольная инерционная сила  $a_{пр}$ , т, на 1 т массы груза по «Техническим условиям»

| Крепление   | Масса брутто вагона или сцепа, т, с опорой груза на вагон |      |     |      |
|---|---|------|-----|------|
|   | один  |      | два |      |
|   | ≤22   | 94   | ≤44 | 188  |
| Упругое (проволочные растяжки, тяги и обвязки, деревянные упорные, распорные бруски, металлические полосовые обвязки) | 1,2   | 1,97 | 1,2 | 0,86 |
| Жесткое (болтовые и сварные соединения)   | 1,9   | 1,67 | 1,9 | 1,56 |

Таблица III.9. Удельная поперечная сила  $a_{п}$ , т, на 1 т массы груза по «Техническим условиям»

| Способ размещения груза с опорой на вагон | Расположение центра тяжести груза в вертикальной поперечной плоскости, проходящей через | Скорость движения, км/ч |      |
|---|---|-------------------------|------|
|   |   | 90                      | 100  |
| Один                                      | Середину вагона   | 0,28                    | 0,33 |
| »   | Шкворневую балку  | 0,5                     | 0,55 |
| Два                                       | —   | 0,35                    | 0,4  |

Промежуточные значения  $a_{пр}$ :

$$a_{пр} = a_{22} - Q_{гр}^0 (a_{22} - a_{94})/72; \quad (III.2)$$

$$a_{пр} = a_{44} - Q_{гр}^c (a_{44} - a_{188})/144; \quad (III.3)$$

где  $Q_{гр}^0$  и  $Q_{гр}^c$  — общая масса груза в вагоне или на сцепе;  $a_{22}$ ,  $a_{44}$ ,  $a_{94}$ ,  $a_{188}$  — удельная продольная инерционная сила, т, соответственно при массе брутто в вагоне 22 и 94 и на сцепе 44 и 188 т.

Поперечная горизонтальная инерционная сила

$$F_{п} = a_{п} Q_{гр}, \quad (III.4)$$

где  $a_{п}$  — удельная поперечная инерционная сила.

Если центр тяжести груза находится в вертикальных поперечных плоскостях, проходящих через середину вагона или шкворневую балку,  $a_{п}$  определяют по табл. III.9; если центр тяжести груза расположен в других вертикальных плоскостях,

$$a_{п} = a_c + 2(a_{ш} - a_c) l_{гр}/l_{в}, \quad (III.5)$$

где  $a_c$ ,  $a_{ш}$  — см. табл. III.9;  $l_{в}$  — база вагона, м; ( $l_{гр}$  — расстояние от центра тяжести груза до вертикальной плоскости, проходящей через поперечную ось вагона, м).

Для длинномерных грузов, перевозимых на сцепах с опорой на два вагона,  $a_{п}$  принимают по табл. III.9.

Вертикальная сила

$$F_{в} = a_{в} Q_{гр}, \quad (III.6)$$

где  $a_{в}$  — удельная вертикальная сила, определяемая по формулам табл. III.10.

Таблица III.10. Удельная вертикальная сила  $a_{в}$ , т по «Техническим условиям»

| Четырехосный вагон на тележке типа | Скорость движения, км/ч | Формулы для определения удельной вертикальной силы   |
|------------------------------------|-------------------------|--|
|                                    |                         |  |
|                                    | 100                     | $a_{в(100)} = 250 + Kl_{гр} + 2140/Q_{гр}^0$ (III.8) |
| МТ-50                              | 90                      | $a_{в} = 1,6(200 + Kl_{гр}) + 1900/Q_{гр}^0$ (III.9) |

Примечание. В формулах:  $K = 5$  — с опорой на один вагон;  $K = 20$  — с опорой на два вагона;  $Q_{гр}^0 = 10$  т при массе груза менее 10 т.

Сила давления ветра

$$W_{п} = 490 S_{п}, \quad (III.10)$$

где 490 — удельное ветровое давление, Па;  $S_{п}$  — площадь проекции поверхности груза, подверженной действию ветра, на вертикальную плоскость, проходящую через продольную ось вагона, м<sup>2</sup> (для цилиндрической поверхности  $S_{п}$  принимается равной половине площади проекции).

Сила трения:

а) при первом сочетании (в продольном направлении):

при размещении грузов с опорой на один вагон или два без применения турникетных опор

$$F_{тр}^{оп} = Q_{гр} \mu; \quad (III.11)$$

для длинномерных грузов, уложенных на двух турникетных опорах при одинаковой загрузке,

$$F_{тр}^{оп} = Q_{гр} (\mu + \mu_{ск})/2; \quad (III.12)$$

б) при втором сочетании (в поперечном направлении):

для грузов, размещенных с опорой на один вагон,

$$F_{тр}^п = Q_{гр} \mu (1000 - a_{в}); \quad (III.13)$$



для длинномерных грузов, размещенных с опорой на два вагона, для каждого вагона

$$F_{\text{сп}}^n = Q_{\text{гр}} \mu (1000 - a_n) / 2, \quad (\text{III.14})$$

где  $\mu$  — коэффициент трения груза по полу вагона, подкладкам или по опорной поверхности турникета;  $\mu_{\text{ск}} = 0,1$  — коэффициент трения поворотной-подвижной части турникета по неподвижной.

При укладке груза на подкладки или пол вагона, очищенные от грязи, снега, льда и смазки, при посыпке тонкого слоя песка на поверхность подкладок и пол вагона в местах опирания груза при трении металла по дереву коэффициент трения  $\mu$  принимают равным 0,4. Если указанные требования выполнить невозможно (например, поверхность груза смазана), значение коэффициента трения уменьшают.

Для длинномерных грузов, уложенных на две опоры, проверяют частоту собственных колебаний груза, увеличения или уменьшения которых достигают, изменяя расстояние между опорами, а также определяют допустимую ширину из условия вписывания в габарит погрузки на кривых участках пути. Если центр тяжести вагона с грузом находится на расстоянии от уровня верха головки рельса более 2300 мм или наветренная поверхность четырехосного вагона с грузом превышает  $50 \text{ м}^2$ , а сена с опорой длинномерного груза на два вагона —  $80 \text{ м}^2$ , проверяют поперечную устойчивость вагонов.

Если жесткость на изгиб длинномерного груза, уложенного на две опоры, менее 90 МПа, определяют частоту собственных колебаний

$$\omega = 10^3 K_p \sqrt{EI_n / Q}, \quad (\text{III.15})$$

где  $E$  — модуль упругости материала груза, Па;  $I_n = I_0 n$  — момент инерции поперечного сечения пакета груза,  $\text{м}^4$ ;  $I_0$  — момент инерции поперечного сечения единицы груза относительно горизонтальной оси,  $\text{м}^4$ ;  $n$  — количество единиц груза;  $Q$  — масса груза, т;  $K_p$  — коэффициент, принимаемый по табл. III.12.

Частоты собственных колебаний груза, определенные по (III.15), не должны превышать пределы диапазонов, приведенных в табл. III.11. Они зависят от расстояния между опорами.

Таблица III.11. Диапазоны частот собственных колебаний грузов по «Техническим условиям»

| Тип четырехосного вагона | Тип тележки | Рекомендуемые диапазоны частот собственных колебаний грузов, Гц |
|--------------------------|-------------|---|
|--------------------------|-------------|---|

|                                     |         |                                   |
|-------------------------------------|---------|-----------------------------------|
| Полувагон грузоподъемностью 63—65 т | ЦНИИ-ХЗ | 0—1,6; 3,4—4,7; 17,2—21,7; 54,3—∞ |
|                                     | МТ-50   | 0—2,6; 11,2—21,7; 54,3—∞          |
| Платформа грузоподъемностью 62—65 т | ЦНИИ-ХЗ | 0—1,6; 3,4—9,7; 18,7—26,6; 55,2—∞ |
|                                     | МТ-50   | 0—2,3; 4,7—9,7; 18,7—26,6; 55,2—∞ |

Таблица III.12. Коэффициенты  $K_p$  для определения частоты собственных колебаний груза по «Техническим условиям»

| Расстояние между опорами, м | Длина груза, м |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                             | 14             | 16   | 18   | 20   | 22   | 24   | 26   | 28   | 30   | 32   |
| 8                           | 3,91           | 4,42 | 4,96 | 5,48 | 6,04 | 6,59 | 7,16 | 7,70 | 8,27 | 8,82 |
| 9                           | 3,41           | 3,93 | 4,48 | 5,04 | 5,59 | 6,16 | 6,72 | 7,29 | 7,84 | 8,42 |
| 10                          | 2,83           | 3,39 | 3,96 | 4,54 | 5,13 | 5,68 | 6,25 | 6,81 | 7,39 | 7,99 |
| 11                          | 2,14           | 2,78 | 3,41 | 4,01 | 4,60 | 5,18 | 5,77 | 6,34 | 6,94 | 7,53 |
| 12                          | 1,2            | 2,04 | 2,74 | 3,40 | 4,03 | 4,64 | 5,25 | 5,83 | 6,41 | 7,02 |
| 13                          | —              | 1,14 | 2,01 | 2,75 | 3,43 | 4,08 | 4,70 | 5,31 | 5,92 | 6,53 |
| 14                          | —              | —    | 1,14 | 2,01 | 2,77 | 3,46 | 4,12 | 4,76 | 5,56 | 6,01 |
| 15                          | —              | —    | —    | 1,13 | 2,01 | 2,77 | 3,47 | 4,16 | 4,80 | 5,43 |
| 16                          | —              | —    | —    | —    | 1,17 | 2,03 | 2,80 | 3,68 | 4,20 | 4,86 |
| 17                          | —              | —    | —    | —    | —    | 1,21 | 2,06 | 2,85 | 3,57 | 4,14 |
| 18                          | —              | —    | —    | —    | —    | —    | 1,25 | 2,11 | 2,89 | 3,62 |
| 19                          | —              | —    | —    | —    | —    | —    | —    | 1,29 | 2,14 | 2,93 |

Примечание. Промежуточные значения  $K_p$  определяют интерполированием.

### 3. Подвижной состав

Металлоконструкции в большинстве случаев перевозят в полувагонах (гондолах) и на платформах, основные размеры которых приведены на рис. III.2 и в табл. III.13. Применение транспортеров для транспортирования металлоконструкций ограничено и должно быть экономически обосновано.

Таблица III.13. Характеристика железнодорожного подвижного состава грузоподъемностью 63 т по «Техническим условиям»

| Характеристика                       | Размеры, мм            |                        |
|--------------------------------------|------------------------|------------------------|
|                                      | Четырехосная платформа | Четырехосный полувагон |
| Длина внутри                         | 13 274                 | 12 004                 |
| Ширина внутри                        | 2770                   | 2900                   |
| Высота борта                         | 505                    | 1880                   |
| Высота пола от уровня головки рельса | 1296                   | 1390                   |
| Длина элементов, погружаемых на:     |                        |                        |
| одну платформу или полувагон         | ≤ 14 200               | ≤ 13 700               |
| сцеп из двух платформ                | 14 200—17 500          |                        |
| сцеп из трех платформ                | > 17 500               |                        |

Примечания: 1. Длина элементов дана для случаев погрузки с опорой на одну платформу или полувагон. 2. В таблице дана длина элементов типа колонн, больших балок составного сечения, ферм, рам, газгольдеров, труб большого диаметра и т. п.; длина остальных элементов должна быть при погрузке на платформу не более 13 190, в полувагон — не более 11 920 мм. 3. Все погружаемые элементы должны быть оснащены деталями для крепления на подвижной состав.

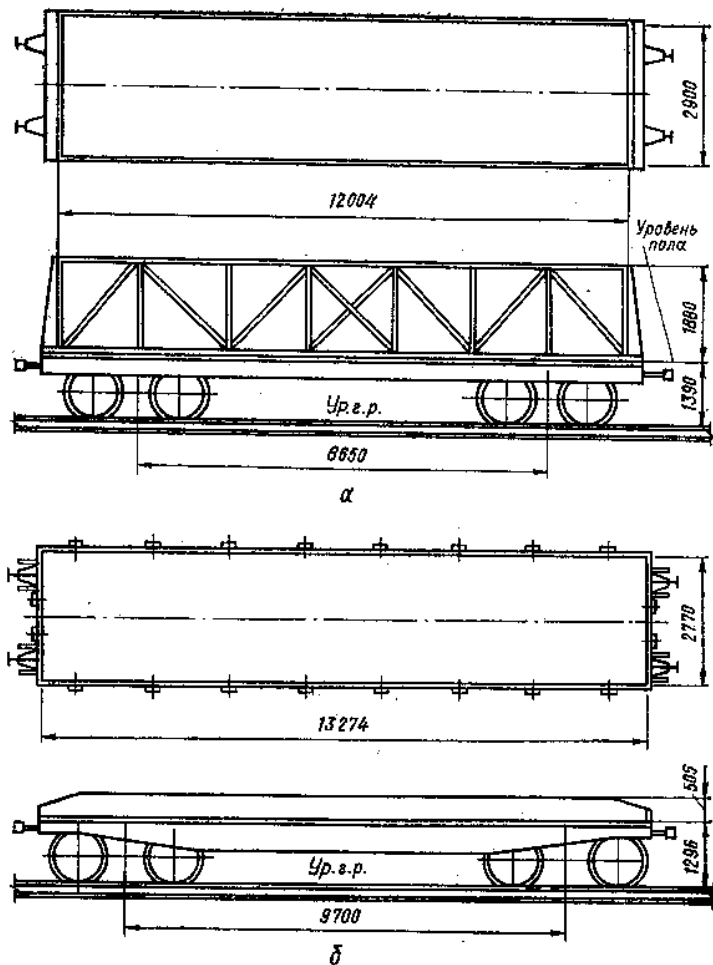


Рис. III.2. Подвижной состав. Основные размеры:  
а — полувагон (гондола); б — платформа.



## Раздел IV

### КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

#### IV. 1. КОЛОННЫ И СТОЙКИ

Колонны и стойки — конструктивные элементы, предназначенные для восприятия нагрузок от покрытия, подкрановых балок, перекрытий, рабочих площадок, ограждающих конструкций и других и передачи их на фундаменты или другие поддерживающие конструкции.

Различают колонны и стойки постоянного сечения по высоте и ступенчатые, сплошностенчатые (между поясами сплошная стенка) и решетчатые или сквозные (пояса соединены решеткой). Колонны многоэтажных зданий выполняют в виде двутавров (сварных, прокатных) или коробчатого сечения.

При конструировании колонн соблюдают следующие конструктивные требования. Поясные швы сплошностенчатых колонн, ветвей составных колонн выполняют автоматической и полуавтоматической сваркой. В центрально-сжатых колоннах и стойках из сварных двутавров допускаются односторонние поясные швы, при этом в узлах крепления связей, балок, распорок и т. п. в зоне передачи усилий — двусторонние, выходящие за пределы прикрепляемого элемента, (узла) на длину  $30 k_f$  с каждой стороны.

Односторонние угловые швы для прикрепления ребер жесткости-диафрагм, для поясных швов не допускается использовать в конструкциях, эксплуатируемых в средне- и сильноагрессивной среде в  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $II_2$  и  $III_3$  климатических районах.

Элементы решетки колонн к ветвям крепят с помощью фасонки (при нешироких горизонтальных листах ветви) и без них (при достаточно развитых горизонтальных ветвях и небольших усилиях в элементах решетки). Решетку колонн из уголков располагают перьями внутрь колонны. Фасонки для крепления решетки приваривают к ветвям колонны внахлестку или встык, толщину угловых швов назначают по расчету, располагая их в шахматном порядке с двух сторон фасонки в виде отдельных участков; расстояние между концами таких швов не более 15 толщин фасонки. В конструкциях, возводимых в климатических районах  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $II_2$  и  $III_3$ , а также с применением ручной дуговой сварки швы должны быть непрерывными по всей длине фасонки.

Монтажные стыки колонн выполняют с фрезерованными торцами, сварными встык, на накладках со сварными швами или болтами, в том числе и высокопрочными. Допускаются монтажные стыки колонн, в которых сжимающие усилия передаются через фрезерованные торцы, а растягивающие — с помощью накладок на сварке или болтах, а также фланцевое соединение с передачей сжимающих усилий посред-

ством плотного касания фланцев, а растягивающих — болтами или сварными швами по контуру фланца или торца колонны.

Отправочные элементы сквозных колонн укрепляют диафрагмами, которые располагают у колонн с решетками в двух плоскостях у концов отправочного элемента, у колонн с решеткой в одной плоскости — не реже, чем через 4 м.

Опорной частью колонн, предназначенной для передачи усилия с колонны на фундамент, служит база с опорной плитой. При безвывечном монтаже плиту на заводе к колонне не приваривают и монтируют отдельно. Стержень колонны опирается на опорную плиту через фрезерованную поверхность плиты и торца колонны или через сварные угловые швы. Конструкция базы колонны подкрановой траверсы должна обеспечивать возможность выполнения сварных работ и контроля качества сварных швов.

Для прохода вдоль крановых путей, если габариты мостовых кранов не позволяют организовать проход вне стенки колонны, в ней выполняют проем с размерами для прохода не менее 400 по ширине и 1800 мм по высоте. Участок стенки, ослабленный проемом, усиливают.

#### IV.2. ПОДКРАНОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Подкрановые конструкции производственных зданий: подкрановые балки, воспринимающие вертикальные и горизонтальные крановые нагрузки и передающие их на колонны; тормозные балки или фермы, воспринимающие горизонтальные нагрузки от торможения тележки крана и передающие их на верхний пояс подкрановой балки; вертикальные и горизонтальные связи, обеспечивающие необходимую жесткость и неизменяемость конструкций; крановые рельсы и упоры.

Особенности работы подкрановых балок: восприятие динамической, многократно повторяющейся нагрузки и значительных крутящих моментов, возникающих от приложенной к верхнему поясу горизонтальной нагрузки от торможения крана, а также в результате смещения кранового рельса с оси подкрановой балки. Учитывая особенности работы подкрановых балок, предъявляют повышенные требования к материалу, из которого они изготовлены, их конструктивному решению, качеству изготовления, монтажу.

Подкрановые балки различают:

- а) по расчетной схеме — разрезные и неразрезные;
- б) по конструктивной схеме — балки сплошного сечения, подкрановые фермы, подкраново-подстропильные фермы;
- в) по материалу — из одной марки стали и биметаллические (пояса и опорные ребра из низколегированной стали, стенка и промежуточные ребра жесткости из углеродистой).

Расчетную и конструктивную схемы подкрановых балок принимают в зависимости от общей конструктивной схемы каркаса здания, технологических требований, условий изготовления, монтажа и эксплуатации конструкций.

Наибольшее применение получили балки, изготовленные в виде сварных двутавров, поясные швы которых выполняют автоматической сваркой. Швы должны быть вогнутой формы с плавным переходом от направленного металла к основному. Верхние поясные швы выполняют с проваром на всю толщину стенки, в этом случае их следует считать равнопрочными со стенкой. Нижние поясные швы рассчитывают по формулам:

$$k_f \geq \sqrt{T^2 + V^2} / (2\beta_1 R_{0f} \gamma_{0f} \gamma_c); \quad (IV.1)$$

$$k_f \geq \sqrt{T^2 + V^2} / (2\beta_2 R_{0z} \gamma_{0z} \gamma_c). \quad (IV.2)$$

В этих формулах:

$T = QS/I$  — сдвигающее пояс усилие на единицу длины, вызываемое поперечной силой  $Q$ ; где  $S$  и  $I$  — соответственно статический момент брутто пояса балки и момент инерции брутто балки относительно ее нейтральной оси;  $V = \gamma_f F / l_{ef}$  — давление на единицу длины от колеса крана, где  $F$  — расчетное давление колеса крана, принимаемое без коэффициента динамичности;  $\gamma_f$  — коэффициент увеличения вертикальной сосредоточенной нагрузки на отдельное колесо мостового крана, учитывающий неравномерность распределения нагрузок между колесами и динамический характер нагрузок (принимают равным:  $\gamma_f = 1,6$  — для кранов группы режима работы 8К с жестким подвесом груза;  $\gamma_f = 1,4$  — то же с гибким подвесом;  $\gamma_f = 1,3$  — для кранов группы режима работы 7К;  $\gamma_f = 1,1$  — для остальных мостовых кранов);  $l_{ef} = c \sqrt{I_{1f}/t}$  — условная длина распределения сосредоточенного груза, где  $c = 3,25$ ;  $I_{1f}$  — сумма собственных моментов инерции пояса и кранового рельса (если рельс приварен с поясу швами, обеспечивающими их совместную работу,  $I_{1f}$  — общий момент инерции рельса и пояса);  $t$  — толщина стенки балки;  $\beta_1$  и  $\beta_2$  — коэффициенты, принимаемые по табл. VI.7.

Толщину углового шва принимают равной большему из значений  $k_f$ , но не менее значений, указанных в табл. VI.1. Применение в поясных соединениях прерывистых сварных швов не допускается.

Заводские стыковые швы поясов и стенки выполняют встык без накладок автоматической двусторонней сваркой; односторонняя допускается в виде исключения с обязательной подваркой корня шва. Концы стыковых швов обязательно выводят за пределы стыка на выводные планки. В растянутых элементах балки число стыков принимают минимальным.

Стыковые швы стенки, расположенные параллельно ребрам жесткости, удаляют от них на расстояние не менее 10 толщин стенки.

В местах пересечения стыковых швов стенки балки с продольным ребром жесткости швы, прикрепляющие ребро к стенке, не доводят до стыкового шва на 40 мм.

Поперечные ребра жесткости в подкрановых балках ставят, если  $\bar{\lambda}_{00} > 2,2$ , расстояние между ними не должно превышать  $2h_{ef}$  при  $\bar{\lambda}_{00} > 3,2$  и  $2,5h_{ef}$  при  $\bar{\lambda}_{00} \leq 3,2$ . Здесь  $\bar{\lambda}_{00} = (h/t) \sqrt{R_g/E}$  — условная гибкость

стенки;  $h$  — высота балки,  $h_{ef}$  и  $t$  — расчетная высота и толщина стенки.

Ширину выступающей части парного симметричного ребра принимают  $b_p \geq h_{ef}/30 + 40$  мм, для одностороннего ребра  $b_p \geq h_{ef}/24 + 50$  мм, но не менее 90 мм; толщина ребра  $t_s \geq 2b_p \sqrt{R_y/E}$ .

Торцы поперечных ребер жесткости должны быть плотно пригнаны к верхнему поясу балки; в балках под краны режимов работы 7К и 8К торцы ребер, примыкающие в верхнему поясу, необходимо строгать.

В балках под краны режимов работы 1К — 5К допускаются односторонние ребра жесткости с приваркой их к стенке, к верхнему поясу и расположением с одной стороны балки.

К поясам балок ребра жесткости приваривают швами с соотношением катетов 1 : 1,5, при этом швы должны иметь плавный переход к основному металлу. К стенке балки ребра жесткости приваривают швами минимальной толщины в соответствии с табл. VI.1. Участок стенки балки над опорой, укрепленный опорным ребром, рассчитывают на устойчивость из плоскости как стойку, нагруженную опорной реакцией.

Расчетное сечение этой стойки включает сечение опорного ребра и часть стенки шириной  $a = 0,65t \sqrt{E/R_y}$  с каждой стороны ребра, расчетную длину ее принимают равной высоте стенки.

Нижние торцы опорных ребер должны быть пристроганы. Швы, прикрепляющие опорные ребра к стенке, рассчитывают на восприятие опорной реакции, при этом в расчет вводят полную длину швов, толщину которых принимают не менее значений, указанных в табл. VI.1.

Крепление кранового рельса к верхнему поясу подкрановой балки зависит от типа кранового рельса:

рельсы специального профиля КР по ГОСТ 4121—76\* крепят с помощью специальных планок (табл. VIII.25); железнодорожные — крючьями (табл. VIII.26); брусковые при кранах режима работы 1К — 3К (легкий режим) приваривают к поясу балки, при кранах режимов работы 4К — 7К крепят с помощью планок, вставляемых в простроганные пазы бруска, на болтах, аналогично креплению рельсов КР.

Подкрановые балки пролетами 6 и 12 м для мостовых электрических кранов общего назначения грузоподъемностью до 50 т, режимов работы 1К — 7К изготавливают в соответствии с требованиями ГОСТ 23121—78.

Тормозные конструкции выполняют в виде сплошного листового настила с ребрами жесткости, располагаемыми через 1,5 м по длине балки, и пешеходной дорожкой из рифленой стали толщиной 4 и шириной 400—500 мм. Тормозные листы к верхним поясам подкрановых балок приваривают двумя сплошными швами. Конструкция примыкания тормозных листов к колоннам должна обеспечить передачу усилий продольного торможения на колонну. Допускается выполнение тормозных конструкций в виде фермы.

Разрезные подкрановые балки блиной до 12 м изготавливают в блоке

с тормозными конструкциями, горизонтальными связями и вспомогательными фермами, если размеры блока не превышают транспортного габарита и при этом обеспечиваются нормы загрузки подвижного состава.

### IV.3. ЭЛЕМЕНТЫ ПОКРЫТИЯ

Конструкции покрытий состоят из стропильных и подстропильных ферм и балок, конструкций фонарей, вертикальных и горизонтальных связей, прогонов.

В последнее время значительное развитие получили покрытия со структурными конструкциями из круглых труб, с пространственными решетчатыми конструкциями из труб типа «Кисловодск», «Молодечно», «Модуль», ЦНИИСК и др. В связи с тем, что эти конструкции изготавливают на специализированных заводах, в данной главе они не рассматриваются.

Стропильные фермы могут быть двускатные и односкатные, полигональные и с параллельными поясами, с опорным раскосом восходящим и нисходящим, с жестким и шарнирным сопряжением с колоннами; подстропильные фермы, как правило, — с параллельными поясами, реже другого очертания (треугольные).

Стропильные и подстропильные фермы выполняют: пояса и решетка — из прокатных уголков (парных и одиночных); пояса — из тавров (половинок широкополочных двутавров), решетка — из уголков (парных одиночных); пояса — из широкополочных двутавров, решетка — из замкнутых гнутосварных профилей или широкополочных двутавров; из электросварных или горячекатаных труб.

При конструировании ферм из уголков соблюдают следующие требования.

В фермах с элементами из уголков или тавров соединение элементов в узлах ферм принимают шарнирным. Стержни сварных ферм центрируют по центрам тяжести сечения (с округлением до 5 мм), в болтовых фермах — по рискам уголков. При изменении сечений элементов эксцентриситет в месте перехода сечения не учитывают, если он не превышает 1,5 % высоты пояса в тяжелых фермах и 5 — в легких. При больших эксцентриситетах элементы ферм рассчитывают с учетом дополнительных моментов.

Для ферм пролетом 36 м и более предусматривают строительный подъем, равный прогибу от постоянной и длительной нагрузок. При плоских кровлях независимо от пролета фермы его принимают равным прогибу от суммарной нормативной нагрузки плюс 1/200 пролета.

Расстояние между краями элементов решетки и пояса в узлах ферм должно быть не менее  $a = 6t - 20$  мм  $\leq 80$  мм, где  $t$  — толщина фасонки, мм. Элементы решетки приваривают двумя фланговыми и одним лобовым швами или двумя фланговыми, концы которых выводят на торец уголка на 20 мм.

В расчетах прикреплений стержней фермы учитывают фланговые швы длиной не менее 60 мм и лобовые, выполненные на всю длину торца. Усилия, действующие на сварные швы у обуха и пера уголков,

обратно пропорциональны расстояниям этих швов от центра тяжести сечения элемента.

Коэффициенты распределения усилия для уголков

|  |      |
|--|------|
| Равнополочных:                             |      |
| у обуха                                    | 0.7  |
| у пера                                     | 0.3  |
| Неравнополочных, спаренных широкой полкой: |      |
| у обуха                                    | 0.68 |
| у пера                                     | 0.32 |
| Неравнополочных, спаренных узкой полкой:   |      |
| у обуха                                    | 0.75 |
| у пера                                     | 0.25 |

При назначении толщины фасонки ферм руководствуются указаниями типовых серий, при этом в каждой ферме применяют не более двух толщин с разницей не более 4 мм.

Между торцами стыкуемых элементов поясов ферм, перекрываемых накладками, оставляют зазор не менее 50 мм. Расстояние между ближайшими краями стыковой накладки и узловой фасонки принимают не менее удвоенной высоты поясного уголка, но не менее 200 мм. Стропильные фермы с элементами из парных уголков с уклоном верхнего пояса 1,5 %, пролетами 18, 24, 30 и 36 м изготавливают по ГОСТ 23119—78.

Конструирование ферм с применением широкополочных двутавров и замкнутых гнутосварных профилей имеет свои особенности.

Соединение элементов в узлах таких ферм принимают шарнирным, если отношение высоты сечения к длине элементов не превышает 1/10 — для конструкций, эксплуатируемых во всех климатических районах, кроме I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub> и III<sub>3</sub>, для которых это отношение не должно превышать 1/15. При невыполнении данного условия учитывают дополнительные изгибающие моменты в элементах от жесткости узлов.

### 1. Расчет швов прикрепления раскоса к поясам ферм из двутавровой балки с параллельными гранями полков

#### 1. Усилия на швы (рис. IV.1, а):

а) по несущей способности

$$N_1 = A_f R_y; \quad N_2 = A_w R_y;$$

б) по заданным усилиям

$$N_1 = NA_f/A + M/(h_w + t_f); \quad N_2 = NA_w/A; \quad M_{ст} = MA_w/2A.$$

2. Размеры швов:

$$а) \quad t_1 \geq \sqrt{(t_1'')^2 + (t_1')^2}, \quad (IV.3)$$

где  $t_1' \geq 0,6 N_1 \cos(\alpha/2)/(R_{0y} l_{0y})$ ;  $t_1'' \geq 0,6 N_1 \sin(\alpha/2)/(R_{0f} l_{0f})$ ;  $k_1 \geq$

$\geq 0,6 N_1/(R_{0z} l_{0z})$ ;  $k_1 \sin \alpha \leq 1,6 t_f$ ;  $B_1 \geq \sqrt{(B_1'')^2 + (B_1')^2}$ ,

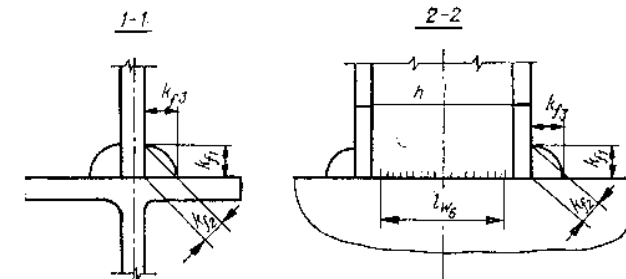
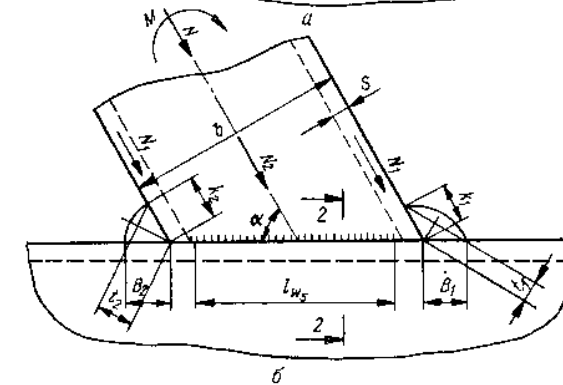
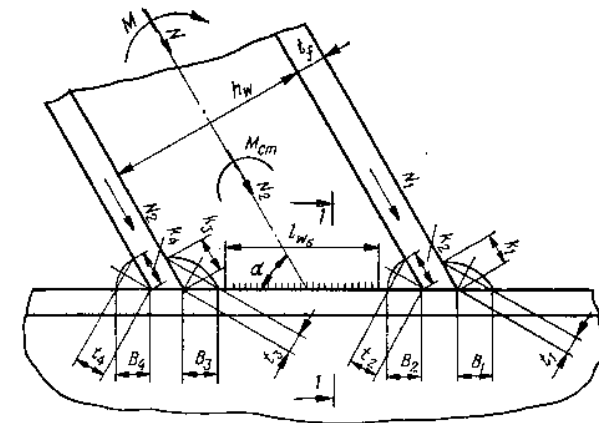


Рис. IV.1. Крепление к поясам стропильных ферм раскосов: а — из балки двутавровой; б — из гнутосварного коробчатого профиля.

где  $B_1' \geq 0,6 N_1 \sin \alpha/(R_{0y} l_{0y})$ ;  $B_1'' \geq 0,6 N_1 \cos \alpha/(R_{0f} l_{0f})$ ;  $B_1''' \geq 0,6 N_1 \cos \alpha/(R_{0z} l_{0z})$ ;  $B_1$  — принимают по максимальному значению;

$$б) \quad t_2 \geq \sqrt{(t_2'')^2 + (t_2')^2} + \Delta; \quad (IV.4)$$

где  $t_2 = 0,6N_1 \sin(\alpha/2)/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $t_2'' = 0,6N_1 \cos(\alpha/2)/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  
 $k_2 \geq 0,6N_1/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $k_2 \sin \alpha \leq 1,4t_f$ ;

$$B_2 \geq \sqrt{(B_2')^2 + (B_2'')^2},$$

где  $B_2' \geq 0,6N_1 \sin \alpha/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $B_2'' \geq 0,6N_1 \cos \alpha/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $B_2'' \geq 0,6N_1 \cos \alpha/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $B_2'$  — принимают по максимальному значению;

$$в) t_3 \geq \sqrt{(t_3')^2 + (t_3'')^2}, \quad (IV.5)$$

где  $t_3' \geq 0,6N_1 \cos(\alpha/2)/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $t_3'' \geq 0,6N_1 \sin(\alpha/2)/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $k_3 \geq 0,6N_1/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $k_3 \sin \alpha \leq 1,4t_f$ ;  $B_3 \geq \sqrt{(B_3')^2 + (B_3'')^2}$ ,

где  $B_3' \geq 0,6N_1 \sin \alpha/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $B_3'' \geq 0,6N_1 \cos \alpha/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $B_3'' \geq 0,6N_1 \cos \alpha/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $B_3'$  — принимают по максимальному значению;

$$г) t_4 \geq \sqrt{(t_4')^2 + (t_4'')^2}, \quad (IV.6)$$

где  $t_4' \geq 0,6 \sin(\alpha/2)/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $t_4'' \geq 0,6 \cos(\alpha/2)/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;

$$k_4 \geq 0,6N_1/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}}); \quad k_4 \sin \alpha \leq 1,6t_f;$$

$B_4 \geq \sqrt{(B_4')^2 + (B_4'')^2}$ , где  $B_4' \geq 0,6N_1 \sin \alpha/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $B_4'' \geq 0,6N_1 \times$   
 $\times \cos \alpha/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $B_4'' \geq 0,6N_1 \cos \alpha/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;

$B_4'$  — принимают по максимальному значению;

д) при  $N > 0$ ;  $M = 0$ ;

$$k_{f_1} \geq 0,6N_2/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}}); \quad (IV.7)$$

$$k_{f_2} \geq 0,42N_2 \cos \alpha \sqrt{\text{tg}^2 \alpha / R_{\text{ос}}^2 + (2 + \text{tg}^2 \alpha) / R_{\text{ос}}^2 / l_{\text{ос}}}; \quad (IV.8)$$

$$k_{f_3} \geq 0,6N_2 \cos \alpha \sqrt{\text{tg}^2 \alpha R_{\text{ос}}^2 + R_{\text{ос}}^2 / (l_{\text{ос}} R_{\text{ос}} R_{\text{ос}})}; \quad (IV.9)$$

$K_f$  — принимают по максимальному значению.

При  $N > 0$ ;  $M > 0$  должны выполняться также условия:

$$6M_{\text{ст}} \sqrt{l_{\text{ос}}^2 + k_{f_1}^2 / (k_{f_1} l_{\text{ос}}^3 + l_{\text{ос}} k_{f_1}^3)} \leq R_{\text{ос}}; \quad (IV.10)$$

$$6M_{\text{ст}} \sqrt{l_{\text{ос}}^2 + 0,49k_{f_2}^2 / (0,7k_{f_2} l_{\text{ос}}^3 + 0,5l_{\text{ос}} k_{f_2}^3)} \leq R_{\text{ос}}; \quad (IV.11)$$

$$6M_{\text{ст}} / (0,7k_{f_1} l_{\text{ос}}^2) \leq R_{\text{ос}}; \quad (IV.12)$$

$$6M_{\text{ст}} / (0,7k_{f_2} l_{\text{ос}}^2) \leq R_{\text{ос}}. \quad (IV.13)$$

## 2. Расчет швов прикрепления раскоса из гнутосварных коробчатых профилей к поясам ферм

### 1. Усилия на швы (рис. IV.1, б):

а) по несущей способности

$$N_1 = N_2 = 1,2AR_y/4;$$

б) по заданным усилиям

$$N_1 = N/4 + M/(b-s); \quad N_2 = N/4; \quad M_{\text{ст}} = M(b-s)/(2A);$$

### 2. Размеры швов

$$а) t_1 \geq \sqrt{(t_1')^2 + (t_1'')^2}, \quad (IV.14)$$

где

$$t_1' \geq N_1 \cos(\alpha/2)/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}});$$

$$t_1'' \geq N_1 \sin(\alpha/2)/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}});$$

$$k_1 \geq N_1/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}}); \quad k_1 \sin \alpha \leq 1,6s;$$

$$B_1 \geq \sqrt{(B_1')^2 + (B_1'')^2},$$

где  $B_1' \geq N_1 \sin \alpha/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $B_1'' \geq N_1 \cos \alpha/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $B_1'' \geq N_1 \cos \alpha/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $B_1'$  — принимают по максимальному значению;

$$б) t_2 \geq \sqrt{(t_2')^2 + (t_2'')^2}; \quad (IV.15)$$

где  $t_2' \geq N_1 \sin(\alpha/2)/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $t_2'' \geq N_1 \cos(\alpha/2)/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;

$$k_2 \geq N_1/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}}); \quad k_2 \sin \alpha \leq 1,6s;$$

$$B_2 \geq \sqrt{(B_2')^2 + (B_2'')^2},$$

где  $B_2' \geq N_1 \sin \alpha/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $B_2'' \geq N_1 \cos \alpha/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $B_2'' \geq N_1 \cos \alpha/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}})$ ;  $B_2'$  — принимают по максимальному значению;

в) при  $N > 0$ ;  $M = 0$ ;

$$k_{f_1} \geq N_2/(R_{\text{ос}}l_{\text{ос}}); \quad (IV.16)$$

$$k_{f_2} \geq 0,7N_2 \cos \alpha \sqrt{\text{tg}^2 \alpha / R_{\text{ос}}^2 + (2 + \text{tg}^2 \alpha) / R_{\text{ос}}^2 / l_{\text{ос}}}; \quad (IV.17)$$

$$k_{f_3} \geq N_2 \cos \alpha \sqrt{\text{tg}^2 \alpha R_{\text{ос}}^2 + R_{\text{ос}}^2 / (R_{\text{ос}} R_{\text{ос}} l_{\text{ос}})}; \quad (IV.18)$$

$k_j \geq k_{f_1}$  (2.3) — принимают по максимальному значению.

При  $N > 0$ ;  $M > 0$  должны выполняться также условия:

$$M_{\text{ст}} \sqrt{(l_{\text{ос}}/2)^2 + (k_{f_1}/2)^2 / (k_{f_1} l_{\text{ос}}^3/12 + (l_{\text{ос}} k_{f_1}^3/12))} \leq R_{\text{ос}}; \quad (IV.19)$$

$$M_{\text{ст}} \sqrt{(l_{\text{ос}}/2)^2 + (0,7k_{f_2}/2)^2 / (0,7k_{f_2} l_{\text{ос}}^3/12 + (0,5l_{\text{ос}} k_{f_2}^3/12))} \leq R_{\text{ос}}; \quad (IV.20)$$

$$M_{\text{ст}} / (0,7k_{f_1} l_{\text{ос}}^2/6) \leq R_{\text{ос}}; \quad (IV.21)$$

$$M_{\text{ст}} / (0,7k_{f_2} l_{\text{ос}}^2/6) \leq R_{\text{ос}}. \quad (IV.22)$$

Обозначения, принятые в формулах:

$R_y$  — расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести (табл. I.1 и I.2);  $R_{\text{ос}}$  — расчетное сопротивление стыковых сварных соединений сжатию, растяжению, изгибу по пределу текучести  $R_{\text{ос}} = 0,85 R_y$ ;  $R_{\text{ос}}$  — расчетное сопротивление

угловых швов срезу (условному) по металлу шва (табл. VI.9);  $R_{\omega z}$  — расчетные сопротивления угловых швов срезу (условному) по металлу границы сплавления (VI.10);  $A$  — площадь сечения брутто;  $A_f$  — площадь сечения полки балки;  $A_w$  — площадь сечения стенки балки;  $b_f$  — ширина полки балки;  $h_w$  — высота стенки балки;  $R$  — радиус закругления балки;  $t_f$  — толщина полки балки;  $t_w$  — толщина стенки балки;  $k_f$  — толщина углового шва;  $l_w$  — длина углового шва:  $l_{\omega_1} = l_{\omega_2} = b_f - 1$ ;  $l_{\omega_3} = b_f - 2 - 2R - t_w$ ;  $l_{\omega_4} = (h_w - 2R)/\sin \alpha$ ;  $l_{\omega_5} = h - 2(R + s)$ ;  $l_{\omega_6} = [b - 2(R + s)]/\sin \alpha$ ;

$(R + s)$  — закругление наружных граней гнутосварных профилей;  $b, h$  — стороны гнутосварных коробчатых профилей;  $\Delta = 0$  при  $45^\circ \leq \alpha < 90^\circ$ ;  $\Delta = 0,2$  см при  $35^\circ \leq \alpha < 45^\circ$ ;  $\Delta = 0,4$  см при  $25^\circ \leq \alpha \leq 35^\circ$ .

#### IV.4. БАЛОЧНЫЕ КЛЕТКИ

Балочные клетки широко применяют в строительстве.

По конструктивному решению сечений балки могут быть прокатными (из двутавров с параллельными гранями полок по ГОСТ 26020—83, двутавров по ГОСТ 8239—72\* и швеллеров по ГОСТ 8240—72\*) и составные (из листов или нескольких прокатных профилей).

Расположение балок между собой может быть:

этажным (отметка верха второстепенных балок выше отметки верха главных);

повышенным (отметка верха второстепенных балок выше, а низа — ниже отметки верха главных);

в одном уровне (верх главных и второстепенных балок находится на одной отметке);

пониженным (отметка верха второстепенных балок ниже отметки верха главных);

смешанным (в балочной клетке наблюдаются одновременно различные типы сопряжений балок).

Каждый из перечисленных типов сопряжений балок имеет свои преимущества, недостатки и применение их должно быть обосновано. При этажном и повышенном расположении балок проще узлы сопряжения, монтаж, однако выше строительная высота перекрытия. При расположении балок в одном уровне и пониженном меньше строительная высота перекрытия, но сложнее узлы сопряжения, выше трудоемкость изготовления и монтажа балок.

По конструктивному решению узлы сопряжения балок между собой и с колоннами бывают шарнирные и жесткие или рамные. В шарнирных в качестве монтажных соединений принимают болты класса точности В или высокопрочные, реже — монтажную сварку; в жестких — монтажную сварку или высокопрочные болты. При конструировании узлов сопряжений балок из прокатных профилей по возможности избегают вырезов и срезов полок газовой резкой.

Конструирование составных балок двутаврового профиля имеет ряд особенностей.

Поясные швы сварных балок выполняют непрерывными автоматической сваркой. В балках, воспринимающих статическую нагрузку, допускается применение односторонних поясных швов при условии: нагрузка приложена симметрично относительно поперечного сечения балки; устойчивость сжатого пояса балки обеспечена; в местах приложения к поясу балки сосредоточенных нагрузок установлены поперечные ребра жесткости.

Односторонние поясные швы не допускаются в балках: рассчитываемых с учетом развития пластических деформаций; эксплуатируемых в средне- и сильно агрессивной среде; возводимых в климатических районах I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub> и III<sub>3</sub>; изготавливаемых из стали с  $R_{yt} > 390$  МПа; изготавливаемых с применением ручной сварки.

Двусторонние поясные швы сварных балок при действии неподвижной нагрузки рассчитывают по формулам (IV.1) и (IV.2) при действии подвижной нагрузки:

$$\sqrt{T^2 + V^2}/(2\beta_f \bar{k}_f) \leq R_{\omega f} \gamma_{\omega f} \gamma_c; \quad (IV.23)$$

$$\sqrt{T^2 + V^2}/(2\beta_z \bar{k}_f) \leq R_{\omega z} \gamma_{\omega z} \gamma_c; \quad (IV.24)$$

Односторонние поясные швы при действии неподвижной нагрузки:

$$T/(\beta_f k_f) \leq R_{\omega f} \gamma_{\omega f} \gamma_c; \quad (IV.25)$$

$$T/(\beta_z k_f) \leq R_{\omega z} \gamma_{\omega z} \gamma_c; \quad (IV.26)$$

Обозначения — см. пояснения к формулам (IV.1) и (IV.2).

Ребра жесткости сварных балок конструируют аналогично ребрам жесткости подкрановых балок. В балках с односторонними поясными швами и ребрами жесткости последние предусматривают со стороны стенки, противоположной расположению односторонних поясных швов.

Расстояние между ребрами принимают равным  $2h_{ef}$  при  $\bar{\lambda}_w > 3,2$  и  $2,5 h_{ef}$  при  $\bar{\lambda}_w \leq 3,2$  ( $h_{ef}$  и  $\bar{\lambda}_w$  см. раздел II.2). В местах приложения больших неподвижных сосредоточенных грузов и на опорах также устанавливают поперечные ребра. Ширину выступающей части ребра принимают: для парного ребра  $b_p > h_{ef}/30 + 40$  мм, для одностороннего ребра  $b_p > h_{ef}/24 + 50$  мм; толщину ребра  $t_p > 2b_p \sqrt{R_y/E}$ .

Стенки балок допускается укреплять односторонними поперечными ребрами жесткости из одиночных уголков, привариваемых к стенке пером.

Монтажные стыки балок составного сечения выполняют на сварке (встык или с накладками) или на высокопрочных болтах (с накладками).

Прокатные балки изготавливают из двутавров по ГОСТ 26020—83 и ГОСТ 8239—72\* и швеллеров по ГОСТ 8240—72\*. Предельные усилия и расчетные условные длины балок из прокатных профилей приведены в табл. IV.1. Расчет геометрических характеристик сварных двутавров симметричного сечения определяют по программе IV.1. с помощью микрокалькулятора.

Таблица IV.1. Предельные усилия и расчетные условные длины балок

| Профиль | Предельные значения при $\varphi_b = 1$ |       |   |    |    |  |                |
|---------|---|-------|---|----|----|--|----------------|
|         | M <sup>H</sup> при $l/l$                |       | l <sub>ef</sub> при l <sub>ef</sub> /b по формулам СНиП 11-23-81* |    |    | M <sub>T</sub> и Q <sub>T</sub> для балок из стали 09Г2С |                |
|         | 1/250                                   | 1/400 | 35  | 36 | 37 | M <sub>T</sub>   | Q <sub>T</sub> |
|         | кН·м                                    |       | м   |    |    | кН·м   | кН             |

Двутавры по ГОСТ 26020—83

|       |      |      |     |     |     |      |      |
|-------|------|------|-----|-----|-----|------|------|
| 23Б1  | 39   | 25   | 2,0 | 3,0 | 2,3 | 86   | 218  |
| 26Б1  | 53   | 33   | 2,2 | 3,3 | 2,5 | 103  | 253  |
| 30Б1  | 83   | 52   | 2,5 | 3,8 | 2,9 | 141  | 293  |
| 35Б1  | 133  | 83   | 2,7 | 4,1 | 3,1 | 192  | 362  |
| 35Б2  | 152  | 95   | 2,8 | 4,1 | 3,1 | 205  | 362  |
| 40Б1  | 208  | 130  | 2,9 | 4,3 | 3,2 | 249  | 435  |
| 40Б2  | 244  | 153  | 2,9 | 4,3 | 3,3 | 290  | 472  |
| 45Б1  | 329  | 206  | 3,1 | 4,6 | 3,5 | 349  | 547  |
| 45Б2  | 381  | 238  | 3,1 | 4,7 | 3,5 | 400  | 595  |
| 50Б1  | 490  | 306  | 3,4 | 5,1 | 3,9 | 468  | 683  |
| 50Б2  | 559  | 349  | 3,5 | 5,2 | 3,9 | 530  | 723  |
| 55Б1  | 734  | 459  | 3,8 | 5,7 | 4,3 | 636  | 816  |
| 55Б2  | 828  | 517  | 3,8 | 5,7 | 4,3 | 712  | 867  |
| 60Б1  | 1038 | 649  | 4,0 | 5,9 | 4,4 | 823  | 983  |
| 60Б2  | 1155 | 722  | 4,0 | 5,9 | 4,4 | 910  | 1030 |
| 70Б1  | 1660 | 1038 | 4,4 | 6,5 | 4,9 | 1120 | 1290 |
| 70Б2  | 1924 | 1202 | 4,4 | 6,6 | 5,0 | 1290 | 1370 |
| 80Б1  | 2630 | 1644 | 4,6 | 6,9 | 5,2 | 1560 | 1660 |
| 90Б1  | 4013 | 2508 | 4,9 | 7,3 | 5,5 | 2110 | 2070 |
| 100Б1 | 5880 | 3675 | 5,2 | 7,8 | 5,9 | 2610 | 2290 |
| 100Б2 | 6808 | 4255 | 5,2 | 7,8 | 5,9 | 3000 | 2460 |
| 100Б3 | 7748 | 4843 | 5,2 | 7,8 | 5,9 | 3380 | 2640 |
| 100Б4 | 8641 | 5400 | 5,2 | 7,8 | 5,9 | 3490 | 2670 |
| 20Ш1  | 35   | 22   | 3,3 | 4,9 | 3,7 | 91   | 200  |
| 23Ш1  | 56   | 35   | 3,3 | 4,9 | 3,7 | 117  | 237  |
| 26Ш1  | 82   | 51   | 3,8 | 5,6 | 4,3 | 154  | 284  |
| 26Ш2  | 98   | 61   | 3,9 | 5,7 | 4,4 | 181  | 308  |
| 30Ш1  | 137  | 86   | 4,1 | 6,1 | 4,6 | 222  | 376  |
| 30Ш2  | 161  | 101  | 4,3 | 6,2 | 4,8 | 256  | 404  |
| 30Ш3  | 185  | 116  | 4,3 | 6,2 | 4,8 | 291  | 432  |
| 35Ш1  | 261  | 163  | 5,1 | 7,6 | 5,8 | 363  | 519  |
| 35Ш2  | 291  | 182  | 5,3 | 7,8 | 6,0 | 401  | 550  |
| 35Ш3  | 331  | 207  | 5,5 | 8,0 | 6,1 | 452  | 584  |
| 40Ш1  | 453  | 283  | 6,1 | 9,2 | 7,0 | 549  | 601  |
| 40Ш2  | 523  | 327  | 6,4 | 9,5 | 7,2 | 628  | 730  |
| 40Ш3  | 590  | 369  | 6,6 | 9,7 | 7,4 | 701  | 799  |
| 50Ш1  | 803  | 502  | 5,7 | 8,6 | 6,5 | 781  | 859  |
| 50Ш2  | 956  | 598  | 6,0 | 8,8 | 6,7 | 920  | 1120 |
| 50Ш3  | 1110 | 694  | 6,1 | 9,0 | 6,8 | 987  | 1140 |
| 50Ш4  | 1268 | 792  | 6,3 | 8,9 | 6,8 | 1110 | 1220 |
| 60Ш1  | 1415 | 884  | 6,0 | 8,9 | 6,8 | 1140 | 1110 |
| 60Ш2  | 1738 | 1086 | 6,2 | 9,1 | 6,9 | 1300 | 1390 |
| 60Ш3  | 2069 | 1293 | 6,2 | 9,1 | 6,9 | 1520 | 1580 |
| 60Ш4  | 2406 | 1504 | 6,2 | 9,1 | 6,9 | 1750 | 1770 |
| 70Ш1  | 2268 | 1417 | 5,8 | 8,6 | 6,5 | 1560 | 1460 |
| 70Ш2  | 2709 | 1693 | 5,9 | 8,7 | 6,6 | 1720 | 1540 |

Продолжение табл. IV.1

| Профиль | Предельные значения при $\varphi_b = 1$ |       |   |    |    |  |                |
|---------|---|-------|---|----|----|--|----------------|
|         | M <sup>H</sup> при $l/l$                |       | l <sub>ef</sub> при l <sub>ef</sub> /b по формулам СНиП 11-23-81* |    |    | M <sub>T</sub> и Q <sub>T</sub> для балок из стали 09Г2С |                |
|         | 1/250                                   | 1/400 | 35  | 36 | 37 | M <sub>T</sub>   | Q <sub>T</sub> |
|         | кН·м                                    |       | м   |    |    | кН·м   | кН             |

|       |      |      |     |     |     |      |      |
|-------|------|------|-----|-----|-----|------|------|
| 70Ш3  | 3258 | 2036 | 5,8 | 8,7 | 6,5 | 2040 | 1860 |
| 70Ш4  | 3750 | 2343 | 5,8 | 8,6 | 6,5 | 2320 | 2130 |
| 70Ш5  | 4359 | 2724 | 5,8 | 8,6 | 6,5 | 2480 | 2240 |
| 35ДБ1 | 113  | 70   | 2,1 | 3,2 | 2,4 | 162  | 339  |
| 40ДБ1 | 172  | 108  | 2,3 | 3,4 | 2,6 | 216  | 414  |
| 45ДБ1 | 288  | 180  | 2,5 | 3,7 | 2,8 | 300  | 521  |
| 45ДБ2 | 380  | 238  | 3,1 | 4,7 | 3,5 | 397  | 546  |

Двутавры по ГОСТ 8239—72\*

|    |      |      |     |     |     |    |     |
|----|------|------|-----|-----|-----|----|-----|
| 10 | 2,6  | 1,6  | 1,1 | 1,6 | 1,2 | 13 | 74  |
| 12 | 4,6  | 2,9  | 1,2 | 1,8 | 1,4 | 19 | 95  |
| 14 | 7,5  | 4,7  | 1,4 | 2,1 | 1,6 | 27 | 115 |
| 16 | 11,5 | 7,2  | 1,5 | 2,3 | 1,7 | 36 | 134 |
| 18 | 17,0 | 10,6 | 1,7 | 2,5 | 1,9 | 47 | 155 |
| 20 | 24,3 | 15,2 | 1,9 | 2,8 | 2,1 | 61 | 176 |

Швеллеры по ГОСТ 8240—72\*

|    |       |       |     |     |     |     |     |
|----|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|
| 10 | 2,3   | 1,4   | 0,9 | 1,3 | 1,0 | 11  | 73  |
| 12 | 4,0   | 2,5   | 0,9 | 1,4 | 1,1 | 17  | 94  |
| 14 | 6,5   | 4,0   | 1,0 | 1,5 | 1,2 | 23  | 113 |
| 16 | 9,8   | 6,2   | 1,1 | 1,7 | 1,3 | 31  | 132 |
| 18 | 14,4  | 9,0   | 1,2 | 1,8 | 1,4 | 40  | 152 |
| 20 | 20,0  | 12,5  | 1,3 | 1,9 | 1,5 | 50  | 172 |
| 22 | 27,8  | 17,4  | 1,4 | 2,1 | 1,6 | 60  | 186 |
| 24 | 38,2  | 23,9  | 1,5 | 2,3 | 1,7 | 75  | 210 |
| 27 | 54,8  | 34,3  | 1,6 | 2,4 | 1,8 | 95  | 252 |
| 30 | 76,6  | 47,9  | 1,6 | 2,5 | 1,9 | 120 | 303 |
| 40 | 200,7 | 125,4 | 1,8 | 2,7 | 2,1 | 236 | 493 |

Примечания: 1. Предельные значения M<sup>H</sup> определены при пролете балок l = 6 м для статически определенных балок на двух опорах, нагруженных равномерно распределенной нагрузкой по формуле  $M^H = 9,6 \frac{Fl}{T} \left(\frac{l}{T}\right)$ . 2. При пролетах, отличных от 6 м,  $M^H = 6M_T^H/l\varphi$ , где M<sub>T</sub><sup>H</sup> — нормативный момент при l = 6 м, определяемый по таблице; l<sub>ф</sub> — фактический пролет балки. 3. Предельные значения расчетной длины l<sub>ef</sub>, при которой не требуется производить расчет на устойчивость, определены при R<sub>y</sub> = 235 МПа. 4. Предельные усилия M<sub>T</sub> и Q<sub>T</sub> при γ<sub>c</sub> = 1 определены по формулам (28) и (29) СНиП 11-23-81\*. При марках стали, отличных от приведенных в таблице: M<sub>T</sub> = M<sub>T</sub>R<sub>y</sub>/R<sub>s</sub>; Q<sub>T</sub> = Q<sub>T</sub>R<sub>s</sub>/R<sub>s</sub>, где M<sub>T</sub> и Q<sub>T</sub> — табличные значения предельных моментов и поперечных сил; M<sub>T</sub> и Q<sub>T</sub> — предельные моменты и поперечные силы для балок из марок сталей, отличных от 09Г2С; R<sub>y</sub> и R<sub>s</sub> — расчетные сопротивления стали 09Г2С; R<sub>y</sub> и R<sub>s</sub> — то же, сталей других марок. 5. Подбор сечений балок при φ<sub>b</sub> ≠ 1 производят с учетом коэффициента φ<sub>b</sub>.



Программа IV.1. Расчет геометрических характеристик сварного двутавра симметричного сечения

|   | 0   | 1     | 2     | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9     |
|---|-----|-------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| 0 | ИПО | ИП1   | ×     | ПД  | 2   | ×   | ИП2 | ИП3 | ×   | ПС    |
| 1 | +   | П6    | С/П   | ИПС | ИП2 | ×   | ПС  | 8   | +   | ИП1   |
| 2 | ИП2 | +     | ПВ    | ИПД | 2   | +   | ПД  | ×   | +   | П7    |
| 3 | С/П | ИПС   | ИП2   | ×   | 1   | 2   | +   | ИПД | ИПВ | $x^2$ |
| 4 | ×   | +     | П8    | С/П | ИП8 | ИП2 | 2   | +   | ИП1 | +     |
| 5 | +   | П9    | С/П   | ИП8 | ИП6 | +   | √   | ПА  | С/П | ИПД   |
| 6 | ИПО | ↑     | ×     | ×   | 3   | +   | ПВ  | С/П | ИПВ | 2     |
| 7 | ×   | ИПО   | +     | ПС  | С/П | ИПВ | ИП6 | +   | √   | ПД    |
| 8 | С/П | $C_x$ | arctg | БП  | 80  |     |     |     |     |       |

Инструкция:  $B_n = P_0; \delta_n = P1; h_{ст} = P2; \delta_{ст} = P3; B/O; C/П; P_X = P6 = A, C/П; P_X = P7 = S_x; C/П; P_X = P8 = I_x; C/П; P_X = P9 = W_x; C/П; P_X = P_A = i_x; C/П; P_X = P_B = I_y; C/П; P_X = P_C = W_y; C/П; P_X = P_D = i_y; C/П; P_X = 00.$

Общее время выполнения программы 25 с.

Все единицы величин — сантиметры.

Тестовый пример:  $B_n = 20$  см;  $\delta_n = 1$  см;  $h_{ст} = 18$  см;  $\delta_{ст} = 0,6$  см;  $A = 50,8$  см<sup>2</sup>;  $S_x = 214,3$  см<sup>3</sup>;  $I_x = 3901,6$  см<sup>4</sup>;  $W_x = 390,2$  см<sup>3</sup>;  $i_x = 8,76$  см;  $I_y = 1333,3$  см<sup>4</sup>;  $W_y = 133,3$  см<sup>3</sup>;  $i_y = 5,12$  см.

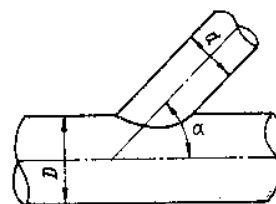
IV.3. ТРУБЧАТЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Стальные трубы благодаря симметричности и большой жесткости сечения являются одним из наилучших профилей для элементов, работающих на центральное и внецентренное сжатие. Хорошая обтекаемость поверхности благоприятно сказывается на работе трубчатых конструкций при больших ветровых воздействиях. Эти свойства позволили широко применять трубы в высотных конструкциях башен и мачт, предназначенных для теле- и радиовещания и т. п.

В трубчатых конструкциях применяют трубы бесшовные горячекатаные по ГОСТ 8732—78\* из стали марки 20 по ГОСТ 1050—74\*\* и трубы электросварные по ГОСТ 10704—76\* из стали марки ВСт3 по ГОСТ 380—88.

Для фигурной резки торцов труб при их бесфасоночных соединениях применяют газорезательные машины типа *Picom* (Япония). Технические возможности газорезательных машин приведены в табл. III.3. Параметры резки концов труб приведены в табл. IV.2.

Таблица IV.2. Параметры фигурной резки концов труб на машинах для газовой резки типа «Picom»



$D$  — диаметр магистральной трубы;  $d$  — диаметр штуцера;  
 $\alpha$  — угол наклона штуцера к магистральной трубе или к плоскости при пересечении трубы с плоскостью.

| Тип машины  | Параметры резки при пересечении труб  |  |   |
|-------------|---|--|---|
|             | под углом $\alpha < 90^\circ$   | под углом $\alpha = 90^\circ$                          | с плоскостью  |
| «Picom-250» | $A' = \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2 \sin \alpha};$<br>$B' = d \operatorname{ctg} \alpha$                                | $A' = \frac{D - \sqrt{D^2 - d^2}}{2};$<br>$B' = 0$     | $A' = 0;$<br>$B' = d \operatorname{ctg} \alpha$                     |
| «Picom-400» | $A = \frac{d}{2} \operatorname{ctg} \alpha;$<br>$B = \frac{D}{2} \operatorname{cosec} \alpha;$<br>$C = \frac{d}{D} 100$ | $A = 0;$<br>$B = \frac{D}{2}$<br>$C = \frac{d}{D} 100$ | $A = \frac{d}{2} \operatorname{ctg} \alpha;$<br>$B = 0;$<br>$C = 0$ |

Одновременно с резкой трубы снимают фаску по торцу. В связи с тем, что резак машины в процессе резки располагается по отношению к трубе под постоянным углом, а угол раскрытия фаски в трубчатом соединении должен быть переменным, в параметры резки необходимо вносить поправку.

Для «Picom-250» при значениях  $\alpha$ , равных 25—50°, к параметру  $B$  необходимо прибавить поправку по табл. IV.3; для «Picom-400» поправка, взятая по табл. IV.3 и уменьшенная в 2 раза, прибавляется к параметру  $A$  при тех же значениях угла.

Таблица IV.3. Поправки параметров газорезательных машин

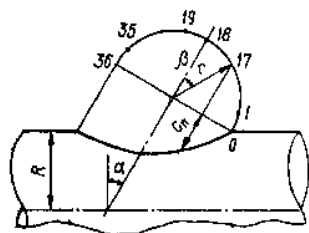
| Толщина разрезаемой трубы $\delta$ , мм | Поправки $\Delta$ , мм, при угле пересечения труб $\alpha^\circ$ |     |     |     |     |      |      |
|---|--|-----|-----|-----|-----|------|------|
|   | 55   | 50  | 45  | 40  | 35  | 30   | 25   |
| 4                                       | 0,7  | 1,0 | 1,7 | 2,4 | 3,4 | 4,6  | 6,2  |
| 5                                       | 0,9  | 1,3 | 2,1 | 3,0 | 4,2 | 5,7  | 7,8  |
| 6                                       | 1,1  | 1,6 | 2,5 | 3,7 | 5,1 | 6,9  | 9,4  |
| 7                                       | 1,3  | 1,8 | 2,9 | 4,3 | 6,0 | 8,0  | 10,9 |
| 8                                       | 1,5  | 2,1 | 3,4 | 4,9 | 6,8 | 9,2  | 12,5 |
| 9                                       | 1,6  | 2,3 | 3,8 | 5,5 | 7,6 | 10,4 | 14,1 |
| 10                                      | 1,8  | 2,6 | 4,2 | 6,1 | 8,5 | 11,5 | 15,6 |
| 11                                      | 2,0  | 2,9 | 4,6 | 6,7 | 9,3 | 12,7 | 17,2 |

Продолжение табл. IV.3.

| Толщина разрезаемой трубы $\delta$ , мм | Поправки $\Delta$ , мм, при угле пересечения труб $\alpha^\circ$ |     |     |      |      |      |      |
|---|--|-----|-----|------|------|------|------|
|   | 55   | 50  | 45  | 40   | 35   | 30   | 25   |
| 12                                      | 2,2  | 3,1 | 5,0 | 7,3  | 10,2 | 13,8 | 18,8 |
| 13                                      | 2,4  | 3,4 | 5,5 | 8,0  | 11,0 | 15,0 | 20,4 |
| 14                                      | 2,6  | 3,6 | 5,9 | 8,6  | 11,9 | 16,1 | 21,9 |
| 16                                      | 2,9  | 4,2 | 6,7 | 9,8  | 13,6 | 18,5 | 25,0 |
| 18                                      | 3,3  | 4,7 | 7,6 | 11,0 | 15,3 | 20,8 | 28,2 |
| 20                                      | 3,6  | 5,2 | 8,4 | 12,3 | 17,0 | 23,1 | 31,3 |

Примечания: 1. Поправки для промежуточных значений углов выбирать интерполированием. 2. Для «Рисом-400» поправки принимать с коэффициентом  $n = 0,5$ .

При необходимости ручной резки конца трубы для бесфасоночного примыкания делают наметку фигурного реза, для чего строят развертку, ординаты которой определяют по формуле (рис. IV.2)



$$c_n = \pm r \operatorname{tg} \alpha \sin \beta_i + (R - \sqrt{R^2 - r^2 \cos^2 \beta_i}) \sec \alpha + r \operatorname{tg} \alpha, \quad (\text{IV.27})$$

где  $R$  и  $r$  — соответственно радиусы магистральной трубы и штуцера;  $\alpha$  — угол

Рис. IV.2. Определение ординат развертки наклонного цилиндрического штуцера.

между осью штуцера и перпендикуляром к оси магистральной трубы;  $\beta_i$  — угол в интервале  $0-180^\circ$  через  $5^\circ$ ; 0—36 — номера точек.

#### IV.6. ВТОРОСТЕПЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ

К ним относят площадки различного назначения, фахверк, оконные и фонарные переплеты и т. п.

Площадки представляют собой балочную клетку различной сложности, балки которой опирают на основные несущие конструкции здания, технологическое оборудование или его опоры, в необходимых случаях устанавливают специальные опоры для балок.

По балкам площадок уложен металлический или железобетонный настил. Металлический настил может быть сплошной или решетчатый. Сплошной изготавливают из рифленой или гладкой листовой стали с ребрами жесткости или без них. Толщину настила и сечение ребер жесткости площадок в зависимости от нормативной нагрузки принимают по табл. IV.4 и IV.5.

К решетчатым относят настилы из просечно-вытяжной стали по ГОСТ 8706—78\*, предельные нагрузки на который в зависимости от пролета приведены в табл. IV.6, штампованные типов «Батайск» по ТУ 36-2044-77 и «ВИСП» по ТУ 36-2370-82, изготавливаемые на специализированных заводах, а также площадок для металлургического

Таблица IV.4. Толщина настила и сечение ребер жесткости площадок

| Пролет настила $l$ | Толщина настила $t_n$ и сечение ребер жесткости $b_p \times t_p$ , мм, при нормативной нагрузке на настил $q$ , кПа |    |    |    |    |
|--------------------|---|----|----|----|----|
|                    | 10  | 12 | 15 | 18 | 20 |

Расстояние между ребрами  $a = 0,8$  м

|     |                          |                          |                          |                          |
|-----|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1   | $\frac{5}{60 \times 6}$  | $\frac{6}{60 \times 6}$  | $\frac{6}{90 \times 6}$  | $\frac{8}{90 \times 6}$  |
| 1,2 | $\frac{5}{60 \times 6}$  |                          | $\frac{6}{90 \times 6}$  | $\frac{8}{90 \times 6}$  |
| 1,5 | $\frac{5}{90 \times 6}$  | $\frac{6}{90 \times 6}$  | $\frac{6}{100 \times 8}$ | $\frac{8}{100 \times 8}$ |
| 1,8 | $\frac{5}{100 \times 8}$ | $\frac{6}{100 \times 8}$ | $\frac{6}{120 \times 8}$ | $\frac{8}{120 \times 8}$ |
| 2   | $\frac{5}{100 \times 8}$ |                          | $\frac{6}{120 \times 8}$ | $\frac{8}{120 \times 8}$ |

Расстояние между ребрами  $a = 1$  м

|     |                          |                          |                            |                            |
|-----|--------------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1,2 | $\frac{6}{90 \times 6}$  | $\frac{8}{90 \times 6}$  | $\frac{8}{100 \times 8}$   | $\frac{10}{100 \times 8}$  |
| 1,5 | $\frac{6}{100 \times 8}$ | $\frac{8}{100 \times 8}$ | $\frac{10}{100 \times 10}$ | $\frac{10}{120 \times 10}$ |
| 1,8 | $\frac{6}{120 \times 8}$ | $\frac{8}{120 \times 8}$ | $\frac{10}{120 \times 8}$  | $\frac{10}{120 \times 10}$ |
| 2   | $\frac{6}{120 \times 8}$ | $\frac{8}{120 \times 8}$ | $\frac{8}{120 \times 10}$  | $\frac{10}{120 \times 10}$ |
|     |                          |                          | $\frac{10}{120 \times 10}$ | $\frac{10}{150 \times 10}$ |

Расстояние между ребрами  $a = 1,2$  м

|     |                          |                           |                            |                            |
|-----|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| 1,5 | $\frac{8}{100 \times 8}$ | $\frac{8}{100 \times 8}$  | $\frac{10}{120 \times 8}$  | $\frac{12}{120 \times 8}$  |
| 1,8 | $\frac{8}{120 \times 8}$ | $\frac{8}{120 \times 10}$ | $\frac{10}{120 \times 10}$ | $\frac{12}{120 \times 10}$ |
| 2   | $\frac{8}{120 \times 8}$ | $\frac{8}{12 \times 10}$  | $\frac{10}{150 \times 10}$ | $\frac{12}{150 \times 10}$ |

Расстояние между ребрами  $a = 1,5$  м

|     |                            |                            |                            |   |
|-----|----------------------------|----------------------------|----------------------------|---|
| 1,8 | $\frac{10}{120 \times 10}$ | $\frac{10}{150 \times 10}$ | $\frac{12}{150 \times 10}$ | — |
| 2   | $\frac{10}{120 \times 10}$ | $\frac{10}{150 \times 10}$ | $\frac{12}{150 \times 10}$ | — |

Примечания: 1. В числителе — толщина настила, в знаменателе — сечение ребер жесткости. 2. При подборе толщины настила и ребер жесткости расчетное сопротивление принято  $R_y = 216$  МПа.

Таблица IV.5. Толщина настила площадок  $f_n$  при отсутствии ребер жесткости

| Пролет настила $l, м$ | Нормативная нагрузка, кПа |   |   |    |    |    |    |    |
|-----------------------|---------------------------|---|---|----|----|----|----|----|
|                       | 2                         | 4 | 6 | 8  | 10 | 12 | 15 | 20 |
| 0,8                   | 4                         | 4 | 4 | 4  | 5  | 6  | 6  | 8  |
| 1                     | 4                         | 4 | 4 | 5  | 6  | 8  | 8  | 10 |
| 1,2                   | 4                         | 4 | 5 | 6  | 8  | 8  | 10 | 12 |
| 1,5                   | 5                         | 5 | 6 | 8  | 10 | 10 | 12 | —  |
| 1,8                   | 5                         | 6 | 8 | 10 | 10 | 12 | —  | —  |
| 2                     | 6                         | 6 | 8 | 10 | 12 | —  | —  | —  |

Примечание. При подборе толщины настила расчетное сопротивление  $R_y = 215$  МПа.

Таблица IV.6. Предельные нагрузки на просечно-вытяжной настил, кН/м

| Ширина листа, мм | Настил марки |     |      |      |     |      |      |
|------------------|--------------|-----|------|------|-----|------|------|
|                  | 406          | 506 | 508  | 510  | 606 | 608  | 610  |
| 500              | 4,7          | 7,9 | 13,7 | 21,6 | 9,7 | 19,1 | 28,8 |
| 600              | 3,9          | 6,6 | 11,4 | 18,0 | 8,1 | 15,9 | 24,0 |
| 700              | 3,2          | 5,6 | 9,7  | 15,2 | 6,8 | 13,4 | 20,3 |
| 800              | 2,9          | 5,0 | 8,6  | 13,5 | 6,1 | 11,9 | 18,0 |
| 900              | 2,6          | 4,4 | 7,6  | 12,0 | 5,4 | 10,6 | 16,0 |
| 1000             | —            | 4,0 | 6,8  | 10,8 | 4,9 | 9,5  | 14,4 |
| 1100             | —            | 3,6 | 6,2  | 9,8  | 4,4 | 8,7  | 13,1 |
| 1250             | —            | 3,2 | 5,5  | 8,7  | 3,9 | 7,6  | 11,5 |
| 1400             | —            | 2,8 | 4,9  | 7,7  | 3,5 | 6,8  | 10,3 |

Примечания: 1. Марка листа составлена из размера толщины заготовки и подачи. Например, марка листа 406 — толщина заготовки 4 мм, подача 0,6 мм. 2. Предельная сосредоточенная нагрузка приложена по середине пролета при заземленных концах. 3. Для равномерно распределенной нагрузки указанные в таблице значения предельных нагрузок увеличивают в 2,2 раза. 4. При свободном опирании концов настила табличные значения предельных нагрузок уменьшают в 2 раза. 5. Защемление настила на концах обеспечивают приваркой каждой полоски настила к балкам

производства, работающих в условиях большой запыленности, в местах, где затруднена очистка площадок от пыли и снега, при повышенных требованиях к жесткости настила и допускаемой нормативной нагрузке до  $10 \text{ кН/м}^2$ .

Переход с площадки на площадку осуществляют с помощью лестниц. Площадки и лестницы имеют ограждения. Лестницы и ограждения изготавливают на специализированных заводах по ГОСТ 23120—78 и типовым сериям, однако в некоторых случаях по ряду причин требуется изготовление нетиповых конструкций.

Факхверк-каркас стен, воспринимающий нагрузки, действующие на стены, и передающий их на основной каркас здания и фундаменты, состоит из стоек, ригелей, элементов, обеспечивающих их устойчивость (связей, тяжей и т. п.), а также элементов, передающих на основной каркас здания горизонтальные и вертикальные усилия от стоек и ригелей факхверка. Основные узлы сопряжения элементов фак-

верка между собой и с конструкциями здания приведены в типовых сериях.

Оконные и фонарные переплеты изготавливают по типовым сериям на специализированных заводах.

Монорельсы — балки путей подвешного подъемно-транспортного оборудования изготавливают обычно из прокатных двутавров типа М по ГОСТ 19425—74\*. Для балок пролетом 6 м разработана типовая серия 1.426-1, вып. 3. Длину монорельсов на криволинейных участках определяют по формулам к эскизам 5—10 табл. П.3.



## Раздел V

### ЛИСТОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ

#### V.1. ОСОБЕННОСТИ КОНСТРУИРОВАНИЯ

При разработке чертежей КМД предусматривают:

передачу сосредоточенных воздействий через элементы жесткости; в местах сопряжения оболочек различной формы плавные переходы для уменьшения местных напряжений;

выполнение всех стыковых швов двусторонней или односторонней сваркой с подваркой корня шва или на подкладках;

для швов с полным проплавлением возможность удаления корня шва наиболее простым способом (огневой резкой и зачисткой наждачным кругом и т. п.);

надписи о необходимости обеспечения плотности соединения конструкций и способа ее проверки в соответствии с имеющимися в чертежах КМ указаниями;

изломы образующих для цилиндрических и конических поверхностей («колена», конические переходы) не более  $30^\circ$ , а радиус поворота цилиндрических оболочек по оси цилиндров не менее одного диаметра цилиндра;

членение на отправочные марки, при котором используются возможности завода-изготовителя, требования транспортирования и производства монтажа, максимальной степени заводской готовности;

раскрой листового металлопроката с минимальными отходами; решение узлов без пооперационных сборок;

минимальное количество технологических операций;

возможность применения для соединений автоматической сварки; толщины и взаимное расположение швов, а также способы сварки, исключающие или уменьшающие концентрацию напряжений и деформаций в конструкциях;

распределение сварных швов, расстояния между швами не менее десяти толщин свариваемых листов;

снижение расхода наплавленного металла путем уменьшения длины и толщины сварных швов;

учет конструктивных требований, предъявляемых к сварным соединениям;

установку подставок и распорок, обеспечивающих устойчивость и жесткость элементов на время изготовления, транспортирования и производства монтажа;

установку по центру тяжести элементов конструкций специальных проушин, соответствующих массе элементов, согласно документации на погрузку при транспортировании, а также при изготовлении и монтаже;

установку необходимых сборочных приспособлений для производства монтажных работ и дополнительных деталей для увязки конструктивных элементов на подвижном составе.

## У.2. СОЕДИНЕНИЯ ЛИСТОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

Для соединения деталей листовых конструкций применяют:

для разъемных (фланцевых) соединений — болты класса точности В по указанию в чертежах КМ в соответствии с ГОСТ 7798—70\*, ГОСТ 7796—70\* и другими нормативными документами;

для неразъемных (сварных) — электросварные швы всех основных типов: стыковые, угловые, тавровые и внахлестку.

Стыковые швы выполняют двусторонней сваркой либо односторонней с подваркой корня шва или на подкладках (в исключительных случаях, когда невозможна подварка корня шва или сварка с полным проплавлением не обязательна).

В листовых конструкциях сварные соединения рекомендуется выполнять встык. Соединения листов толщиной 5 мм и менее, а также монтажные, разрешается осуществлять внахлестку, при этом необходимо учитывать трудоемкую, а часто и невозможную проверку этих швов на плотность.

Основные типы и конструктивные элементы сварных соединений принимаются при сварке:

автоматической и полуавтоматической под флюсом по ГОСТ 8713—79\* и ГОСТ 11533—75;

электродуговой в защитных газах по ГОСТ 14771—76\* (при сварке проволокой 0,8—1,2 мм основные типы и конструктивные элементы допускаются по ГОСТ 5264—80);

ручной электродуговой по ГОСТ 5264—80 и ГОСТ 11534—75.

Для ручной дуговой сварки рекомендуется применять электроды по ГОСТ 9467—75 типов:

Э42, Э46 — во всех конструкциях из углеродистых сталей обычного качества по ГОСТ 380—88 (за исключением конструкций, где требуются электроды типа Э42А);

Э42А — в конструкциях из углеродистых сталей по ГОСТ 380—88: непосредственно воспринимающих динамическую или вибрационные нагрузки; работающих при температуре ниже  $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ ; в листовых —

в швах растянутых и швах, расположенных в зоне действия краевых эффектов, крепления патрубков, горловин и т. п.;

Э46 — в конструкциях из термообработанных углеродистых сталей; Э50, Э50А (в случаях, оговоренных для электродов Э42А) — из низколегированных сталей марок 09Г2С, 09Г2СД, 10Г2С1, 15ХСНД, 14Г2, 15ГС, 10Г2С1Д по ГОСТ 19282—73\*;

Э60А — из высокопрочных сталей марок 10ХСНД, 14Г2АФ, 16Г2АФ по ГОСТ 19282—73\*.

При сварке сталей с разными расчетными сопротивлениями применяют электроды, соответствующие сварке сталей более низкого расчетного сопротивления. При использовании для угловых швов сварочных материалов, соответствующих стали более высокого расчетного сопротивления, следует учитывать требования СНиП II-23-81\*.

Вид сварки угловых швов и марку сварочной проволоки (электродов) проставляют в чертежах КМД в соответствии с указаниями, приведенными в чертежах КМ.

## У.3. ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНОСТИ

### 1. Сечения кругового цилиндра

При сечении кругового цилиндра радиуса  $R$  плоскостью, перпендикулярной к оси цилиндра, получаем окружность радиуса  $R$ ; наклонной к основанию цилиндра под углом  $\alpha$  (рис. V.1) — эллипс с полуосями:  $a = R/\cos \alpha$ ;  $b = R$ .

Координаты кривой сечения

$$x_i = R \sin \beta_i / \cos \alpha; \quad y_i = R \cos \beta_i.$$

Количество точек определяют из условий:

$$n \geq 6; \quad 120 \leq \pi R / (2n \cos \alpha) \leq 150.$$

Вычисления также производят на микрокалькуляторах по программе V.1. Значения  $R$  принимают в зависимости от узла сопряжения (рис. V.2).

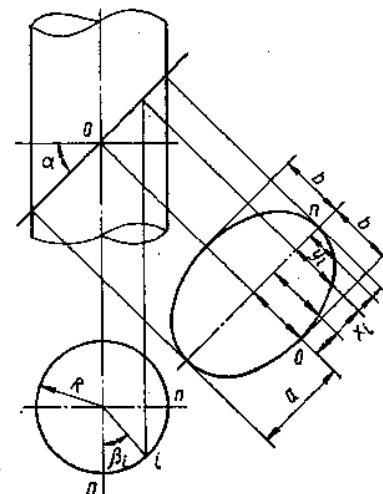


Рис. V.1. Сечение цилиндрической поверхности плоскостью.

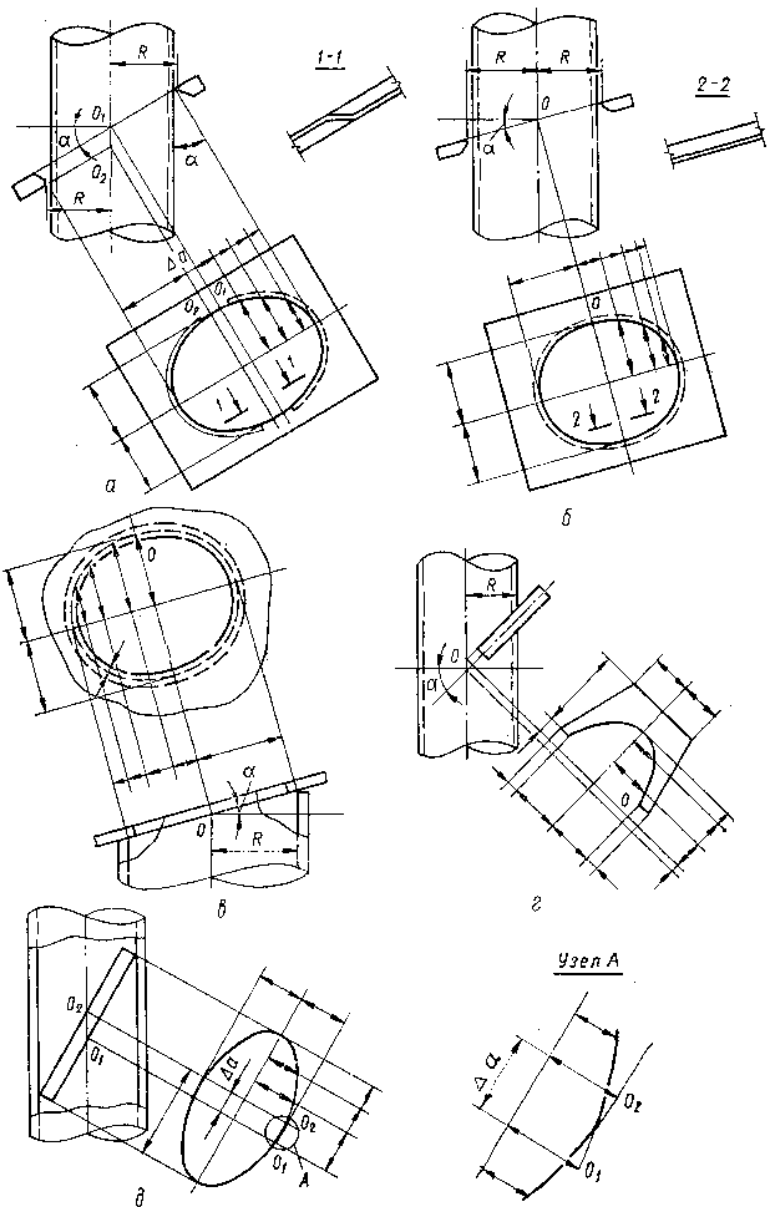


Рис. V.2. Примеры сопряжения секущих плоскостей с цилиндрическими поверхностями:  
а-д — конструкции узлов.

Программа V.1. Определение координат точек эллипса

|   | 0     | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6    | 7  | 8   | 9   |
|---|-------|-----|-----|-----|-----|-----|------|----|-----|-----|
| 0 | П9    | П1  | ИП7 | ИП8 | cos | ÷   | П4   | 9  | 0   | ИП9 |
| 1 | ÷     | П6  | 1   | П5  | ИП5 | ИП6 | ×    | ↑  | cos | ИП7 |
| 2 | ×     | ХУ  | sin | ИП4 | ×   | С/П | КИП5 | L1 | 14  | 0   |
| 3 | arctg | С/П | БП  | 29  |     |     |      |    |     |     |

Инструкция:  $R = P7$ ;  $\alpha^\circ = P8$ ;  $n_T = PX$ ; В/О: С/П ( $\sim 11$  с)  $PX = X_1$ ;  $PY = Y_1$ ; С/П; ( $\sim 5,5$  с)  $PX = X_2$ ;  $PY = Y_2$ ; С/П... $PX = X_{n_T}$ ;  $PY = Y_{n_T} = 0$ ; С/П; ( $\sim 2$  с)  $PX = 00$ .

После окончания расчета можно повторить расчет для любой точки:  $N_T = PX$ ; БП15; С/П;  $PX = X_{N_T}$ ;  $PY = Y_{N_T}$ .

Можно также в любое время вычислить координаты точки кривой для произвольного угла:  $\alpha^\circ = PX$ ; БП17; С/П;  $PX = X_\alpha$ ;  $PY = Y_\alpha$ .

Тестовый пример:  $100 = P7$ ;  $20 = P8$ ;  $2 = PX$ ; В/О; С/П;  $PX = 75,248729$ ;  $PY = 70,710681$ ;  $P9 = 2$ ;  $P5 = 1$ ;  $P1 = 2$ ;  $P4 = 106,41777$ ;  $P6 = 45$ ; С/П;  $PX = 106,41777$ ;  $PY = 0$ ;  $P5 = 00000002$ ;  $P1 = 00000001$ ; С/П;  $PX = 00$ ; С/П;  $PX = 00$ .

2. Развертки цилиндрической поверхности

Ширина развертки  $h$  цилиндрической поверхности, усеченной плоскостями, перпендикулярными к оси цилиндра (рис. V.3), равна длине цилиндра; длина развертки  $l = 2\pi R_{cp}$ ; ординаты точек  $a$  и  $b$ ; 1.  $X_a = R_{cp} \gamma$ ;

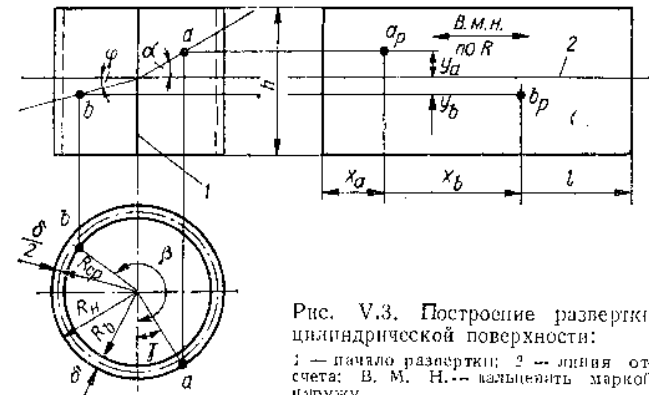


Рис. V.3. Построение развертки цилиндрической поверхности:  
1 — начало развертки; 2 — линия отсчета; В. М. Н. — назначить маркой наружу.

$= R_{cp} \gamma$ ; 2.  $Y_a = R_n \sin \gamma \operatorname{tg} \alpha$ ; 3.  $X_b = R_{cp} \beta$ ; 4.  $Y_b = Rb \sin \beta \operatorname{tg} \alpha$ .

Ширина развертки  $h$  цилиндрической поверхности, усеченной наклонной плоскостью (рис. V.4),

$$l = 2\pi R_{cp}; m = b/4; a = m/n;$$

$n$  — из условий:  $n \geq 6$ ;  $120 \leq \pi R^2/2n \leq 200$ ;

$$1. h_{ni} = R_n \operatorname{tg} \alpha; 3. h_{ni} = R_b \operatorname{tg} \alpha \sin \beta_i = h_n K_n;$$

$$2. h_b = R_n \operatorname{tg} \alpha; 4. h_{ni} = R_n \operatorname{tg} \alpha \sin \beta_i = h_n K_n,$$

где  $R_n$ ,  $R_b$  — соответственно внутренний и наружный радиусы цилиндра;  $\alpha$  — угол наклона секущей плоскости;

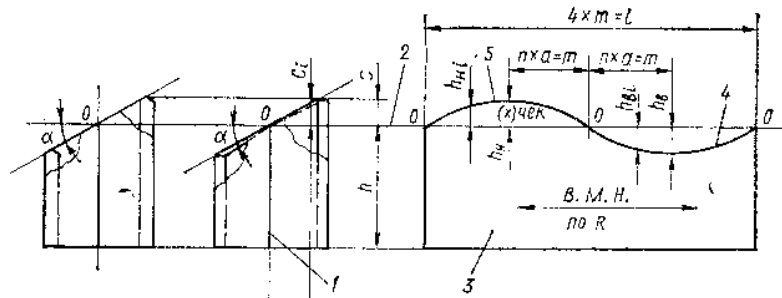
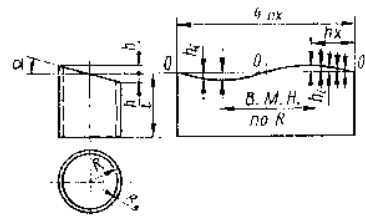


Рис. V.4. Построение развертки усеченной цилиндрической поверхности:  
 1 — начало развертки; 2 — линия отсчета;  
 3 — развертка; 4, 5 — участки кривой развертки соответственно вогнутый и выпуклый.

$\beta_i = 0; \frac{1 \cdot 90^\circ}{n}; \frac{2 \cdot 90^\circ}{n} \dots \frac{n \cdot 90^\circ}{n}$ ;  $K_n$  — коэффициенты, принимаемые по табл. V.1.

При определении выпуклости кривой развертки  $h_n, h_v$  значения  $R_v$  и  $R_n$  принимают в зависимости от конструкции узла сопряжения (см. рис. V.4).

Таблица V.1. Коэффициенты ( $K_n$ ) для определения разверток усеченного цилиндра



$$h = R \lg \alpha; h_i = h K_n$$

| Номер точки | Радиусы цилиндров R, мм |         |         |         |         |         |          |
|-------------|-------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
|             | до 400                  | 400—500 | 500—600 | 600—700 | 700—800 | 800—900 | 900—1000 |
| 0           | 0,00000                 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000  |
| 1           | 0,38388                 | 0,30902 | 0,25682 | 0,22256 | 0,10509 | 0,17365 | 0,15643  |
| 2           | 0,70711                 | 0,58779 | 0,50000 | 0,43389 | 0,38203 | 0,34302 | 0,30902  |
| 3           | 0,92388                 | 0,80902 | 0,70711 | 0,62349 | 0,55557 | 0,50000 | 0,45399  |
| 4           | 1,00000                 | 0,90510 | 0,86603 | 0,78183 | 0,70711 | 0,64279 | 0,58779  |
| 5           | —                       | 1,00000 | 0,96500 | 0,90097 | 0,83147 | 0,76604 | 0,70711  |
| 6           | —                       | —       | 1,00000 | 0,97492 | 0,92388 | 0,86603 | 0,80902  |
| 7           | —                       | —       | —       | 1,00000 | 0,98079 | 0,93969 | 0,89101  |
| 8           | —                       | —       | —       | —       | 1,00000 | 0,98481 | 0,95106  |
| 9           | —                       | —       | —       | —       | —       | 1,00000 | 0,98769  |
| 10          | —                       | —       | —       | —       | —       | —       | 1,00000  |

| Номер точки | Радиусы цилиндров R, мм |           |           |           |           |           |           |
|-------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|             | 1000—1100               | 1100—1200 | 1200—1300 | 1300—1400 | 1400—1500 | 1500—1600 | 1600—1700 |
| 0           | 0,00000                 | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   |
| 1           | 0,14332                 | 0,13053   | 0,12054   | 0,11197   | 0,10453   | 0,09802   | 0,09227   |
| 2           | 0,23169                 | 0,25882   | 0,23332   | 0,22252   | 0,20791   | 0,19509   | 0,18375   |
| 3           | 0,41541                 | 0,38268   | 0,35460   | 0,33028   | 0,30902   | 0,29029   | 0,27367   |
| 4           | 0,54064                 | 0,50000   | 0,46472   | 0,43389   | 0,40674   | 0,38268   | 0,36125   |
| 5           | 0,65486                 | 0,60876   | 0,56806   | 0,53204   | 0,50000   | 0,47140   | 0,44574   |
| 6           | 0,75575                 | 0,70711   | 0,66312   | 0,62349   | 0,58779   | 0,55557   | 0,52644   |
| 7           | 0,84124                 | 0,79335   | 0,74851   | 0,70711   | 0,66913   | 0,63439   | 0,60264   |
| 8           | 0,90963                 | 0,86603   | 0,82299   | 0,78183   | 0,74315   | 0,70711   | 0,67370   |
| 9           | 0,95949                 | 0,92388   | 0,88546   | 0,84672   | 0,80902   | 0,77301   | 0,73901   |
| 10          | 0,98982                 | 0,96593   | 0,93502   | 0,90097   | 0,86603   | 0,83147   | 0,79801   |
| 11          | 1,00000                 | 0,99145   | 0,97094   | 0,94388   | 0,91355   | 0,88192   | 0,85022   |
| 12          | —                       | 1,00000   | 0,99271   | 0,97493   | 0,95106   | 0,92388   | 0,89516   |
| 13          | —                       | —         | 1,00000   | 0,99371   | 0,97815   | 0,95694   | 0,93247   |
| 14          | —                       | —         | —         | 1,00000   | 0,99452   | 0,98079   | 0,96183   |
| 15          | —                       | —         | —         | —         | 1,00000   | 0,99519   | 0,98297   |
| 16          | —                       | —         | —         | —         | —         | 1,00000   | 0,99573   |
| 17          | —                       | —         | —         | —         | —         | —         | 1,00000   |

| Номер точки | Радиусы цилиндров R, мм |           |           |           |           |           |           |
|-------------|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|             | 1700—1800               | 1800—1900 | 1900—2000 | 2000—2100 | 2100—2200 | 2200—2300 | 2300—2400 |
| 0           | 0,00000                 | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   |
| 1           | 0,08716                 | 0,08258   | 0,07846   | 0,07473   | 0,07135   | 0,06824   | 0,06540   |
| 2           | 0,17365                 | 0,16459   | 0,15643   | 0,14904   | 0,14232   | 0,13617   | 0,13053   |
| 3           | 0,25882                 | 0,24549   | 0,23345   | 0,22252   | 0,21257   | 0,20346   | 0,19509   |
| 4           | 0,34202                 | 0,32470   | 0,30902   | 0,29475   | 0,28173   | 0,26080   | 0,25882   |
| 5           | 0,42262                 | 0,40170   | 0,38268   | 0,36534   | 0,34346   | 0,33488   | 0,32144   |
| 6           | 0,50000                 | 0,47594   | 0,45399   | 0,43388   | 0,41542   | 0,39840   | 0,38268   |
| 7           | 0,57358                 | 0,54694   | 0,52250   | 0,50000   | 0,47925   | 0,46007   | 0,44229   |
| 8           | 0,64279                 | 0,61421   | 0,58779   | 0,56332   | 0,54016   | 0,51959   | 0,50000   |
| 9           | 0,70711                 | 0,67728   | 0,64945   | 0,62349   | 0,59929   | 0,57668   | 0,55557   |
| 10          | 0,76604                 | 0,73573   | 0,70711   | 0,68017   | 0,65487   | 0,63109   | 0,60876   |
| 11          | 0,81915                 | 0,78914   | 0,76041   | 0,73305   | 0,70711   | 0,68255   | 0,65935   |
| 12          | 0,86603                 | 0,83717   | 0,80902   | 0,78183   | 0,75574   | 0,73083   | 0,70711   |
| 13          | 0,90631                 | 0,87948   | 0,85264   | 0,82624   | 0,80053   | 0,77571   | 0,75184   |
| 14          | 0,93969                 | 0,91577   | 0,89101   | 0,86603   | 0,84156   | 0,81697   | 0,79335   |
| 15          | 0,96593                 | 0,94582   | 0,92388   | 0,90007   | 0,87763   | 0,85442   | 0,83147   |
| 16          | 0,98481                 | 0,96940   | 0,95106   | 0,93088   | 0,90963   | 0,88788   | 0,86603   |
| 17          | 0,99630                 | 0,98636   | 0,97237   | 0,95557   | 0,93695   | 0,91721   | 0,89687   |
| 18          | 1,00000                 | 0,99659   | 0,98769   | 0,97493   | 0,95949   | 0,94226   | 0,92388   |
| 19          | —                       | 1,00000   | 0,99692   | 0,98883   | 0,97715   | 0,96292   | 0,94693   |
| 20          | —                       | —         | 1,00000   | 0,99720   | 0,98982   | 0,97908   | 0,96593   |
| 21          | —                       | —         | —         | 1,00000   | 0,99745   | 0,99069   | 0,98079   |
| 22          | —                       | —         | —         | —         | 1,00000   | 0,99767   | 0,99145   |
| 23          | —                       | —         | —         | —         | —         | 1,00000   | 0,99786   |
| 24          | —                       | —         | —         | —         | —         | —         | 1,00000   |

Продолжение табл. V.1.

| Номер точки | Радиусы цилиндров, R, мм |           |           |           |           |           |           |
|-------------|--------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|             | 2400—2500                | 2500—2600 | 2600—2700 | 2700—2800 | 2800—2900 | 2900—3000 | 3000—3100 |
| 0           | 0,00000                  | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   | 0,00000   |
| 1           | 0,06279                  | 0,06038   | 0,05814   | 0,05607   | 0,05414   | 0,05234   | 0,05065   |
| 2           | 0,12533                  | 0,12054   | 0,11609   | 0,11197   | 0,10812   | 0,10453   | 0,10117   |
| 3           | 0,18738                  | 0,18026   | 0,17365   | 0,16751   | 0,16178   | 0,15644   | 0,15143   |
| 4           | 0,24869                  | 0,23932   | 0,23062   | 0,22252   | 0,21497   | 0,20791   | 0,20130   |
| 5           | 0,30902                  | 0,29751   | 0,28680   | 0,27684   | 0,26753   | 0,25882   | 0,25065   |
| 6           | 0,36813                  | 0,35460   | 0,34202   | 0,33028   | 0,31930   | 0,30902   | 0,29936   |
| 7           | 0,42578                  | 0,41041   | 0,39608   | 0,38269   | 0,36987   | 0,35837   | 0,34730   |
| 8           | 0,48175                  | 0,46472   | 0,44880   | 0,43389   | 0,41989   | 0,40674   | 0,39435   |
| 9           | 0,53583                  | 0,51734   | 0,50000   | 0,48372   | 0,46841   | 0,45399   | 0,44039   |
| 10          | 0,58779                  | 0,56806   | 0,54951   | 0,53204   | 0,51555   | 0,50000   | 0,48530   |
| 11          | 0,63742                  | 0,61672   | 0,59716   | 0,57868   | 0,56119   | 0,54464   | 0,52897   |
| 12          | 0,68455                  | 0,66312   | 0,64279   | 0,62349   | 0,60517   | 0,58779   | 0,57127   |
| 13          | 0,72897                  | 0,70711   | 0,68624   | 0,66635   | 0,64739   | 0,62932   | 0,61211   |
| 14          | 0,77051                  | 0,74851   | 0,72737   | 0,70711   | 0,68770   | 0,66913   | 0,65137   |
| 15          | 0,80902                  | 0,78718   | 0,76604   | 0,74564   | 0,72600   | 0,70711   | 0,68897   |
| 16          | 0,84433                  | 0,82299   | 0,80212   | 0,78183   | 0,76216   | 0,74315   | 0,72479   |
| 17          | 0,87631                  | 0,85578   | 0,83549   | 0,81556   | 0,79609   | 0,77715   | 0,75876   |
| 18          | 0,90483                  | 0,88546   | 0,86603   | 0,84672   | 0,82769   | 0,80902   | 0,79078   |
| 19          | 0,92978                  | 0,91190   | 0,89363   | 0,87522   | 0,85686   | 0,83867   | 0,82076   |
| 20          | 0,95106                  | 0,93502   | 0,91822   | 0,90097   | 0,88351   | 0,86603   | 0,84864   |
| 21          | 0,96858                  | 0,95472   | 0,93069   | 0,92388   | 0,90758   | 0,89101   | 0,87435   |
| 22          | 0,98229                  | 0,97094   | 0,95799   | 0,94388   | 0,92908   | 0,91355   | 0,89781   |
| 23          | 0,99212                  | 0,98362   | 0,97305   | 0,96092   | 0,94765   | 0,93358   | 0,91896   |
| 24          | 0,99803                  | 0,99271   | 0,98481   | 0,97493   | 0,96355   | 0,95106   | 0,93775   |
| 25          | 1,00000                  | 0,99817   | 0,99324   | 0,98587   | 0,97662   | 0,96593   | 0,95414   |
| 26          | —                        | 1,00000   | 0,99831   | 0,99371   | 0,98683   | 0,97815   | 0,96808   |
| 27          | —                        | —         | 1,00000   | 0,99843   | 0,99414   | 0,98769   | 0,97953   |
| 28          | —                        | —         | —         | 1,00000   | 0,99853   | 0,99452   | 0,98847   |
| 29          | —                        | —         | —         | —         | 1,00000   | 0,99863   | 0,99487   |
| 30          | —                        | —         | —         | —         | —         | 1,00000   | 0,99872   |
| 31          | —                        | —         | —         | —         | —         | —         | 1,00000   |

Трубопроводы с изломом сопрягаются сечением трубопровода наклонной плоскостью под равными углами. Рекомендуемый угол наклона секущих плоскостей в этом случае не должен превышать 15°.

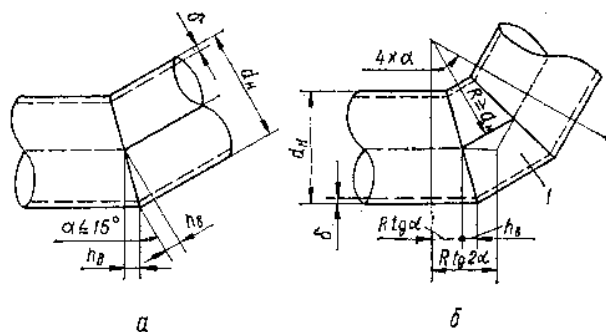


Рис. V.5. Сопряжение трубопровода с изломом: а — без вставки; б — со вставкой; R — радиус излома.

При угле излома больше 30° делают вставки (рис. V.5). Радиус излома должен быть не менее диаметра трубопровода.

При определении  $h_n$  и  $h_{n'}$  учитывают узел соединения кромок трубопровода (рис. V.6). В соединении без разделки кромок при  $\delta \sin \alpha \leq 2$  мм принимают  $h_{n'} = h_n$ .

Вычисления также производят на микрокалькуляторах по программе V.2.

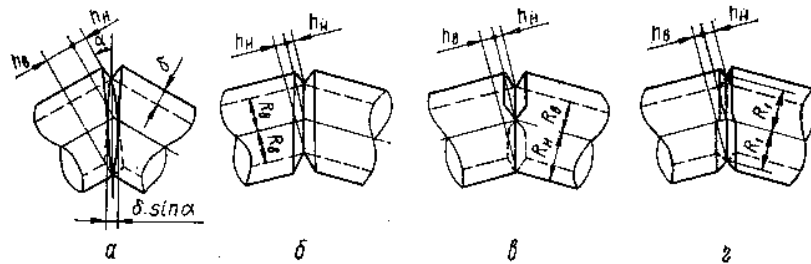


Рис. V.6. Соединение деталей «колена»:

а — без образования фаски; б — фаска с наружной стороны; в — фаски с наружной и внутренней стороны; г — двусторонняя фаска.

Программа V.2. Определение ординат развертки боковой поверхности цилиндра, усеченного плоскостью под углом к его оси

|  | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

|   |     |     |      |    |    |     |       |     |      |     |
|---|-----|-----|------|----|----|-----|-------|-----|------|-----|
| 0 | ИП7 | π   | 2    | ÷  | ×  | ИПД | ÷     | П4  | КИП4 | ИП4 |
| 1 | С/П | π4  | ПО   | 9  | 0  | ХУ  | ÷     | П2  | ИП7  | ИП8 |
| 2 | tg  | ×   | П1   | 1  | П5 | ИП5 | ИП2   | ×   | П1   | ИП1 |
| 3 | ×   | С/П | КИП5 | LO | 25 | 0   | arctg | С/П | БП   | 35  |

Инструкция:  $R = P7$ ;  $\alpha^\circ = P8$ ;  $\Delta l = PД$ ;  $V/O$ ;  $C/П$  ( $\sim 3,5$  с);  $PX = n_T$ ;  $[n_T = = PX]^*$ ;  $C/П$  ( $\sim 9$  с);  $PX = h_1$ ;  $C/П$  ( $\sim 5$  с);  $PX = h_2$ ;  $C/П \dots PX = h_{n_T}$ ;  $C/П$  ( $\sim 2$  с)  $PX = 00 \dots$

Можно начать расчет непосредственно заданием желаемого количества точек:  $n_T = PX$ ; БП11; С/П \*; ...

После вычисления ординаты 1-й точки, не нарушая общего хода расчета, можно вычислить ординату любой точки вводом предложения:  $N_{T_i} = PX$ ; БП26; С/П;  $PX = = h_{T_i}$ .

Тестовый пример:  $1000 = P7$ ;  $30 = P8$ ;  $100 = PД$ ;  $V/O$ ;  $C/П$ ;  $PX = 16$ ;  $2 = = PX$ ;  $C/П$ ;  $PX = 408,24831$ ;  $C/П$ ;  $PX = 577,35027$ ;  $C/П$ ;  $PX = 00$ .

Параметры развертки цилиндрической поверхности, усеченной нормальной круговой цилиндрической поверхностью (рис. V.7):

$l = 2\pi R_{cp}$ ;  $m = l/4$ ;  $a = m/n$ ;  $n$  — из условий:  $n \geq 6$ ;  $120 \leq \leq \pi r_{cp}/(2n) \leq 150$ ;  $h_i = R(1 - \cos \varphi_i)$ , где  $\sin \varphi_i = r \sin \beta_i/R$ ;  $\beta_i = 0^\circ$ ;  $\frac{1 \cdot 90^\circ}{n}$ ;  $\frac{2 \cdot 90^\circ}{n} \dots \frac{n \cdot 90^\circ}{n}$ .

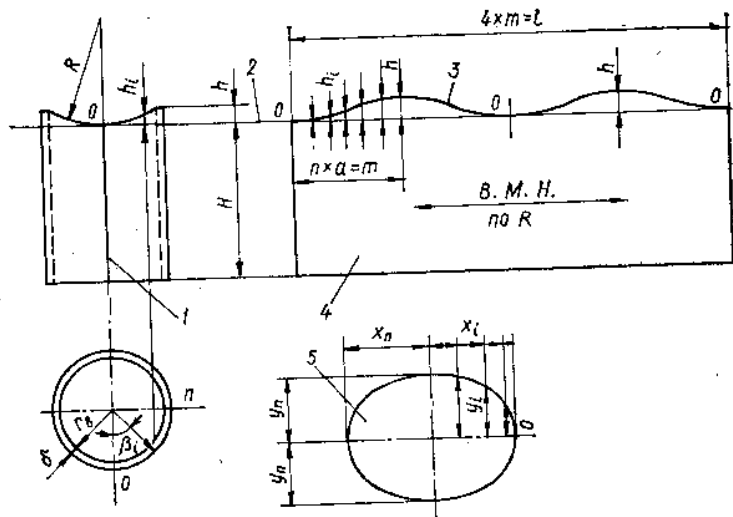


Рис. V.7. Построение развертки прямого цилиндрического штуцера:  
1 — начало развертки; 2 — линия отсчета; 3 — кривая развертки; 4 — развертка; 5 — отверстие под штуцер.

При подсчете ординат кривой значение величин  $R$  и  $r$  принимают в зависимости от узла соединения (рис. V.8).

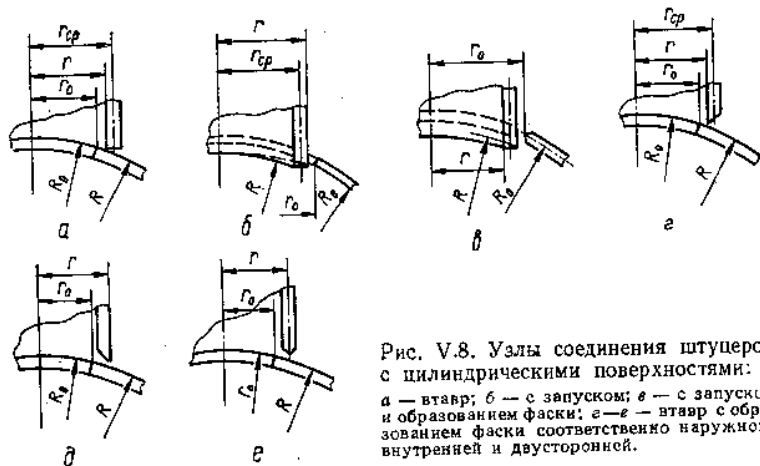


Рис. V.8. Узлы соединения штуцеров с цилиндрическими поверхностями:  
а — втавр; б — с запуском; в — с запуском и образованием фаски; г — втавр с образованием фаски соответственно наружной, внутренней и двусторонней.

Вычисления также производят на микрокалькуляторах по программе V.3.

Координаты выреза в развертке «воротника» усиления в секущей цилиндрической поверхности:  $x_i = R_0 \varphi_i$ ;  $y_i = r_0 \cos \beta_i$ .

При определении выреза: в заготовке  $R_0 = R_{cp}$ ; в готовом изделии

Программа V.3. Определение ординат развертки боковой поверхности прямого цилиндрического патрубка на цилиндрической поверхности

|   | 0        | 1     | 2      | 3              | 4        | 5   | 6        | 7   | 8        | 9   |
|---|----------|-------|--------|----------------|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
| 0 | ИП8      | $\pi$ | 2      | -              | $\times$ | ИП9 | $\div$   | П4  | КИП4     | ИП4 |
| 1 | С/П      | П4    | ПО     | 9              | 0        | ХУ  | $\div$   | ПА  | ИП8      | ИП7 |
| 2 | $\div$   | ПВ    | 1      | П5             | 1        | ИПВ | ИПА      | ИП5 | $\times$ | sin |
| 3 | $\times$ | $X^2$ | -      | $\sqrt{\quad}$ | -        | ИП7 | $\times$ | С/П | КИП5     | LO  |
| 4 | 24       | 0     | arc tg | С/П            | БП       | 41  |          |     |          |     |

Инструкция:  $R = P7$ ;  $Z = P8$ ;  $\Delta l = P9$ ; В/О; С/П; ( $\sim 3,5$  с);  $PX = n_T [n_T = PX]^*$ ; С/П ( $\sim 10$  с);  $PX = h_1$ ; С/П ( $\sim 7,5$  с);  $PX = h_2$ ; С/П...  $PX = h_n$ ; С/П; ( $\sim 2$  с)  $PX = 00$ .

Можно начинать расчет с ввода количества точек:  $n_T = PX$ ; БП11; С/П ( $\sim 10$  с)... После окончания расчета можно получить любую из подсчитанных ординат вводом предложения  $N_T = PX$ ; БП23; С/П ( $\sim 10$  с).

Тестовый пример:  $1000 = P7$ ;  $500 = P8$ ;  $200 = P9$ ; В/О; С/П;  $PX = 4$ ;  $P4 = 00000004$ ;  $2 = PX$ ; С/П;  $PX = 64,5857$ ;  $P4 = 2$ ;  $P5 = 1$ ;  $P0 = 2$ ;  $PA = 45$ ;  $PV = 5 \times 10^{-1}$ ; С/П;  $PX = 133,9746$ ;  $P5 = 00000002$ ;  $P0 = 00000001$ ; С/П;  $PX = 00$ ;  $P5 = 00000003$ ; С/П;  $PX = 00$ .

$R_0 = R_n$ . Значение  $R_0$  и  $r_0$  принимают в зависимости от конструкции узлов.

Параметры развертки цилиндрической поверхности, усеченной наклонной круговой цилиндрической поверхностью (рис. V.9):

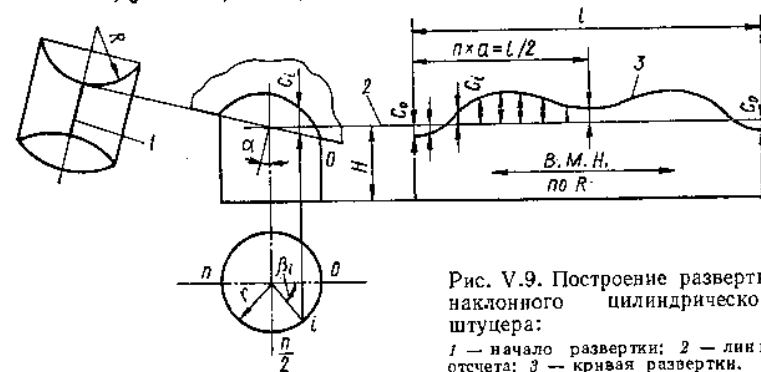


Рис. V.9. Построение развертки наклонного цилиндрического штуцера:

1 — начало развертки; 2 — линия отсчета; 3 — кривая развертки.

$$l = 2\pi R_{cp}; a = l/(2n).$$

Количество точек  $n$  принимается из условий:

$$n \geq 12; 120 \leq \pi r_{cp}/n \leq 150.$$

Ординаты кривой:

$$C_i = \mp r \cos \beta_i \operatorname{tg} \alpha + R(1 - \cos \varphi_i)/\cos \alpha; \sin \varphi_i = r \sin \beta_i/R,$$

где знак минус (-) в первом слагаемом формулы для точек  $0 \dots \frac{n}{2}$ ,

значение  $\cos \beta_i$  от  $0$  до  $90^\circ$ ; знак плюс (+) для точек  $\frac{n}{2} \dots n$ , значение  $\cos \beta_i$  от  $90$  до  $0^\circ$ .



Значения  $r, R$  принимают в зависимости от конструкции узлов соединения (рис. V.10). При подсчете ординат развертки штуцера по рис. IV.16,  $a$  все ординаты вычисляют по значению  $r$ , но для ряда начальных точек по значению  $r_1 = r_b + \delta$ . Из одноименных ординат принимают только те, абсолютное значение которых будет большим.

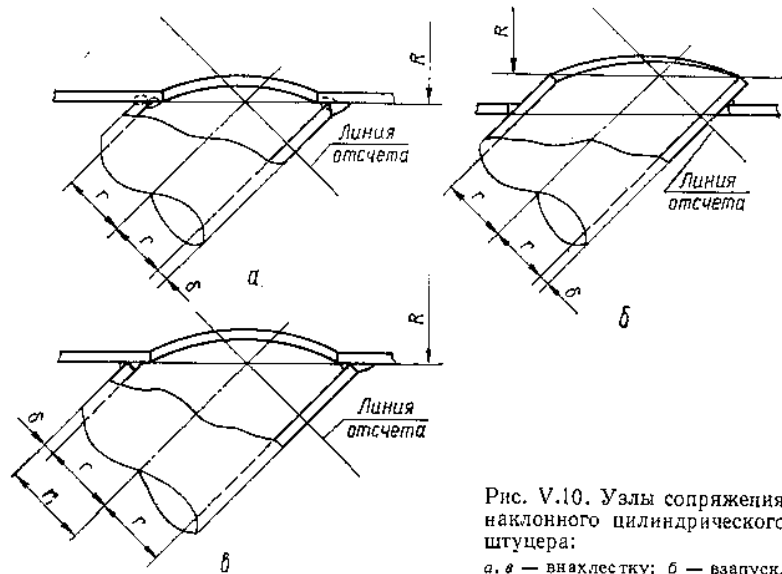


Рис. V.10. Узлы сопряжения наклонного цилиндрического штуцера:  
а, в — внахлестку; б — взапуск.

Вычисления также производят на микрокалькуляторах по программе V.4.

Программа V.4. Определение ординат развертки боковой поверхности наклонного цилиндрического патрубка цилиндрической поверхности

|   | 0   | 1              | 2   | 3   | 4   | 5      | 6    | 7   | 8   | 9              |
|---|-----|----------------|-----|-----|-----|--------|------|-----|-----|----------------|
| 0 | ИП8 | α              | ×   | ИПД | ÷   | П4     | КИП4 | ИП4 | С/П | П4             |
| 1 | 1   | ×              | ПО  | 1   | 8   | 0      | ИП4  | ÷   | ПС  | ИП9            |
| 2 | cos | ПА             | ИП9 | tg  | ИП8 | ×      | П1   | 0   | П5  | ИП7            |
| 3 | ↑   | X <sup>2</sup> | ИП5 | ИПС | ×   | ПВ     | sin  | ИП8 | ×   | X <sup>2</sup> |
| 4 | —   | √              | —   | ИПА | ÷   | ИПВ    | cos  | ИП1 | ×   | —              |
| 5 | С/П | КИП5           | L0  | 29  | 0   | arc tg | С/П  | БП  | 54  |                |

Инструкция:  $R = P7; r = P8; \alpha = P9; \Delta l = PД; В/О; С/П (\sim 3 с); PХ = n_T [n_T = PХ]; С/П* (\sim 16 с); PХ = h_0; С/П (\sim 9 с); PХ = h_1; С/П...PХ = h_n; С/П (\sim 2 с); PХ = 00.$

Можно начинать расчет непосредственно вводом количества точек (шагов):  $n_T = PХ$  БП09 С/П\*...

После окончания расчета можно повторно найти ординату любой точки по ее номеру ( $0 \leq N_T < n_T$ ):  $N_T = PХ; БП28; С/П (\sim 8 с); PХ = h_i.$

Тестовый пример:  $999 = P7; 444 = P8; 33 = P9 = PД; В/О; С/П; PХ = 43; 2 = PХ; С/П; PХ = -288,33696; С/П; PХ = 124,11236; С/П; PХ = 288,33696; С/П; PХ = 00.$

Развертка выреза в секущей цилиндрической поверхности («воротника» усиления) представлена на рис. V.11. Ширина и толщина «воротника» задаются в чертежах КМ. Координаты выреза:

$$1. x_i = r(1 \mp \cos \beta_i) / \cos \alpha + R \operatorname{tg} \alpha (1 - \cos \varphi_i);$$

$$2. y_i = \left(R + \frac{\delta}{2}\right) \varphi_i;$$

$$3. \sin \varphi_i = r \sin \beta_i / R,$$

где для точек  $0...n/2$  в первом слагаемом значении  $x_i$  принимают знак минус ( $-$ ),  $0 \leq \beta_i \leq 90^\circ$ ;

для точек  $n/2...n$  там же принимают знак плюс ( $+$ ),  $90^\circ \geq \beta_i \geq 0$ ;

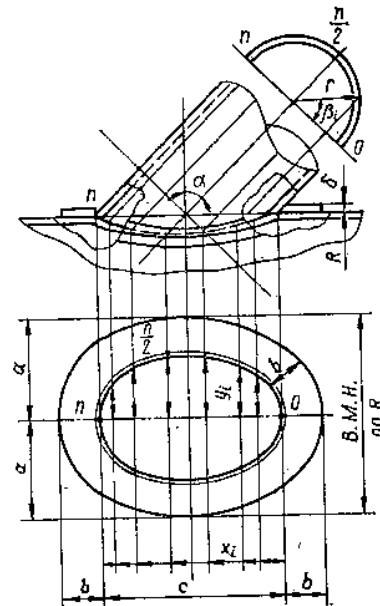


Рис. V.11. Построение развертки «воротника» усиления наклонного цилиндрического штуцера.

$\beta_i = 0; 1 \cdot 90^\circ/n; 2 \cdot 90^\circ/n...n \cdot 90^\circ/n; n$  — из условий:  $n \geq 6; 120 \leq \pi R/(2n) \leq 150.$

Вычисления также производят на микрокалькуляторах по программе V.5.

Программа V.5. Определение ординат развертки воротника усиления наклонного цилиндрического патрубка цилиндрической поверхности

|   | 0      | 1   | 2   | 3   | 4     | 5   | 6   | 7   | 8     | 9   |
|---|--------|-----|-----|-----|-------|-----|-----|-----|-------|-----|
| 0 | ПО     | ИП8 | ИП9 | cos | +     | П3  | ИП7 | ИП9 | tg    | ×   |
| 1 | П2     | ИП8 | ИП7 | +   | П1    | ИП7 | ИП6 | 2   | +     | +   |
| 2 | π      | ×   | 1   | 8   | 0     | ÷   | ПА  | Вх  | ИПО   | ×   |
| 3 | П4     | 1   | П5  | ИП1 | ИП4   | ИП5 | ×   | ПС  | sin   | ×   |
| 4 | arcsin | ПВ  | ИПА | ×   | КППД  | 1   | ИПВ | cos | —     | ИП2 |
| 5 | ×      | 1   | ИПС | cos | —     | ИП3 | ×   | +   | КППД  | С/П |
| 6 | КИП5   | L0  | 33  | 0   | arctg | С/П | БП  | 63  | 7...5 | 10* |
| 7 | +      | Вх  | —   | В/О |       |     |     |     |       |     |

Инструкция:  $R = P7; r = P8; \alpha = P9, \delta = P6 (68 = PД).$

1. Определить количество точек из условия  $120 \leq \frac{\pi r}{n} \leq 150;$

2.  $n = PХ; В/О; С/П (32 с); PХ = X_1; PУ = Y_1; С/П (20 с); PХ = X_2; PУ = Y_2; С/П...PХ = X_n; PУ = Y_n; С/П (2 с); PХ = 00.$

Для определения координат произвольной точки после завершения расчета ввести:  $i = PХ$  БП32 С/П (20 с);  $PХ = X_i; PУ = Y_i.$

Тестовый пример:  $68 = PД2000 = P7; 1000 = P8, 30 = P9, 30 = P6,$  в ячейку «68» программной памяти записать «5»  $3 = PХ; В/О; С/П; PХ = 691,22; PУ = 902,38; С/П; PХ = 1845,92; PУ = 902,38; С/П; PХ = 2309,4; PУ = 0; С/П; PХ = 00; [2 = PХ; БП32; С/П; PХ = 1845,92; PУ = 902,38].$

Ординаты развертки, усеченной смещенной цилиндрической поверхности под прямым углом (рис. V.12), определяют при  $(r + x) \leq R$  по формулам:

1.  $h_i = R(\cos \gamma - \cos \varphi_i)$ ; 2.  $\sin \varphi_i = (x \mp r \cos \beta_i)/R$ ; 3.  $\sin \gamma = x/R$ , где  $0^\circ \leq \beta_i \leq 180^\circ$ ;  $n$  — из условий:  $n \geq 12$ ;  $120 \leq \pi R/n \leq 150$ .

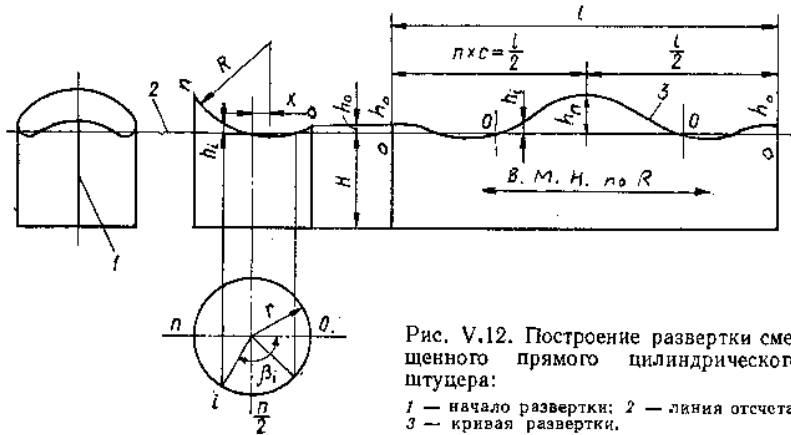


Рис. V.12. Построение развертки смещенного прямого цилиндрического штуцера:  
1 — начало развертки; 2 — линия отсчета; 3 — кривая развертки.

При определении  $\sin \varphi_i$  для точек  $0 \dots n/2$  принимают знак минус (-),  $\cos \beta_i$  — при значениях  $0^\circ \leq \beta_i \leq 90^\circ$ ; для точек  $n/2 \dots n$  — знак плюс (+),  $\cos \beta_i$  —  $90^\circ \leq \beta_i \leq 180^\circ$ ;  $\sin \varphi_i$  — по абсолютному значению.

Ординаты  $h_i$  вычисляют со своим знаком — положительное значение вверх от линии отсчета, отрицательное — вниз. Вычисления также производят на микрокалькуляторах по программе V.6.

Программа V.6. Определение ординат развертки боковой поверхности смещенного прямого цилиндрического патрубка на цилиндрической поверхности

|   | 0     | 1              | 2        | 3        | 4      | 5              | 6        | 7      | 8     | 9     |
|---|-------|----------------|----------|----------|--------|----------------|----------|--------|-------|-------|
| 0 | ИП8   | $\pi$          | $\times$ | ИПД      | $\div$ | П4             | КИП4     | ИП4    | С/П   | П4    |
| 1 | 1     | +              | ПО       | 1        | 8      | 0              | ИП4      | $\div$ | ПС    | ИП7   |
| 2 | $X^2$ | ПА             | ИП9      | $X^2$    | —      | $\sqrt{\quad}$ | ПВ       | 0      | П5    | ИПВ   |
| 3 | ИПА   | ИП5            | ИПС      | $\times$ | cos    | ИП8            | $\times$ | ИП9    | —     | $X^2$ |
| 4 | —     | $\sqrt{\quad}$ | —        | С/П      | КИП5   | L0             | 29       | 0      | arctg | С/П   |
| 5 | БП    | 47             |          |          |        |                |          |        |       |       |

Инструкция:  $R = P7$ ;  $r = P8$ ;  $X = P9$ ;  $\Delta l = PД$ ; В/О; С/П; (3 с)  $PX = P4 = n_T$ ; ( $n_T = PX$ ); С/П\* (11,5 с);  $PX = h_0$ ; С/П; (7,5 с)  $PX = h_i$ ; С/П...;  $PX = h_n$ ; С/П; (2 с);  $PX = 00$ .

Можно начинать расчет непосредственно вводом количества точек (шагов):  $n_T = PX$  БП09 С/П...\*

После окончания расчета можно повторно найти ординату любой точки по ее номеру ( $0 \leq N_T \leq n_T$ ):

$$N_T = PX \text{ БП28; С/П (7 с); } PX = h_i.$$

Тестовый пример: 999 = P7; 444 = P8; 333 = P9 = PД; В/О; С/П;  $PX = 5$ ; 2 = PX; С/П;  $PX = -50,94795$ ; С/П;  $PX = 0$ ; С/П;  $PX = 313,95541$ ; С/П;  $PX = 00$ .

Ординаты развертки цилиндрической поверхности, усеченной смещенной наклонной цилиндрической поверхностью (рис. V.13); при  $(r + x) \leq R$ :

1.  $C_i = \mp r \operatorname{tg} \alpha \cos \beta_i + R(\cos \gamma - \cos \varphi_i)/\cos \alpha$ ;

2.  $\sin \varphi_i = (x \mp r \sin \beta_i)/R$ ; 3.  $\sin \gamma = x/R$ ,

где  $0^\circ \leq \beta_i \leq 360^\circ$ ;  $n$  — из условий:  $n \geq 24$ ;  $120 \leq C \leq 200$ ; при определении:  $\sin \varphi_i$  для точек  $0 \dots n/2$  принимают знак минус (-),

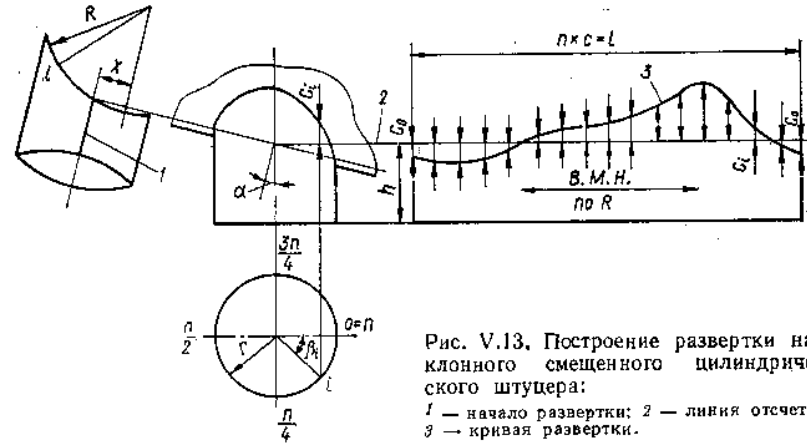


Рис. V.13. Построение развертки наклонного смещенного цилиндрического штуцера:  
1 — начало развертки; 2 — линия отсчета; 3 — кривая развертки.

для точек  $n/2 \dots n$  — знак плюс (+);  $\sin \beta_i$  и  $\cos \beta_i$  для точек  $0 \dots n/4$  — от 0 до  $90^\circ$ ; для точек  $n/4 \dots n/2$  — от  $90^\circ$  до  $0^\circ$ ; для точек  $n/4 \dots n/2$  — от  $90^\circ$  до  $0^\circ$ ; для точек  $n/2 \dots 3n/4$  — от 0 до  $90^\circ$ ; для точек  $3n/4 \dots n$  — от  $90^\circ$  до  $0^\circ$ ;  $\sin \varphi_i$  принимают по абсолютному значению.

При определении  $C_i$  в первом слагаемом для точек  $0 \dots n/4$ ;  $3n/4 \dots n$  берется знак минус (-), для точек  $n/4 \dots 3n/4$  — знак плюс (+). Положительные значения ординат откладывают выше линии отсчета, отрицательные — ниже. Вычисления также производят на микрокалькуляторах по программе V.7.

Программа V.7. Определение ординат развертки боковой поверхности смещенного наклонного цилиндрического патрубка на цилиндрической поверхности

|   | 0              | 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6      | 7        | 8              | 9   |
|---|----------------|----------|----------|----------|----------|----------|--------|----------|----------------|-----|
| 0 | ИП8            | 2        | $\times$ | $\pi$    | $\times$ | ИПД      | $\div$ | П4       | КИП4           | ИП4 |
| 1 | С/П            | П4       | ПО       | 3        | 6        | 0        | ИП4    | +        | ПС             | ИП9 |
| 2 | cos            | ПА       | ИП7      | $x^2$    | П3       | ИП6      | $x^2$  | —        | $\sqrt{\quad}$ | ПВ  |
| 3 | ИП9            | tg       | ИП8      | $\times$ | П1       | 1        | П5     | ИПВ      | ИП3            | ИП5 |
| 4 | ИПС            | $\times$ | П2       | sin      | ИП8      | $\times$ | ИП6    | —        | $x^2$          | —   |
| 5 | $\sqrt{\quad}$ | —        | ИПА      | $\div$   | ИП2      | cos      | ИП1    | $\times$ | —              | С/П |
| 6 | КИП5           | L0       | 37       | 0        | arctg    | С/П      | БП     | 63       |                |     |

Инструкция:  $R = P7$ ;  $r = P8$ ;  $\alpha = P9$ ;  $X = P6$ ;  $\Delta l = PД$ ; В/О; С/П (3,5 с);  $PX = n_T$ ; ( $n_T = PX$ ); С/П\* (21,5 с);  $PX = C1$ ; С/П (12 с);  $PX = C2$ ; С/П...;  $PX = C_n$ ; С/П (2 с);  $PX = 00$ .

Можно начинать расчет непосредственно вводом количества точек  $n_T = PX$ ; БП11; С/П...\*

После окончания расчета можно повторно вычислить ординату любой точки по ее номеру ( $0 \leq N_{T_i} \leq n_T$ ):

$$N_{T_i} = PX \text{ БП36; С/П } \langle 11 \text{ с} \rangle; PX = C_i.$$

Тестовый пример: 999 = P7; 444 = P8; 33 = P9 = P6 = PД; В/О; С/П; РХ = 85; 3 = РХ; С/П; РХ = 219,69386; С/П; РХ = 252,53706; С/П; РХ = -288,33696; С/П; РХ = 00.

Ординаты развертки цилиндрической поверхности, усеченной конической поверхностью, при  $\alpha + \gamma \leq 90^\circ$  (рис. V.14, а)

$$C_i = (-h_i K_2 + \sqrt{h_i^2 K_2^2 + K_1 y_i^2}) / K_1 \mp r \sin \beta_i \operatorname{tg} (90^\circ - \alpha - \gamma),$$

где

$$h_i = H \mp r \sin \beta_i \cos \alpha / \cos (90^\circ - \alpha - \gamma);$$

$$K_2 = \operatorname{tg} \alpha (\operatorname{tg} \alpha \cdot \cos \gamma + \sin \gamma); \quad K_1 = \cos^2 \gamma \operatorname{tg}^2 \gamma - \sin^2 \gamma;$$

$$y_i = r \cos \beta_i.$$

При определении  $C_i$ ;  $h_i$  для вторых слагаемых принимают: для точек  $n/2 \dots 0$  — знак минус (-), для точек  $n/2 \dots n$  — знак плюс (+); при  $\gamma = 0^\circ$  (рис. V.14, б)

$$C_i = -h_i + \sqrt{h_i^2 + y_i^2} \mp r \sin \beta_i \operatorname{tg} (90^\circ - \alpha),$$

где

$$h_i = H \mp r \sin \beta_i \operatorname{tg} \alpha; \quad y_i = r \cos \beta_i;$$

для вторых слагаемых при определении  $C_i$  и  $h_i$  для точек  $0 \dots n/2$  принимают знак минус (-), для точек  $n/2 \dots n$  — знак плюс (+); при  $\alpha + \gamma = 90^\circ$  (рис. V.14, в)

$$C_i = (-h_i + \sqrt{h_i^2 K_2^2 + K_1 y_i^2}) / K_1;$$

где  $h_i = H \mp r \sin \beta_i \cos \alpha$ ;  $K_1 = \cos^2 \gamma \operatorname{tg}^2 \alpha - \sin^2 \gamma$ ;  $K_2 = \operatorname{tg} \alpha (\operatorname{tg} \alpha \times \cos \gamma + \sin \gamma)$ ;  $y_i = r \cos \beta_i$ ; для второго слагаемого при определении  $h_i$  принимают: для точек  $0 \dots n/2$  знак минус (-), для точек  $n/2 \dots n$  — знак плюс (+);

при  $\alpha + \gamma > 90^\circ$  (рис. V.14, г)

$$C_i = (-h_i K_2 + \sqrt{h_i^2 K_2^2 + K_1 y_i^2}) / K_1 \pm r \sin \beta_i \operatorname{tg} (\alpha + \gamma - 90^\circ),$$

где  $h_i = H \mp r \sin \beta_i \cos \alpha / \cos (\alpha + \gamma - 90^\circ)$ ;

$$K_1 = \cos^2 \gamma \operatorname{tg}^2 \alpha - \sin^2 \gamma; \quad K_2 = \operatorname{tg} \alpha (\operatorname{tg} \alpha \cos \gamma + \sin \gamma);$$

$y_i = r \cos \beta_i$ ; для второго слагаемого при определении  $C_i$  для точек  $0 \dots n/2$  принимают знак плюс (+), для точек  $n/2 \dots n$  — знак минус (-); при определении  $h_i$  для этих интервалов точек — соответственно обратные знаки;

при  $\gamma = 90^\circ$  (рис. V.14, д)

$$C_i = h_i K_2 - \sqrt{h_i^2 K_2^2 - y_i^2} \pm r \sin \beta_i \operatorname{tg} \alpha,$$

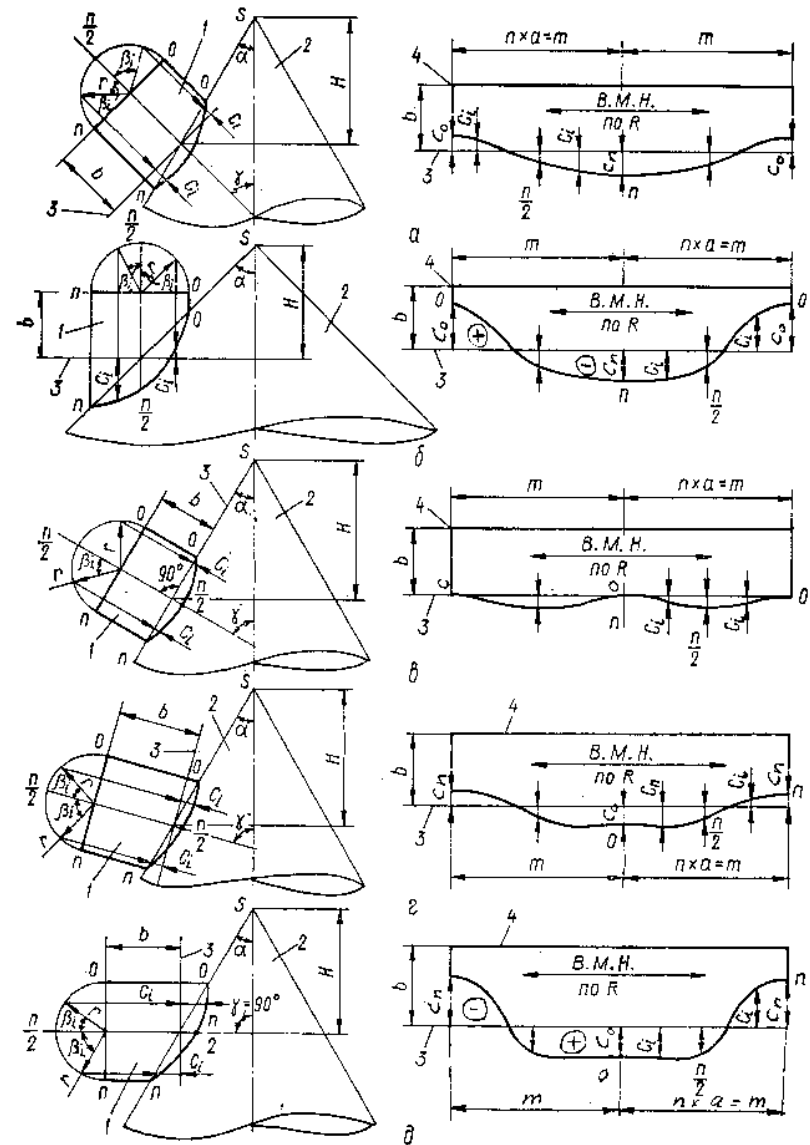


Рис. V.14. Сечения цилиндра коническими поверхностями (цилиндрические штуцеры на конических поверхностях):

а —  $\alpha + \gamma < 90^\circ$ ; б —  $\gamma = 0^\circ$ ; в —  $\alpha + \gamma = 90^\circ$ ; г —  $\alpha + \gamma > 90^\circ$ ; д —  $\gamma = 90^\circ$ ; 1 — цилиндрический штуцер; 2 — коническая поверхность; 3 — линия отсчета ординат развертки; 4 — развертка штуцера.

где  $h_i = H \mp r \sin \beta_i$ ;  $K_2 = \operatorname{tg} \alpha$ ;  $y_i = r \cos \beta_i$ ; при определении  $C_i$  для второго слагаемого для точек  $0 \dots n/2$  принимают знак плюс (+), для точек  $n/2 \dots n$  — знак минус (—), при определении  $h_i$  для этих интервалов точек — соответственно обратные знаки.

Вычисления также производят на микрокалькуляторах по программе V.8.

Программа V.8. Определение ординат развертки боковой поверхности цилиндрического патрубка на конической поверхности

|   | 0    | 1      | 2   | 3     | 4   | 5   | 6    | 7     | 8     | 9     |
|---|------|--------|-----|-------|-----|-----|------|-------|-------|-------|
| 0 | П5   | 1      | 8   | 0     | XУ  | +   | П4   | КИП5  | ИП5   | П0    |
| 1 | ИП6  | sin    | ПА  | ИП6   | cos | ПВ  | ИП9  | tg    | ПС    | ×     |
| 2 | +    | ИПС    | ×   | П2    | ИПВ | ИПС | ×    | $x^2$ | ИПА   | $x^2$ |
| 3 | —    | П1     | 9   | 0     | ИП6 | —   | ИП9  | —     | ПА    | tg    |
| 4 | П3   | ИП9    | cos | ИПА   | cos | +   | ПА   | 0     | П5    | ИП4   |
| 5 | ×    | ПВ     | cos | ИП7   | ×   | ПС  | ИПА  | ×     | ИП8   | —     |
| 6 | ИП2  | ×      | ↑   | $x^2$ | ИПВ | sin | ИП7  | ×     | $x^2$ | ИП1   |
| 7 | ×    | +      | √   | +     | ИП1 | +   | ИПС  | ИП3   | ×     | —     |
| 8 | 7..5 | $10^x$ | +   | Vx    | —   | С/П | КИП5 | ИП5   | L0    | 49    |
| 9 | 0    | arctg  | С/П | БП    | 90  |     |      |       |       |       |

Инструкция:  $r = P7$ ;  $H = P8$ ;  $\alpha^\circ = P9$ ;  $\gamma^\circ = P6$ ;  $n = PX$ ;  $B/0$ ;  $C/П$  (37 с);  $PX = C_0$ ;  $C/П$  (16 с);  $PX = C_1 \dots$ ;  $C/П$ ;  $PX = C_n$ ;  $C/П$  (2,5 с);  $PX = 00$ .  
Тестовый пример:  $r = 500$ ;  $H = 10000$ ;  $\alpha = 15^\circ$ ;  $\gamma = 60^\circ$ ;  $n = 2$ ;  $C_0 = -133,97$ ;  $C_1 = 46,95$ ;  $C_2 = 133,98$ . В ячейку «80» программной памяти занесено «5».

#### V.4. КОНИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНОСТИ

##### 1. Основные положения для нормального кругового конуса

Сечение конической поверхности плоскостью  $P$ , перпендикулярной к оси конуса (рис. V.15) — окружность радиуса  $r_i = h_i \operatorname{tg} \alpha = l_i \sin \alpha$ ; сечение конуса плоскостью  $Q$ , наклонной к оси конуса под углом  $\varphi = \alpha$  (рис. V.15), — парабола с уравнением:

$$y_i = 2 \sin \alpha \sqrt{x_i h_i / \cos \alpha}; \quad y_0 = 2h \operatorname{tg} \alpha.$$

Ординаты кривой сечения конуса плоскостью  $M$ , наклоненной к оси конуса под углом  $0^\circ \leq \gamma \leq 90^\circ$  (рис. V.16),

$$y_i = \sqrt{x_i^2 (\cos^2 \gamma \operatorname{tg}^2 \alpha - \sin^2 \gamma) + x_i 2h \operatorname{tg} \alpha (\operatorname{tg} \alpha \cos \gamma + \sin \gamma)}.$$

Сечение конуса плоскостью  $N$ , параллельной оси конуса (рис. V.17), — гипербола, уравнение которой  $y_i = \operatorname{tg} \alpha \sqrt{x_i^2 + x_i 2h}$ .

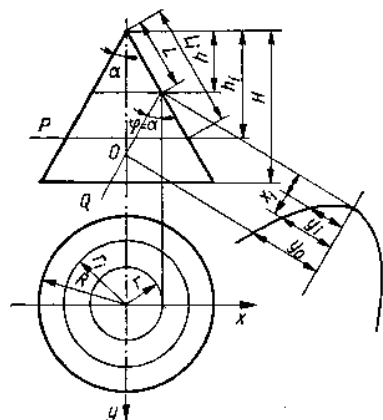


Рис. V.15. Основные параметры нормального кругового конуса.

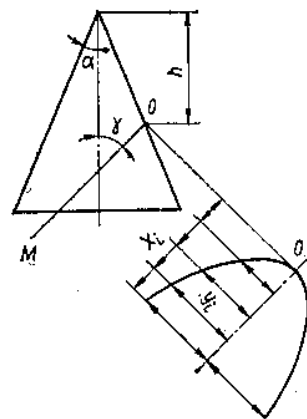
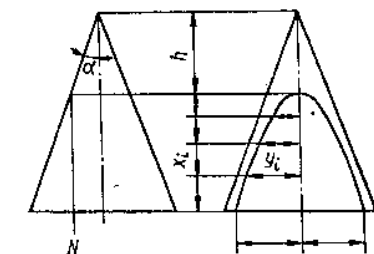


Рис. V.16. Сечение конуса наклонной плоскостью.

Рис. V.17. Сечение конуса вертикальной плоскостью.



##### 2. Развертки конических поверхностей

Параметры развертки нормального кругового конуса, усеченного перпендикулярной к оси конуса плоскостью (рис. V.18):

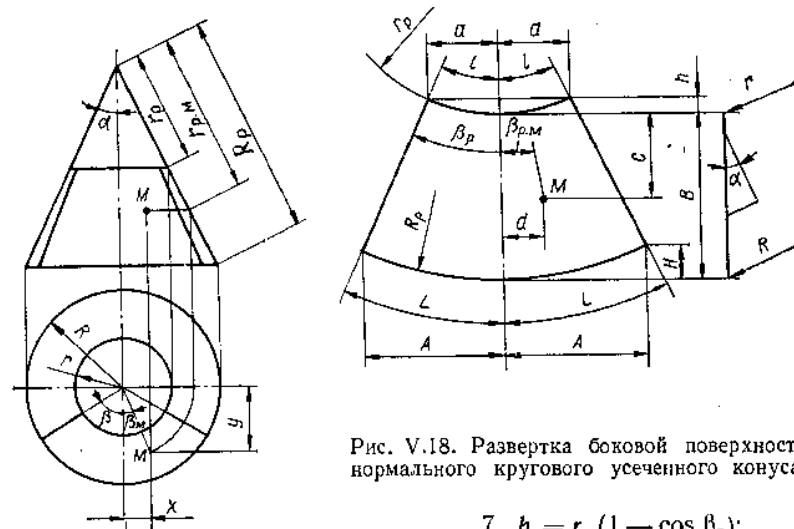
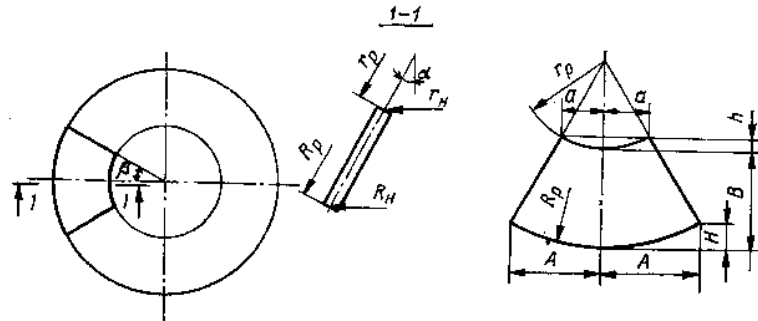


Рис. V.18. Развертка боковой поверхности нормального кругового усеченного конуса.

- $\beta_p = \beta \sin \alpha$ ;
- $\beta_{p,m} = \beta_m \sin \alpha$ ;
- $\operatorname{tg} \beta_m = \frac{x}{y}$ ;
- $r_p = r / \sin \alpha$ ;
- $r_{p,m} = \sqrt{x^2 + y^2} / \sin \alpha$ ;
- $a = r_p \sin \beta_p$ ;
- $h = r_p (1 - \cos \beta_p)$ ;
- $l = r_p \beta_p$ ;
- $R_p = R / \sin \alpha$ ;
- $A = R_p \sin \beta_p$ ;
- $H = R_p (1 - \cos \beta_p)$ ;
- $L = R_p \beta_p$ ;
- $d = r_{p,m} \sin \beta_{p,m}$ ;
- $C = r_{p,m} \cos \beta_{p,m} - r_p$ .

Определение параметров развертки нормального кругового конуса, усеченного перпендикулярной к оси конуса плоскостью, упростится, если угол конусности  $\alpha$  может быть принят кратным  $5^\circ$  в интервале  $5-45^\circ$ , а угол  $\beta$  — по табл. V.2.

Таблица V.2. Коэффициенты для определения параметров разверток поверхностей усеченного нормального конуса



1.  $R_D = R_H K_D$ ;
  2.  $r_D = r_H K_D$ ;
  3.  $A = R_H K_A$ ;
  4.  $a = r_H K_A$ ;
  5.  $H = R_H K_H$ ;
  6.  $h = r_H K_H$ ;
  7.  $B = R_D - r_D$ ;
- $n$  — количество листов в щарге.

| n | $\beta^\circ$ | $\alpha = 5^\circ$<br>$K_D = 11,473713$ |       | $\alpha = 10^\circ$<br>$K_D = 5,756771$ |       | $\alpha = 15^\circ$<br>$K_D = 3,863704$ |       |
|---|---------------|---|-------|---|-------|---|-------|
|   |               | $K_A$                                   | $K_H$ | $K_A$                                   | $K_H$ | $K_A$                                   | $K_H$ |

|    |        |          |          |          |          |          |          |
|----|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1  | 180    | 3,102485 | 0,427417 | 2,988069 | 0,835877 | 2,806687 | 1,208385 |
| 2  | 90     | 1,565894 | 0,107356 | 1,551390 | 0,212905 | 1,527881 | 0,314931 |
| 3  | 60     | 1,045744 | 0,047755 | 1,041436 | 0,094951 | 1,034423 | 0,141047 |
| 4  | 45     | 0,784785 | 0,026870 | 0,782966 | 0,053474 | 0,780000 | 0,079552 |
| 5  | 36     | 0,628005 | 0,017199 | 0,627073 | 0,034243 | 0,625553 | 0,050976 |
| 6  | 30     | 0,523417 | 0,011945 | 0,522878 | 0,023787 | 0,521998 | 0,035424 |
| 7  | 180/7  | 0,448685 | 0,008776 | 0,448345 | 0,017479 | 0,447790 | 0,026036 |
| 8  | 22,5   | 0,392622 | 0,006719 | 0,392395 | 0,013384 | 0,392023 | 0,019939 |
| 9  | 20     | 0,349012 | 0,005309 | 0,348852 | 0,010576 | 0,348591 | 0,015757 |
| 10 | 18     | 0,314120 | 0,004300 | 0,314004 | 0,008567 | 0,313813 | 0,012765 |
| 11 | 180/11 | 0,285570 | 0,003556 | 0,285482 | 0,007080 | 0,285339 | 0,010551 |
| 12 | 15     | 0,261777 | 0,002987 | 0,261709 | 0,005950 | 0,261599 | 0,008866 |

| n | $\beta^\circ$ | $\alpha = 20^\circ$<br>$K_D = 2,923806$ |       | $\alpha = 25^\circ$<br>$K_D = 2,366202$ |       | $\alpha = 30^\circ$<br>$K_D = 2,000000$ |       |
|---|---------------|---|-------|---|-------|---|-------|
|   |               | $K_A$                                   | $K_H$ | $K_A$                                   | $K_H$ | $K_A$                                   | $K_H$ |

|   |     |          |          |          |          |          |          |
|---|-----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1 | 180 | 2,571037 | 1,531539 | 2,296626 | 1,796623 | 2,000000 | 2,000000 |
| 2 | 90  | 1,496316 | 0,411899 | 1,457939 | 0,502516 | 1,414214 | 0,585786 |
| 3 | 60  | 1,024952 | 0,185539 | 1,013346 | 0,227969 | 1,000000 | 0,267949 |

| n | $\beta^\circ$ | $\alpha = 20^\circ$<br>$K_D = 2,923806$ |       | $\alpha = 25^\circ$<br>$K_D = 2,366202$ |       | $\alpha = 30^\circ$<br>$K_D = 2,000000$ |       |
|---|---------------|---|-------|---|-------|---|-------|
|   |               | $K_A$                                   | $K_H$ | $K_A$                                   | $K_H$ | $K_A$                                   | $K_H$ |

|    |        |          |          |          |          |          |          |
|----|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 4  | 45     | 0,775987 | 0,104855 | 0,771056 | 0,129154 | 0,765367 | 0,152241 |
| 5  | 36     | 0,623494 | 0,067253 | 0,620961 | 0,082933 | 0,618034 | 0,097887 |
| 6  | 30     | 0,520805 | 0,046758 | 0,519336 | 0,057696 | 0,517638 | 0,068148 |
| 7  | 180/7  | 0,447039 | 0,034377 | 0,446113 | 0,042435 | 0,445042 | 0,050144 |
| 8  | 22,5   | 0,391519 | 0,026332 | 0,390899 | 0,032512 | 0,390181 | 0,038430 |
| 9  | 20     | 0,348237 | 0,020812 | 0,347801 | 0,025701 | 0,347296 | 0,030385 |
| 10 | 18     | 0,313555 | 0,016862 | 0,313237 | 0,020825 | 0,312869 | 0,024623 |
| 11 | 180/11 | 0,285146 | 0,013937 | 0,284906 | 0,017215 | 0,284630 | 0,020357 |
| 12 | 15     | 0,261450 | 0,011713 | 0,261266 | 0,014468 | 0,261052 | 0,017110 |

| n | $\beta^\circ$ | $\alpha = 35^\circ$<br>$K_D = 1,743447$ |       | $\alpha = 40^\circ$<br>$K_D = 1,555724$ |       | $\alpha = 45^\circ$<br>$K_D = 1,414214$ |       |
|---|---------------|---|-------|---|-------|---|-------|
|   |               | $K_A$                                   | $K_H$ | $K_A$                                   | $K_H$ | $K_A$                                   | $K_H$ |

|    |        |          |          |          |          |          |          |
|----|--------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 1  | 180    | 1,697078 | 2,142861 | 1,401806 | 2,230421 | 1,125280 | 2,270803 |
| 2  | 90     | 1,366741 | 0,661031 | 1,317179 | 0,727885 | 1,267162 | 0,786288 |
| 3  | 60     | 0,985356 | 0,305156 | 0,969889 | 0,339339 | 0,954089 | 0,370320 |
| 4  | 45     | 0,759102 | 0,173934 | 0,752459 | 0,194077 | 0,745643 | 0,212541 |
| 5  | 36     | 0,614806 | 0,111999 | 0,611376 | 0,125166 | 0,607851 | 0,137296 |
| 6  | 30     | 0,515763 | 0,078036 | 0,513770 | 0,087283 | 0,511718 | 0,095826 |
| 7  | 180/7  | 0,443859 | 0,057447 | 0,442600 | 0,064288 | 0,441304 | 0,070617 |
| 8  | 22,5   | 0,389387 | 0,044039 | 0,388542 | 0,049300 | 0,387672 | 0,054173 |
| 9  | 20     | 0,346738 | 0,034827 | 0,346144 | 0,038997 | 0,345532 | 0,042861 |
| 10 | 18     | 0,312462 | 0,028228 | 0,312028 | 0,031613 | 0,311582 | 0,034751 |
| 11 | 180/11 | 0,284324 | 0,023340 | 0,283998 | 0,026142 | 0,283662 | 0,028740 |
| 12 | 15     | 0,260817 | 0,019619 | 0,260566 | 0,021976 | 0,260307 | 0,024163 |

Вычисления также производят на микрокалькуляторах по программе V.9.

Программа V.9. Расчет геометрических размеров конических царг с разбивкой по наличному металлу

|   | 0   | 1               | 2    | 3     | 4   | 5   | 6    | 7   | 8   | 9      |
|---|-----|-----------------|------|-------|-----|-----|------|-----|-----|--------|
| 0 | ПВ  | ИПВ             | ИП9  | —     | 1   | ПП  | 68   | cos | —   | ИП4    |
| 1 | ×   | —               | КППД | С/П   | П5  | ИП4 | +    | П7  | ИПС | sin    |
| 2 | ПВ  | ×               | КППД | П1    | С/П | ПП  | 77   | П0  | С/П | l      |
| 3 | ИПС | cos             | —    | ПВ    | ИП7 | ×   | КППД | П2  | С/П | ПП     |
| 4 | 77  | ПА              | С/П  | ИПС   | π   | ×   | ИПД  | +   | ПВ  | ИП7    |
| 5 | ×   | КППД            | П3   | С/П   | ПП  | 77  | ПВ   | С/П | Сx  | arc lg |
| 6 | С/П | ПВ              | ИП7  | 2...4 | +   | П4  | БП   | 01  | ИПД | ИПВ    |
| 7 | ÷   | ИП6             | ×    | ПС    | В/0 | НОП | НОП  | ИП4 | ИПВ | ×      |
| 8 | 7   | 10 <sup>x</sup> | +    | Вx    | —   | В/0 | ПВ   | ПП  | 68  | ИП5    |
| 9 | БП  | 15              |      |       |     |     |      |     |     |        |

Инструкция. Разбивка на царги с немедленным вычислением параметров развертки:

(180 = РД); (sin α<sub>к</sub> = Р6); (В<sub>л</sub> = Р8); (r<sub>1</sub> = Р4); (Δ = Р9); n<sub>1</sub> = РХ; (В/0) С/П; (10 с) РХ = В<sub>1</sub> [В<sub>1</sub> = РХ]; С/П (7 с); РХ = Р1 = А<sub>1</sub>; \*С/П (4,5 с); РХ = Р0 = а<sub>1</sub>; С/П (7 с); РХ = Р2 = Н<sub>1</sub>; С/П (4,5 с); РХ = РА = h<sub>1</sub>; С/П (6 с); РХ = Р3 = L<sub>1</sub>; С/П (4,5 с); РХ = РВ = l<sub>1</sub>; С/П (1 с) РХ = 00; [В<sub>л</sub> = Р8; Δ = Р9]; n<sub>2</sub> = РХ; С/П (12 с) РХ = В<sub>2</sub>...

Можно ввести автономную разбивку на царги: ...n<sub>1</sub> = РХ (В/0) С/П РХ = В<sub>1</sub> БП61; n<sub>2</sub> = РХ; С/П; РХ = В<sub>2</sub>; БП61; n<sub>3</sub> = РХ...

Автономное определение параметров развертки конической царги:

r = Р4; В = Р5; sin α<sub>к</sub> = Р6; n = РХ; БП86; С/П (11 с); РХ = Р1 = А...С/П; (11 с) РХ = 00.

Тестовый пример: в ячейку «63» программной памяти записать «2» 1000 = Р4; sin 33° = Р6; 2000 = Р8; 20 = Р9; 6 = РХ; В/0; С/П; РХ = 1940; С/П РХ = 827; С/П; РХ = 281; С/П; РХ = 119; С/П; РХ = 40; С/П; РХ = 838; С/П; РХ = 285; С/П; РХ = 00; 6 = РХ; С/П; РХ = 1861; С/П; РХ = 1351; С/П; РХ = 828; 6 = РХ; БП61; С/П; РХ = 1786; 6 = РХ; БП86; РХ = 1875; С/П; РХ = 1352; С/П; РХ = 269.

Развертки конических поверхностей наклонных конусов (рис. V.19) в общем случае решаются приближенно способом замены криволинейной поверхности определенным числом плоских треугольников, стороны которых определяются как натуральные величины отрезков пространственных прямых, две точки которых имеют определенные пространственные координаты. Этим способом (триангуляцией) возможно построение развертки поверхностей, соединяющих практически любые контуры (основания). Так как этот способ обладает значи-

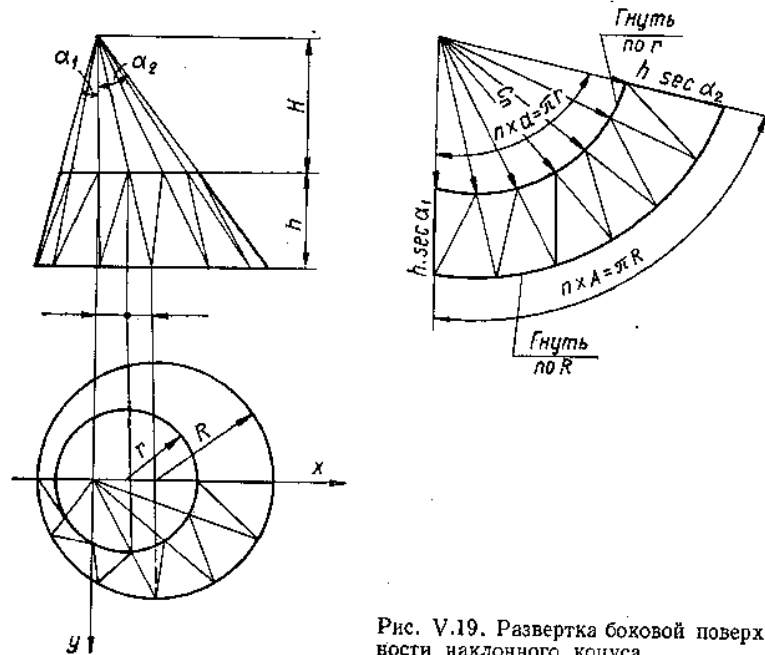
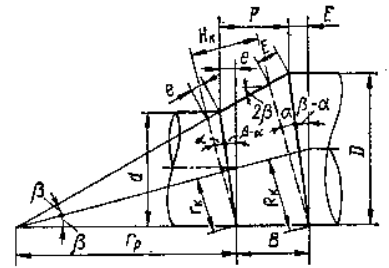


Рис. V.19. Развертка боковой поверхности наклонного конуса.

Рис. V.20. Конический переход с общей образующей.



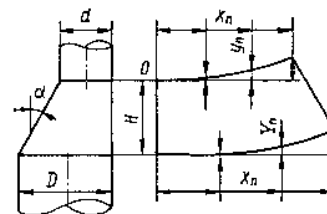
тельной трудоемкостью при конструировании, параметры конических переходов с общей образующей возможно приспособить к нормальным круговым, усеченными плоскостями, наклонными к оси конуса (рис. V.20), или к наклонным конусам, параметры раз-

верток которых определяются по табл. V.3, V.4.

Параметры конических переходов (рис. V.20):

1.  $E = (D \operatorname{tg} \beta)/2;$
2.  $\operatorname{tg} (\beta - \alpha) = (\operatorname{tg} \beta)/2;$
3.  $B = (D - d)/2 \operatorname{tg} \beta;$
4.  $R_k = (D \cos \beta)/2;$
5.  $H_k = B \cos \beta = (D - d) \cos \beta / 2 \operatorname{tg} \beta;$
6.  $R_p = D/2 \operatorname{tg} \beta = r_p + B;$
7.  $e = d \operatorname{tg} \beta / 2;$
8.  $r_k = d \cos \beta / 2;$
9.  $r_p = d / (2 \operatorname{tg} \beta);$
10.  $P = B + e - E = (D - d) / \operatorname{tg} 2\beta.$

Таблица V.3. Коэффициенты координат кривых разверток конических переходов при несоосном сопряжении цилиндров с общей образующей



$$H = \frac{D-d}{\operatorname{tg} \alpha}; \quad \begin{aligned} x_n &= dK_x; \\ y_n &= dK_y; \\ X_n &= DK_x; \\ Y_n &= DK_y. \end{aligned}$$

| Номер точки   | Угол при вершине конуса α, град |                |                |                |                |                |
|---------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|               | 5                               |                | 10             |                | 15             |                |
|               | K <sub>x</sub>                  | K <sub>y</sub> | K <sub>x</sub> | K <sub>y</sub> | K <sub>x</sub> | K <sub>y</sub> |
| D ≤ 600       |                                 |                |                |                |                |                |
| 0             | 0,00000                         | 0,00000        | 0,00000        | 0,00000        | 0,00000        | 0,00000        |
| 1             | 0,26136                         | 0,00007        | 0,25992        | 0,00013        | 0,25776        | 0,00020        |
| 2             | 0,52272                         | 0,00105        | 0,51984        | 0,00207        | 0,51552        | 0,00305        |
| 3             | 0,78408                         | 0,00508        | 0,77976        | 0,01004        | 0,77328        | 0,01474        |
| 4             | 1,04544                         | 0,01507        | 1,03968        | 0,02981        | 1,03104        | 0,04396        |
| 5             | 1,30680                         | 0,03396        | 1,29960        | 0,06740        | 1,28880        | 0,09970        |
| 6             | 1,56816                         | 0,06400        | 1,55952        | 0,12786        | 1,54656        | 0,19140        |
| 600 < D ≤ 800 |                                 |                |                |                |                |                |
| 0             | 0,00000                         | 0,00000        | 0,00000        | 0,00000        | 0,00000        | 0,00000        |
| 1             | 0,19602                         | 0,00002        | 0,19494        | 0,00004        | 0,19332        | 0,00006        |
| 2             | 0,39204                         | 0,00034        | 0,38988        | 0,00067        | 0,38664        | 0,00098        |

Продолжение табл. V.3

| Номер<br>точки       | Угол при вершине конуса $\alpha$ , град |         |         |         |         |         |
|----------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|
|                      | 5                                       |         | 10      |         | 15      |         |
|                      | $K_x$                                   | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   |
| 3                    | 0,58806                                 | 0,00167 | 0,58482 | 0,00329 | 0,57996 | 0,00433 |
| 4                    | 0,78408                                 | 0,00508 | 0,77976 | 0,01004 | 0,77328 | 0,01474 |
| 5                    | 0,98010                                 | 0,01185 | 0,97470 | 0,02342 | 0,96660 | 0,03444 |
| 6                    | 1,17612                                 | 0,02324 | 1,16964 | 0,04602 | 1,15992 | 0,06786 |
| 7                    | 1,37214                                 | 0,04037 | 1,36458 | 0,08021 | 1,35324 | 0,11892 |
| 8                    | 1,56816                                 | 0,06400 | 1,55952 | 0,12786 | 1,54656 | 0,19140 |
| $800 < D \leq 900$   |   |         |         |         |         |         |
| 0                    | 0,00000                                 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1                    | 0,17424                                 | 0,00001 | 0,17328 | 0,00003 | 0,17184 | 0,00004 |
| 2                    | 0,34848                                 | 0,00021 | 0,34656 | 0,00042 | 0,34368 | 0,00061 |
| 3                    | 0,52272                                 | 0,00105 | 0,51984 | 0,00207 | 0,51552 | 0,00305 |
| 4                    | 0,69696                                 | 0,00323 | 0,69312 | 0,00637 | 0,68736 | 0,00936 |
| 5                    | 0,87120                                 | 0,00760 | 0,86640 | 0,01501 | 0,85920 | 0,02205 |
| 6                    | 1,04544                                 | 0,01507 | 1,03968 | 0,02981 | 1,03104 | 0,04386 |
| 7                    | 1,21968                                 | 0,02652 | 1,21296 | 0,05254 | 1,20288 | 0,07755 |
| 8                    | 1,39392                                 | 0,04266 | 1,38624 | 0,08481 | 1,37472 | 0,12584 |
| 9                    | 1,56816                                 | 0,06400 | 1,55952 | 0,12786 | 1,54656 | 0,19140 |
| $900 < D \leq 1200$  |   |         |         |         |         |         |
| 0                    | 0,00000                                 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1                    | 0,13068                                 | 0,00000 | 0,12996 | 0,00001 | 0,12888 | 0,00001 |
| 2                    | 0,26136                                 | 0,00007 | 0,25992 | 0,00013 | 0,25776 | 0,00020 |
| 3                    | 0,39204                                 | 0,00034 | 0,38988 | 0,00067 | 0,38664 | 0,00098 |
| 4                    | 0,52272                                 | 0,00105 | 0,51984 | 0,00207 | 0,51552 | 0,00305 |
| 5                    | 0,65340                                 | 0,00251 | 0,64980 | 0,00496 | 0,64440 | 0,00728 |
| 6                    | 0,78408                                 | 0,00508 | 0,77976 | 0,01004 | 0,77328 | 0,01474 |
| 7                    | 0,91476                                 | 0,00914 | 0,90972 | 0,01806 | 0,90216 | 0,02654 |
| 8                    | 1,04544                                 | 0,01507 | 1,03968 | 0,02981 | 1,03104 | 0,04386 |
| 9                    | 1,17612                                 | 0,02324 | 1,16964 | 0,04602 | 1,15992 | 0,06786 |
| 10                   | 1,30680                                 | 0,03396 | 1,29960 | 0,06740 | 1,28880 | 0,09970 |
| 11                   | 1,43748                                 | 0,04749 | 1,42956 | 0,09452 | 1,41768 | 0,14052 |
| 12                   | 1,56816                                 | 0,06400 | 1,55952 | 0,12786 | 1,54656 | 0,19140 |
| $1200 < D \leq 1600$ |   |         |         |         |         |         |
| 0                    | 0,00000                                 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1                    | 0,09801                                 | 0,00000 | 0,09747 | 0,00000 | 0,09666 | 0,00000 |
| 2                    | 0,19602                                 | 0,00002 | 0,19494 | 0,00004 | 0,19332 | 0,00006 |
| 3                    | 0,29403                                 | 0,00011 | 0,29241 | 0,00021 | 0,28998 | 0,00031 |
| 4                    | 0,39204                                 | 0,00034 | 0,38988 | 0,00067 | 0,38664 | 0,00098 |
| 5                    | 0,49005                                 | 0,00082 | 0,48735 | 0,00161 | 0,48330 | 0,00236 |
| 6                    | 0,58806                                 | 0,00167 | 0,58482 | 0,00329 | 0,57996 | 0,00483 |
| 7                    | 0,68607                                 | 0,00304 | 0,68229 | 0,00600 | 0,67662 | 0,00880 |
| 8                    | 0,78408                                 | 0,00508 | 0,77976 | 0,01004 | 0,77328 | 0,01474 |
| 9                    | 0,88209                                 | 0,00796 | 0,87723 | 0,01573 | 0,86994 | 0,02312 |
| 10                   | 0,98010                                 | 0,01185 | 0,97470 | 0,02342 | 0,96660 | 0,03444 |
| 11                   | 1,07811                                 | 0,01689 | 1,07217 | 0,03341 | 1,06326 | 0,04919 |
| 12                   | 1,17612                                 | 0,02324 | 1,16964 | 0,04602 | 1,15992 | 0,06786 |
| 13                   | 1,27413                                 | 0,03103 | 1,26711 | 0,06154 | 1,25658 | 0,09095 |
| 14                   | 1,37214                                 | 0,04037 | 1,36458 | 0,08021 | 1,35324 | 0,11892 |
| 15                   | 1,47015                                 | 0,05134 | 1,46205 | 0,10223 | 1,44990 | 0,15225 |
| 16                   | 1,56816                                 | 0,06400 | 1,55952 | 0,12786 | 1,54656 | 0,19140 |

Продолжение табл. V.3

| Номер<br>точки       | Угол при вершине конуса $\alpha$ , град |         |         |         |         |         |
|----------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|
|                      | 5                                       |         | 10      |         | 15      |         |
|                      | $K_x$                                   | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   |
| $1600 < D \leq 1800$ |   |         |         |         |         |         |
| 0                    | 0,00000                                 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1                    | 0,08712                                 | 0,00000 | 0,08664 | 0,00000 | 0,08592 | 0,00000 |
| 2                    | 0,17424                                 | 0,00001 | 0,17328 | 0,00003 | 0,17184 | 0,00004 |
| 3                    | 0,26136                                 | 0,00007 | 0,25992 | 0,00013 | 0,25776 | 0,00020 |
| 4                    | 0,34848                                 | 0,00021 | 0,34656 | 0,00042 | 0,34368 | 0,00061 |
| 5                    | 0,43560                                 | 0,00051 | 0,43320 | 0,00101 | 0,42960 | 0,00149 |
| 6                    | 0,52272                                 | 0,00105 | 0,51984 | 0,00207 | 0,51552 | 0,00305 |
| 7                    | 0,60984                                 | 0,00192 | 0,60648 | 0,00379 | 0,60144 | 0,00567 |
| 8                    | 0,69696                                 | 0,00323 | 0,69312 | 0,00637 | 0,68736 | 0,00936 |
| 9                    | 0,78408                                 | 0,00508 | 0,77976 | 0,01004 | 0,77328 | 0,01474 |
| 10                   | 0,87120                                 | 0,00760 | 0,86640 | 0,01501 | 0,85920 | 0,02205 |
| 11                   | 0,95832                                 | 0,01089 | 0,95304 | 0,02152 | 0,94512 | 0,03164 |
| 12                   | 1,04544                                 | 0,01507 | 1,03968 | 0,02961 | 1,03104 | 0,04386 |
| 13                   | 1,13256                                 | 0,02025 | 1,12632 | 0,04008 | 1,11696 | 0,05905 |
| 14                   | 1,21968                                 | 0,02652 | 1,21296 | 0,05254 | 1,20288 | 0,07755 |
| 15                   | 1,30680                                 | 0,03396 | 1,29960 | 0,06740 | 1,28880 | 0,09970 |
| 16                   | 1,39392                                 | 0,04266 | 1,38624 | 0,08481 | 1,37472 | 0,12584 |
| 17                   | 1,48104                                 | 0,05266 | 1,47288 | 0,10492 | 1,46064 | 0,15631 |
| 18                   | 1,56816                                 | 0,06400 | 1,55952 | 0,12786 | 1,54656 | 0,19140 |
| $1800 < D \leq 2400$ |   |         |         |         |         |         |
| 0                    | 0,00000                                 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1                    | 0,06534                                 | 0,00000 | 0,06498 | 0,00000 | 0,06444 | 0,00000 |
| 2                    | 0,13068                                 | 0,00000 | 0,12996 | 0,00001 | 0,12888 | 0,00001 |
| 3                    | 0,19602                                 | 0,00002 | 0,19494 | 0,00004 | 0,19332 | 0,00006 |
| 4                    | 0,26136                                 | 0,00007 | 0,25992 | 0,00013 | 0,25776 | 0,00020 |
| 5                    | 0,32670                                 | 0,00016 | 0,32490 | 0,00032 | 0,32220 | 0,00048 |
| 6                    | 0,39204                                 | 0,00034 | 0,38988 | 0,00067 | 0,38664 | 0,00098 |
| 7                    | 0,45738                                 | 0,00062 | 0,45486 | 0,00123 | 0,45108 | 0,00180 |
| 8                    | 0,52272                                 | 0,00105 | 0,51984 | 0,00207 | 0,51552 | 0,00305 |
| 9                    | 0,58806                                 | 0,00167 | 0,58482 | 0,00329 | 0,57996 | 0,00483 |
| 10                   | 0,65340                                 | 0,00251 | 0,64980 | 0,00496 | 0,64440 | 0,00728 |
| 11                   | 0,71874                                 | 0,00364 | 0,71478 | 0,00718 | 0,70884 | 0,01054 |
| 12                   | 0,78408                                 | 0,00508 | 0,77976 | 0,01004 | 0,77328 | 0,01474 |
| 13                   | 0,84942                                 | 0,00690 | 0,84474 | 0,01363 | 0,83772 | 0,02002 |
| 14                   | 0,91476                                 | 0,00914 | 0,90972 | 0,01806 | 0,90216 | 0,02654 |
| 15                   | 0,98010                                 | 0,01185 | 0,97470 | 0,02342 | 0,96660 | 0,03444 |
| 16                   | 1,04544                                 | 0,01507 | 1,03968 | 0,02961 | 1,03104 | 0,04386 |
| 17                   | 1,11078                                 | 0,01885 | 1,10466 | 0,03731 | 1,09548 | 0,05495 |
| 18                   | 1,17612                                 | 0,02324 | 1,16964 | 0,04602 | 1,15992 | 0,06786 |
| 19                   | 1,24146                                 | 0,02826 | 1,23462 | 0,05603 | 1,22436 | 0,08273 |
| 20                   | 1,30680                                 | 0,03396 | 1,29960 | 0,06740 | 1,28880 | 0,09970 |
| 21                   | 1,37214                                 | 0,04037 | 1,36458 | 0,08021 | 1,35324 | 0,11892 |
| 22                   | 1,43748                                 | 0,04749 | 1,42956 | 0,09452 | 1,41768 | 0,14052 |
| 23                   | 1,50282                                 | 0,05537 | 1,49454 | 0,11039 | 1,48212 | 0,16443 |
| 24                   | 1,56816                                 | 0,06400 | 1,55952 | 0,12786 | 1,54656 | 0,19140 |
| $2400 < D \leq 4000$ |   |         |         |         |         |         |
| 0                    | 0,00000                                 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1                    | 0,04356                                 | 0,00000 | 0,04332 | 0,00000 | 0,04296 | 0,00000 |
| 2                    | 0,08712                                 | 0,00000 | 0,08664 | 0,00000 | 0,08592 | 0,00000 |
| 3                    | 0,13068                                 | 0,00000 | 0,12996 | 0,00001 | 0,12888 | 0,00001 |

Продолжение табл. V.3

| Номер точки | Угол при вершине конуса α, град |                |                |                |                |                |
|-------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|             | 5                               |                | 10             |                | 15             |                |
|             | K <sub>x</sub>                  | K <sub>y</sub> | K <sub>x</sub> | K <sub>y</sub> | K <sub>x</sub> | K <sub>y</sub> |
| 4           | 0,17424                         | 0,00001        | 0,17328        | 0,00003        | 0,17184        | 0,00004        |
| 5           | 0,21780                         | 0,00003        | 0,21660        | 0,00006        | 0,21480        | 0,00009        |
| 6           | 0,26136                         | 0,00007        | 0,25992        | 0,00013        | 0,25776        | 0,00020        |
| 7           | 0,30492                         | 0,00012        | 0,30324        | 0,00025        | 0,30072        | 0,00036        |
| 8           | 0,34848                         | 0,00021        | 0,34656        | 0,00042        | 0,34368        | 0,00061        |
| 9           | 0,39204                         | 0,00034        | 0,38988        | 0,00067        | 0,38664        | 0,00098        |
| 10          | 0,43560                         | 0,00051        | 0,43320        | 0,00101        | 0,42960        | 0,00149        |
| 11          | 0,47916                         | 0,00075        | 0,47652        | 0,00167        | 0,47256        | 0,00216        |
| 12          | 0,52272                         | 0,00105        | 0,51984        | 0,00207        | 0,51552        | 0,00305        |
| 13          | 0,56628                         | 0,00144        | 0,56316        | 0,00284        | 0,55848        | 0,00417        |
| 14          | 0,60984                         | 0,00192        | 0,60648        | 0,00379        | 0,60144        | 0,00557        |
| 15          | 0,65340                         | 0,00251        | 0,64980        | 0,00496        | 0,64440        | 0,00728        |
| 16          | 0,69696                         | 0,00323        | 0,69312        | 0,00637        | 0,68736        | 0,00936        |
| 17          | 0,74052                         | 0,00408        | 0,73644        | 0,00805        | 0,73032        | 0,01183        |
| 18          | 0,78408                         | 0,00508        | 0,77976        | 0,01004        | 0,77328        | 0,01474        |
| 19          | 0,82764                         | 0,00625        | 0,82308        | 0,01234        | 0,81624        | 0,01813        |
| 20          | 0,87120                         | 0,00760        | 0,86640        | 0,01501        | 0,85920        | 0,02205        |
| 21          | 0,91476                         | 0,00914        | 0,90972        | 0,01806        | 0,90216        | 0,02654        |
| 22          | 0,95832                         | 0,01089        | 0,95304        | 0,02152        | 0,94512        | 0,03164        |
| 23          | 1,00188                         | 0,01286        | 0,99636        | 0,02543        | 0,98802        | 0,03740        |
| 24          | 1,04544                         | 0,01507        | 1,03968        | 0,02961        | 1,03104        | 0,04386        |
| 25          | 1,08900                         | 0,01753        | 1,08300        | 0,03468        | 1,07400        | 0,05106        |
| 26          | 1,13256                         | 0,02025        | 1,12632        | 0,04008        | 1,11696        | 0,05905        |
| 27          | 1,17612                         | 0,02324        | 1,16984        | 0,04602        | 1,15992        | 0,06786        |
| 28          | 1,21968                         | 0,02652        | 1,21296        | 0,05264        | 1,20288        | 0,07755        |
| 29          | 1,26324                         | 0,03009        | 1,25628        | 0,05966        | 1,24584        | 0,08815        |
| 30          | 1,30680                         | 0,03396        | 1,29960        | 0,06740        | 1,28880        | 0,09970        |
| 31          | 1,35036                         | 0,03815        | 1,34292        | 0,07677        | 1,33176        | 0,11225        |
| 32          | 1,39392                         | 0,04266        | 1,38624        | 0,08481        | 1,37472        | 0,12584        |
| 33          | 1,43748                         | 0,04749        | 1,42956        | 0,09452        | 1,41768        | 0,14052        |
| 34          | 1,48104                         | 0,05266        | 1,47288        | 0,10492        | 1,46064        | 0,15631        |
| 35          | 1,52460                         | 0,05816        | 1,51620        | 0,11603        | 1,50360        | 0,17326        |
| 36          | 1,56816                         | 0,06400        | 1,55952        | 0,12786        | 1,54656        | 0,19140        |

4000 &lt; D ≤ 6000

|    |         |         |         |         |         |         |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0  | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1  | 0,03267 | 0,00000 | 0,03249 | 0,00000 | 0,03222 | 0,00000 |
| 2  | 0,06534 | 0,00000 | 0,06498 | 0,00000 | 0,06444 | 0,00000 |
| 3  | 0,09801 | 0,00000 | 0,09747 | 0,00000 | 0,09666 | 0,00000 |
| 4  | 0,13068 | 0,00000 | 0,12996 | 0,00001 | 0,12888 | 0,00001 |
| 5  | 0,16335 | 0,00001 | 0,16245 | 0,00002 | 0,16110 | 0,00003 |
| 6  | 0,19602 | 0,00002 | 0,19494 | 0,00004 | 0,19332 | 0,00006 |
| 7  | 0,22869 | 0,00004 | 0,22743 | 0,00008 | 0,22554 | 0,00011 |
| 8  | 0,26136 | 0,00007 | 0,25992 | 0,00013 | 0,25776 | 0,00020 |
| 9  | 0,29403 | 0,00011 | 0,29241 | 0,00021 | 0,28998 | 0,00031 |
| 10 | 0,32670 | 0,00016 | 0,32490 | 0,00032 | 0,32220 | 0,00048 |
| 11 | 0,35937 | 0,00024 | 0,35739 | 0,00047 | 0,35442 | 0,00069 |
| 12 | 0,39204 | 0,00034 | 0,38988 | 0,00067 | 0,38664 | 0,00098 |
| 13 | 0,42471 | 0,00046 | 0,42237 | 0,00091 | 0,41886 | 0,00134 |
| 14 | 0,45738 | 0,00062 | 0,45486 | 0,00123 | 0,45108 | 0,00180 |
| 15 | 0,49006 | 0,00082 | 0,48735 | 0,00161 | 0,48330 | 0,00236 |
| 16 | 0,52272 | 0,00105 | 0,51984 | 0,00207 | 0,51552 | 0,00305 |
| 17 | 0,55539 | 0,00133 | 0,55233 | 0,00263 | 0,54774 | 0,00386 |

112

Продолжение табл. V.3

| Номер точки | Угол при вершине конуса α, град |                |                |                |                |                |
|-------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|             | 5                               |                | 10             |                | 15             |                |
|             | K <sub>x</sub>                  | K <sub>y</sub> | K <sub>x</sub> | K <sub>y</sub> | K <sub>x</sub> | K <sub>y</sub> |
| 18          | 0,58806                         | 0,00167        | 0,58482        | 0,00329        | 0,57996        | 0,00483        |
| 19          | 0,62073                         | 0,00206        | 0,61731        | 0,00406        | 0,61218        | 0,00587        |
| 20          | 0,65340                         | 0,00251        | 0,64980        | 0,00496        | 0,64440        | 0,00728        |
| 21          | 0,68607                         | 0,00304        | 0,68229        | 0,00600        | 0,67662        | 0,00880        |
| 22          | 0,71874                         | 0,00364        | 0,71478        | 0,00718        | 0,70884        | 0,01034        |
| 23          | 0,75141                         | 0,00431        | 0,74727        | 0,00852        | 0,74106        | 0,01251        |
| 24          | 0,78408                         | 0,00508        | 0,77976        | 0,01004        | 0,77328        | 0,01474        |
| 25          | 0,81675                         | 0,00594        | 0,81225        | 0,01173        | 0,80550        | 0,01724        |
| 26          | 0,84942                         | 0,00690        | 0,84474        | 0,01363        | 0,83772        | 0,02002        |
| 27          | 0,88209                         | 0,00796        | 0,87723        | 0,01573        | 0,86994        | 0,02312        |
| 28          | 0,91476                         | 0,00914        | 0,90972        | 0,01806        | 0,90216        | 0,02654        |
| 29          | 0,94743                         | 0,01043        | 0,94221        | 0,02062        | 0,93438        | 0,03031        |
| 30          | 0,98010                         | 0,01185        | 0,97470        | 0,02342        | 0,96660        | 0,03444        |
| 31          | 1,01277                         | 0,01339        | 1,00719        | 0,02648        | 0,99882        | 0,03895        |
| 32          | 1,04544                         | 0,01507        | 1,03968        | 0,02961        | 1,03104        | 0,04386        |
| 33          | 1,07811                         | 0,01689        | 1,07217        | 0,03341        | 1,06326        | 0,04919        |
| 34          | 1,11078                         | 0,01885        | 1,10466        | 0,03731        | 1,09548        | 0,05495        |
| 35          | 1,14345                         | 0,02097        | 1,13715        | 0,04151        | 1,12770        | 0,06117        |
| 36          | 1,17612                         | 0,02324        | 1,16984        | 0,04602        | 1,15992        | 0,06786        |
| 37          | 1,20879                         | 0,02567        | 1,20213        | 0,05086        | 1,19214        | 0,07504        |
| 38          | 1,24146                         | 0,02826        | 1,23462        | 0,05603        | 1,22436        | 0,08273        |
| 39          | 1,27413                         | 0,03103        | 1,26711        | 0,06154        | 1,25658        | 0,09095        |
| 40          | 1,30680                         | 0,03396        | 1,29960        | 0,06740        | 1,28880        | 0,09970        |
| 41          | 1,33947                         | 0,03708        | 1,33209        | 0,07362        | 1,32102        | 0,10902        |
| 42          | 1,37214                         | 0,04037        | 1,36458        | 0,08021        | 1,35324        | 0,11892        |
| 43          | 1,40481                         | 0,04384        | 1,39707        | 0,08717        | 1,38546        | 0,12941        |
| 44          | 1,43748                         | 0,04749        | 1,42956        | 0,09452        | 1,41768        | 0,14052        |
| 45          | 1,47015                         | 0,05134        | 1,46205        | 0,10223        | 1,44990        | 0,15225        |
| 46          | 1,50282                         | 0,05537        | 1,49454        | 0,11039        | 1,48212        | 0,16443        |
| 47          | 1,53549                         | 0,05959        | 1,52703        | 0,11892        | 1,51434        | 0,17768        |
| 48          | 1,56816                         | 0,06400        | 1,55952        | 0,12786        | 1,54656        | 0,19140        |

| Номер точки | Угол при вершине конуса α, град |                |                |                |                |                |
|-------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|             | 20                              |                | 25             |                | 30             |                |
|             | K <sub>x</sub>                  | K <sub>y</sub> | K <sub>x</sub> | K <sub>y</sub> | K <sub>x</sub> | K <sub>y</sub> |

D ≤ 600

|   |         |         |         |         |         |         |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1 | 0,25464 | 0,00025 | 0,25056 | 0,00030 | 0,24552 | 0,00035 |
| 2 | 0,50928 | 0,00394 | 0,50112 | 0,00473 | 0,49104 | 0,00540 |
| 3 | 0,76392 | 0,01908 | 0,75168 | 0,02293 | 0,73656 | 0,02622 |
| 4 | 1,01856 | 0,05691 | 1,00224 | 0,06859 | 0,98208 | 0,07862 |
| 5 | 1,27320 | 0,13028 | 1,25280 | 0,16844 | 1,22760 | 0,18342 |
| 6 | 1,52784 | 0,25449 | 1,50336 | 0,31693 | 1,47312 | 0,37867 |

600 &lt; D ≤ 800

|   |         |         |         |         |         |         |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1 | 0,19098 | 0,00008 | 0,18792 | 0,00010 | 0,18414 | 0,00011 |
| 2 | 0,38196 | 0,00127 | 0,37584 | 0,00152 | 0,36828 | 0,00174 |
| 3 | 0,57294 | 0,00625 | 0,56376 | 0,00751 | 0,55242 | 0,00858 |

113



| Номер точки               | Угол при вершине конуса α, град |         |         |         |         |         |
|---------------------------|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                           | 20                              |         | 25      |         | 30      |         |
|                           | $K_x$                           | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   |
| 4                         | 0,76392                         | 0,01908 | 0,75168 | 0,02293 | 0,73656 | 0,02622 |
| 5                         | 0,95490                         | 0,04464 | 0,93960 | 0,05370 | 0,92070 | 0,06153 |
| 6                         | 1,14588                         | 0,08829 | 1,12752 | 0,10677 | 1,10484 | 0,12281 |
| 7                         | 1,33686                         | 0,15589 | 1,31544 | 0,19033 | 1,28898 | 0,22140 |
| 8                         | 1,52784                         | 0,25449 | 1,50336 | 0,31693 | 1,47312 | 0,37867 |
| <i>800 &lt; D ≤ 900</i>   |                                 |         |         |         |         |         |
| 0                         | 0,00000                         | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1                         | 0,16976                         | 0,00005 | 0,16704 | 0,00006 | 0,16368 | 0,00007 |
| 2                         | 0,33952                         | 0,00079 | 0,33408 | 0,00095 | 0,32736 | 0,00109 |
| 3                         | 0,50928                         | 0,00394 | 0,50112 | 0,00473 | 0,49104 | 0,00540 |
| 4                         | 0,67904                         | 0,01211 | 0,66816 | 0,01455 | 0,65472 | 0,01662 |
| 5                         | 0,84880                         | 0,02856 | 0,83520 | 0,03435 | 0,81840 | 0,03928 |
| 6                         | 1,01856                         | 0,05691 | 1,00224 | 0,06859 | 0,98208 | 0,07862 |
| 7                         | 1,18832                         | 0,10102 | 1,16928 | 0,12235 | 1,14576 | 0,14098 |
| 8                         | 1,35808                         | 0,16517 | 1,33632 | 0,20198 | 1,30944 | 0,23539 |
| 9                         | 1,52784                         | 0,25449 | 1,50336 | 0,31693 | 1,47312 | 0,37867 |
| <i>900 &lt; D ≤ 1200</i>  |                                 |         |         |         |         |         |
| 0                         | 0,00000                         | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1                         | 0,12732                         | 0,00002 | 0,12528 | 0,00002 | 0,12276 | 0,00002 |
| 2                         | 0,25464                         | 0,00025 | 0,25056 | 0,00030 | 0,24552 | 0,00035 |
| 3                         | 0,38196                         | 0,00127 | 0,37584 | 0,00152 | 0,36828 | 0,00174 |
| 4                         | 0,50928                         | 0,00394 | 0,50112 | 0,00473 | 0,49104 | 0,00540 |
| 5                         | 0,63660                         | 0,00943 | 0,62640 | 0,01133 | 0,61380 | 0,01294 |
| 6                         | 0,76392                         | 0,01908 | 0,75168 | 0,02293 | 0,73656 | 0,02622 |
| 7                         | 0,89124                         | 0,03438 | 0,87696 | 0,04138 | 0,85932 | 0,04733 |
| 8                         | 1,01856                         | 0,05691 | 1,00224 | 0,06859 | 0,98208 | 0,07862 |
| 9                         | 1,14588                         | 0,08829 | 1,12752 | 0,10677 | 1,10484 | 0,12281 |
| 10                        | 1,27320                         | 0,13028 | 1,25280 | 0,15844 | 1,22760 | 0,18342 |
| 11                        | 1,40052                         | 0,18491 | 1,37808 | 0,22692 | 1,35036 | 0,26567 |
| 12                        | 1,52784                         | 0,25449 | 1,50336 | 0,31693 | 1,47312 | 0,37867 |
| <i>1200 &lt; D ≤ 1600</i> |                                 |         |         |         |         |         |
| 0                         | 0,00000                         | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1                         | 0,09549                         | 0,00001 | 0,09396 | 0,00001 | 0,09207 | 0,00001 |
| 2                         | 0,19098                         | 0,00008 | 0,18792 | 0,00010 | 0,18414 | 0,00011 |
| 3                         | 0,28647                         | 0,00041 | 0,28188 | 0,00049 | 0,27621 | 0,00055 |
| 4                         | 0,38196                         | 0,00127 | 0,37584 | 0,00152 | 0,36828 | 0,00174 |
| 5                         | 0,47745                         | 0,00306 | 0,46980 | 0,00367 | 0,46035 | 0,00419 |
| 6                         | 0,57294                         | 0,00625 | 0,56376 | 0,00751 | 0,55242 | 0,00858 |
| 7                         | 0,66843                         | 0,01139 | 0,65772 | 0,01369 | 0,64449 | 0,01564 |
| 8                         | 0,76392                         | 0,01908 | 0,75168 | 0,02293 | 0,73656 | 0,02622 |
| 9                         | 0,85941                         | 0,02994 | 0,84564 | 0,03602 | 0,82863 | 0,04119 |
| 10                        | 0,95490                         | 0,04464 | 0,93960 | 0,05376 | 0,92070 | 0,06153 |
| 11                        | 1,05039                         | 0,06386 | 1,03356 | 0,07702 | 1,01277 | 0,08834 |
| 12                        | 1,14588                         | 0,08829 | 1,12752 | 0,10677 | 1,10484 | 0,12281 |
| 13                        | 1,24137                         | 0,11869 | 1,22148 | 0,14410 | 1,19691 | 0,16648 |
| 14                        | 1,33686                         | 0,15589 | 1,31544 | 0,19033 | 1,28898 | 0,21140 |
| 15                        | 1,43235                         | 0,20630 | 1,40940 | 0,24717 | 1,38105 | 0,29053 |
| 16                        | 1,52784                         | 0,25449 | 1,50336 | 0,31693 | 1,47312 | 0,37867 |

| Номер точки               | Угол при вершине конуса α, град |         |         |         |         |         |
|---------------------------|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
|                           | 20                              |         | 25      |         | 30      |         |
|                           | $K_x$                           | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   |
| <i>1600 &lt; D ≤ 1800</i> |                                 |         |         |         |         |         |
| 0                         | 0,00000                         | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1                         | 0,08488                         | 0,00000 | 0,08352 | 0,00000 | 0,08184 | 0,00000 |
| 2                         | 0,16976                         | 0,00005 | 0,16704 | 0,00006 | 0,16368 | 0,00007 |
| 3                         | 0,25464                         | 0,00025 | 0,25056 | 0,00030 | 0,24552 | 0,00035 |
| 4                         | 0,33952                         | 0,00079 | 0,33408 | 0,00095 | 0,32736 | 0,00109 |
| 5                         | 0,42440                         | 0,00192 | 0,41760 | 0,00231 | 0,40920 | 0,00264 |
| 6                         | 0,50928                         | 0,00394 | 0,50112 | 0,00473 | 0,49104 | 0,00540 |
| 7                         | 0,59416                         | 0,00721 | 0,58464 | 0,00866 | 0,57288 | 0,00989 |
| 8                         | 0,67904                         | 0,01211 | 0,66816 | 0,01455 | 0,65472 | 0,01662 |
| 9                         | 0,76392                         | 0,01908 | 0,75168 | 0,02293 | 0,73656 | 0,02622 |
| 10                        | 0,84880                         | 0,02856 | 0,83520 | 0,03435 | 0,81840 | 0,03928 |
| 11                        | 0,93368                         | 0,04101 | 0,91872 | 0,04937 | 0,90024 | 0,05650 |
| 12                        | 1,01856                         | 0,05691 | 1,00224 | 0,06859 | 0,98208 | 0,07862 |
| 13                        | 1,10344                         | 0,07674 | 1,08576 | 0,09268 | 1,06392 | 0,10646 |
| 14                        | 1,18832                         | 0,10102 | 1,16928 | 0,12235 | 1,14576 | 0,14098 |
| 15                        | 1,27320                         | 0,13028 | 1,25280 | 0,15844 | 1,22760 | 0,18362 |
| 16                        | 1,35808                         | 0,16517 | 1,33632 | 0,20198 | 1,30944 | 0,23539 |
| 17                        | 1,44296                         | 0,20630 | 1,41984 | 0,25424 | 1,39128 | 0,29927 |
| 18                        | 1,52784                         | 0,25449 | 1,50336 | 0,31693 | 1,47312 | 0,37867 |
| <i>1800 &lt; D ≤ 2400</i> |                                 |         |         |         |         |         |
| 0                         | 0,00000                         | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1                         | 0,06366                         | 0,00000 | 0,06264 | 0,00000 | 0,06138 | 0,00000 |
| 2                         | 0,12732                         | 0,00002 | 0,12528 | 0,00002 | 0,12276 | 0,00002 |
| 3                         | 0,19098                         | 0,00008 | 0,18792 | 0,00010 | 0,18414 | 0,00011 |
| 4                         | 0,25464                         | 0,00025 | 0,25056 | 0,00030 | 0,24552 | 0,00035 |
| 5                         | 0,31830                         | 0,00062 | 0,31320 | 0,00074 | 0,30690 | 0,00084 |
| 6                         | 0,38196                         | 0,00127 | 0,37584 | 0,00152 | 0,36828 | 0,00174 |
| 7                         | 0,44562                         | 0,00233 | 0,43848 | 0,00280 | 0,42966 | 0,00319 |
| 8                         | 0,50928                         | 0,00394 | 0,50112 | 0,00473 | 0,49104 | 0,00540 |
| 9                         | 0,57294                         | 0,00625 | 0,56376 | 0,00751 | 0,55242 | 0,00858 |
| 10                        | 0,63660                         | 0,00943 | 0,62640 | 0,01133 | 0,61380 | 0,01294 |
| 11                        | 0,70026                         | 0,01364 | 0,68904 | 0,01640 | 0,67518 | 0,01873 |
| 12                        | 0,76392                         | 0,01908 | 0,75168 | 0,02293 | 0,73656 | 0,02622 |
| 13                        | 0,82758                         | 0,02593 | 0,81432 | 0,03118 | 0,79794 | 0,03566 |
| 14                        | 0,89124                         | 0,03438 | 0,87696 | 0,04138 | 0,85932 | 0,04733 |
| 15                        | 0,95490                         | 0,04464 | 0,93960 | 0,05376 | 0,92070 | 0,06153 |
| 16                        | 1,01856                         | 0,05691 | 1,00224 | 0,06859 | 0,98208 | 0,07862 |
| 17                        | 1,08222                         | 0,07138 | 1,06488 | 0,08616 | 1,04346 | 0,09891 |
| 18                        | 1,14588                         | 0,08829 | 1,12752 | 0,10677 | 1,10484 | 0,12281 |
| 19                        | 1,20954                         | 0,10784 | 1,19016 | 0,13074 | 1,16622 | 0,15079 |
| 20                        | 1,27320                         | 0,13028 | 1,25280 | 0,15844 | 1,22760 | 0,18342 |
| 21                        | 1,33686                         | 0,15589 | 1,31544 | 0,19033 | 1,28898 | 0,22140 |
| 22                        | 1,40052                         | 0,18491 | 1,37808 | 0,22692 | 1,35036 | 0,26567 |
| 23                        | 1,46418                         | 0,21766 | 1,44072 | 0,26885 | 1,41174 | 0,31746 |
| 24                        | 1,52784                         | 0,25449 | 1,50336 | 0,31693 | 1,47312 | 0,37867 |
| <i>2400 &lt; D ≤ 4000</i> |                                 |         |         |         |         |         |
| 0                         | 0,00000                         | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1                         | 0,04244                         | 0,00000 | 0,04176 | 0,00000 | 0,04092 | 0,00000 |
| 2                         | 0,08488                         | 0,00000 | 0,08352 | 0,00000 | 0,08184 | 0,00000 |
| 3                         | 0,12732                         | 0,00002 | 0,12528 | 0,00002 | 0,12276 | 0,00002 |
| 4                         | 0,16976                         | 0,00005 | 0,16704 | 0,00006 | 0,16368 | 0,00007 |

Продолжение табл. V.3

| Номер точки | Угол при вершине конуса $\alpha$ , град |         |         |         |         |         |
|-------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|
|             | 20                                      |         | 25      |         | 30      |         |
|             | $K_x$                                   | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   |
| 5           | 0,21220                                 | 0,00012 | 0,20880 | 0,00015 | 0,20460 | 0,00017 |
| 6           | 0,25464                                 | 0,00025 | 0,25056 | 0,00030 | 0,24552 | 0,00035 |
| 7           | 0,29708                                 | 0,00047 | 0,29232 | 0,00056 | 0,28644 | 0,00064 |
| 8           | 0,33952                                 | 0,00079 | 0,33408 | 0,00095 | 0,32736 | 0,00109 |
| 9           | 0,38196                                 | 0,00127 | 0,37584 | 0,00152 | 0,36828 | 0,00174 |
| 10          | 0,42440                                 | 0,00192 | 0,41760 | 0,00231 | 0,40920 | 0,00264 |
| 11          | 0,46684                                 | 0,00280 | 0,45936 | 0,00336 | 0,45012 | 0,00384 |
| 12          | 0,50928                                 | 0,00394 | 0,50112 | 0,00473 | 0,49104 | 0,00540 |
| 13          | 0,55172                                 | 0,00539 | 0,54288 | 0,00648 | 0,53196 | 0,00740 |
| 14          | 0,59416                                 | 0,00721 | 0,58464 | 0,00866 | 0,57288 | 0,00989 |
| 15          | 0,63660                                 | 0,00943 | 0,62640 | 0,01133 | 0,61380 | 0,01294 |
| 16          | 0,67104                                 | 0,01211 | 0,66816 | 0,01455 | 0,65472 | 0,01662 |
| 17          | 0,72148                                 | 0,01531 | 0,70992 | 0,01840 | 0,69564 | 0,02103 |
| 18          | 0,76392                                 | 0,01908 | 0,75168 | 0,02293 | 0,73656 | 0,02622 |
| 19          | 0,80636                                 | 0,02348 | 0,79344 | 0,02823 | 0,77748 | 0,03228 |
| 20          | 0,84880                                 | 0,02856 | 0,83520 | 0,03435 | 0,81840 | 0,03928 |
| 21          | 0,89124                                 | 0,03438 | 0,87696 | 0,04138 | 0,85932 | 0,04733 |
| 22          | 0,93368                                 | 0,04101 | 0,91872 | 0,04937 | 0,90024 | 0,05650 |
| 23          | 0,97612                                 | 0,04850 | 0,96048 | 0,05842 | 0,94116 | 0,06690 |
| 24          | 1,01856                                 | 0,05691 | 1,00224 | 0,06859 | 0,98208 | 0,07862 |
| 25          | 1,06100                                 | 0,06630 | 1,04400 | 0,07998 | 1,02300 | 0,09177 |
| 26          | 1,10344                                 | 0,07674 | 1,08576 | 0,09268 | 1,06392 | 0,10646 |
| 27          | 1,14588                                 | 0,08829 | 1,12752 | 0,10677 | 1,10484 | 0,12281 |
| 28          | 1,18832                                 | 0,10102 | 1,16928 | 0,12235 | 1,14576 | 0,14098 |
| 29          | 1,23076                                 | 0,11499 | 1,21104 | 0,13954 | 1,18668 | 0,16112 |
| 30          | 1,27320                                 | 0,13028 | 1,25280 | 0,15844 | 1,22760 | 0,18342 |
| 31          | 1,31564                                 | 0,14699 | 1,29456 | 0,17920 | 1,26852 | 0,20810 |
| 32          | 1,35808                                 | 0,16517 | 1,33632 | 0,20198 | 1,30944 | 0,23539 |
| 33          | 1,40052                                 | 0,18491 | 1,37808 | 0,22692 | 1,35036 | 0,26567 |
| 34          | 1,44296                                 | 0,20630 | 1,41984 | 0,25424 | 1,39128 | 0,29927 |
| 35          | 1,48540                                 | 0,22947 | 1,46160 | 0,28415 | 1,43220 | 0,33672 |
| 36          | 1,52784                                 | 0,25449 | 1,50336 | 0,31692 | 1,47312 | 0,37867 |

$$4000 < D \leq 6000$$

|    |         |         |         |         |         |         |
|----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0  | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1  | 0,03183 | 0,00000 | 0,03132 | 0,00000 | 0,03069 | 0,00000 |
| 2  | 0,06366 | 0,00000 | 0,06264 | 0,00000 | 0,06138 | 0,00000 |
| 3  | 0,09549 | 0,00001 | 0,09396 | 0,00001 | 0,09207 | 0,00001 |
| 4  | 0,12732 | 0,00002 | 0,12528 | 0,00002 | 0,12276 | 0,00002 |
| 5  | 0,15915 | 0,00004 | 0,15660 | 0,00005 | 0,15345 | 0,00005 |
| 6  | 0,19098 | 0,00008 | 0,18792 | 0,00010 | 0,18414 | 0,00011 |
| 7  | 0,22281 | 0,00015 | 0,21924 | 0,00018 | 0,21483 | 0,00020 |
| 8  | 0,25464 | 0,00025 | 0,25056 | 0,00030 | 0,24552 | 0,00035 |
| 9  | 0,28647 | 0,00041 | 0,28188 | 0,00049 | 0,27621 | 0,00055 |
| 10 | 0,31830 | 0,00062 | 0,31320 | 0,00074 | 0,30690 | 0,00084 |
| 11 | 0,35013 | 0,00090 | 0,34452 | 0,00108 | 0,33759 | 0,00123 |
| 12 | 0,38196 | 0,00127 | 0,37584 | 0,00152 | 0,36828 | 0,00174 |
| 13 | 0,41379 | 0,00174 | 0,40716 | 0,00209 | 0,39897 | 0,00238 |
| 14 | 0,44562 | 0,00233 | 0,43848 | 0,00280 | 0,42966 | 0,00319 |
| 15 | 0,47745 | 0,00306 | 0,46980 | 0,00367 | 0,46035 | 0,00419 |
| 16 | 0,50928 | 0,00394 | 0,50112 | 0,00473 | 0,49104 | 0,00540 |
| 17 | 0,54111 | 0,00500 | 0,53244 | 0,00600 | 0,52173 | 0,00686 |
| 18 | 0,57294 | 0,00625 | 0,56376 | 0,00751 | 0,55242 | 0,00858 |
| 19 | 0,60477 | 0,00772 | 0,59508 | 0,00928 | 0,58311 | 0,01060 |

Продолжение табл. V.3

| Номер точки | Угол при вершине конуса $\alpha$ , град |         |         |         |         |         |
|-------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|
|             | 20                                      |         | 25      |         | 30      |         |
|             | $K_x$                                   | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   |
| 20          | 0,63660                                 | 0,00943 | 0,62640 | 0,01133 | 0,61380 | 0,01294 |
| 21          | 0,66843                                 | 0,01139 | 0,65770 | 0,01369 | 0,64449 | 0,01564 |
| 22          | 0,70026                                 | 0,01364 | 0,68904 | 0,01640 | 0,67518 | 0,01873 |
| 23          | 0,73209                                 | 0,01620 | 0,72046 | 0,01947 | 0,70587 | 0,02225 |
| 24          | 0,76392                                 | 0,01908 | 0,75168 | 0,02293 | 0,73656 | 0,02622 |
| 25          | 0,79575                                 | 0,02231 | 0,78300 | 0,02683 | 0,76725 | 0,03068 |
| 26          | 0,82758                                 | 0,02593 | 0,81432 | 0,03118 | 0,79794 | 0,03566 |
| 27          | 0,85941                                 | 0,02994 | 0,84564 | 0,03602 | 0,82863 | 0,04119 |
| 28          | 0,89124                                 | 0,03438 | 0,87696 | 0,04138 | 0,85932 | 0,04733 |
| 29          | 0,92307                                 | 0,03928 | 0,90828 | 0,04728 | 0,89001 | 0,05410 |
| 30          | 0,95490                                 | 0,04464 | 0,93960 | 0,05376 | 0,92070 | 0,06153 |
| 31          | 0,98673                                 | 0,05051 | 0,97092 | 0,06085 | 0,95139 | 0,06971 |
| 32          | 1,01856                                 | 0,05691 | 1,00224 | 0,06859 | 0,98208 | 0,07862 |
| 33          | 1,05039                                 | 0,06386 | 1,03356 | 0,07702 | 1,01277 | 0,08834 |
| 34          | 1,08222                                 | 0,07138 | 1,06488 | 0,08616 | 1,04346 | 0,09891 |
| 35          | 1,11405                                 | 0,07952 | 1,09620 | 0,09607 | 1,07415 | 0,11038 |
| 36          | 1,14588                                 | 0,08829 | 1,12752 | 0,10677 | 1,10484 | 0,12281 |
| 37          | 1,17771                                 | 0,09772 | 1,15884 | 0,11831 | 1,13553 | 0,13626 |
| 38          | 1,20954                                 | 0,10784 | 1,19016 | 0,13074 | 1,16622 | 0,15079 |
| 39          | 1,24137                                 | 0,11869 | 1,22148 | 0,14410 | 1,19691 | 0,16648 |
| 40          | 1,27320                                 | 0,13028 | 1,25280 | 0,15844 | 1,22760 | 0,18342 |
| 41          | 1,30503                                 | 0,14268 | 1,28412 | 0,17383 | 1,25829 | 0,20169 |
| 42          | 1,33686                                 | 0,15589 | 1,31544 | 0,19033 | 1,28898 | 0,22140 |
| 43          | 1,36869                                 | 0,16995 | 1,34676 | 0,20800 | 1,31967 | 0,24268 |
| 44          | 1,40052                                 | 0,18491 | 1,37808 | 0,22692 | 1,35036 | 0,26587 |
| 45          | 1,43235                                 | 0,20079 | 1,40940 | 0,24717 | 1,38105 | 0,29053 |
| 46          | 1,46418                                 | 0,21766 | 1,44072 | 0,26885 | 1,41174 | 0,31746 |
| 47          | 1,49601                                 | 0,23555 | 1,47204 | 0,29207 | 1,44243 | 0,34675 |
| 48          | 1,52784                                 | 0,25449 | 1,50336 | 0,31693 | 1,47312 | 0,37867 |

Угол при вершине конуса  $\alpha$ , град

| Номер точки | Угол при вершине конуса $\alpha$ , град |       |       |       |       |       |
|-------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|
|             | 35                                      |       | 40    |       | 45    |       |
|             | $K_x$                                   | $K_y$ | $K_x$ | $K_y$ | $K_x$ | $K_y$ |

$$D \leq 600$$

|   |         |         |         |         |         |         |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1 | 0,23928 | 0,00038 | 0,23208 | 0,00040 | 0,22392 | 0,00042 |
| 2 | 0,47856 | 0,00593 | 0,46416 | 0,00631 | 0,44784 | 0,00650 |
| 3 | 0,71784 | 0,02881 | 0,69624 | 0,03063 | 0,67176 | 0,03164 |
| 4 | 0,95712 | 0,08664 | 0,92832 | 0,09236 | 0,89568 | 0,09556 |
| 5 | 1,19640 | 0,20425 | 1,16040 | 0,21998 | 1,11960 | 0,22951 |
| 6 | 1,43568 | 0,43943 | 1,39248 | 0,49913 | 1,34352 | 0,55766 |

$$600 < D \leq 800$$

|   |         |         |         |         |         |         |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1 | 0,17946 | 0,00012 | 0,17406 | 0,00013 | 0,16794 | 0,00013 |
| 2 | 0,35892 | 0,00190 | 0,34812 | 0,00202 | 0,33588 | 0,00209 |
| 3 | 0,53838 | 0,00942 | 0,52218 | 0,01001 | 0,50382 | 0,01033 |
| 4 | 0,71784 | 0,02881 | 0,69624 | 0,03063 | 0,67176 | 0,03164 |
| 5 | 0,89730 | 0,06775 | 0,87030 | 0,07217 | 0,83970 | 0,07460 |

Продолжение табл. V.3

| Номер точки          | Угол при вершине конуса $\alpha$ , град |         |         |         |         |         |
|----------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|
|                      | 35                                      |         | 40      |         | 45      |         |
|                      | $K_x$                                   | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   |
| 6                    | 1,07676                                 | 0,13583 | 1,04436 | 0,14530 | 1,00764 | 0,15074 |
| 7                    | 1,25622                                 | 0,24790 | 1,21842 | 0,26851 | 1,17558 | 0,28162 |
| 8                    | 1,43568                                 | 0,43943 | 1,39248 | 0,49913 | 1,34352 | 0,55766 |
| $800 < D \leq 900$   |   |         |         |         |         |         |
| 0                    | 0,00000                                 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1                    | 0,15952                                 | 0,00008 | 0,15472 | 0,00008 | 0,14928 | 0,00008 |
| 2                    | 0,31904                                 | 0,00119 | 0,30944 | 0,00127 | 0,29856 | 0,00131 |
| 3                    | 0,47856                                 | 0,00593 | 0,46416 | 0,00631 | 0,44784 | 0,00650 |
| 4                    | 0,63808                                 | 0,01827 | 0,61888 | 0,01942 | 0,59712 | 0,02005 |
| 5                    | 0,79760                                 | 0,04320 | 0,77360 | 0,04596 | 0,74640 | 0,04748 |
| 6                    | 0,95712                                 | 0,08664 | 0,92832 | 0,09236 | 0,89568 | 0,09556 |
| 7                    | 1,11664                                 | 0,15621 | 1,08304 | 0,16739 | 1,04496 | 0,17391 |
| 8                    | 1,27616                                 | 0,26417 | 1,23776 | 0,28683 | 1,19424 | 0,30157 |
| 9                    | 1,43568                                 | 0,43943 | 1,39248 | 0,49913 | 1,34352 | 0,55766 |
| $900 < D \leq 1200$  |   |         |         |         |         |         |
| 0                    | 0,00000                                 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1                    | 0,11964                                 | 0,00002 | 0,11604 | 0,00003 | 0,11196 | 0,00003 |
| 2                    | 0,23928                                 | 0,00038 | 0,23208 | 0,00040 | 0,22392 | 0,00042 |
| 3                    | 0,35892                                 | 0,00190 | 0,34812 | 0,00202 | 0,33588 | 0,00209 |
| 4                    | 0,47856                                 | 0,00593 | 0,46416 | 0,00631 | 0,44784 | 0,00650 |
| 5                    | 0,59820                                 | 0,01421 | 0,58020 | 0,01511 | 0,55980 | 0,01560 |
| 6                    | 0,71784                                 | 0,02881 | 0,69624 | 0,03063 | 0,67176 | 0,03164 |
| 7                    | 0,83748                                 | 0,05206 | 0,81228 | 0,05541 | 0,78372 | 0,05726 |
| 8                    | 0,95712                                 | 0,08664 | 0,92832 | 0,09236 | 0,89568 | 0,09556 |
| 9                    | 1,07676                                 | 0,13583 | 1,04436 | 0,14530 | 1,00764 | 0,15074 |
| 10                   | 1,19640                                 | 0,20425 | 1,16040 | 0,21998 | 1,11960 | 0,22951 |
| 11                   | 1,31604                                 | 0,29974 | 1,27644 | 0,32742 | 1,23156 | 0,34636 |
| 12                   | 1,43568                                 | 0,43943 | 1,39248 | 0,49913 | 1,34352 | 0,55766 |
| $1200 < D \leq 1600$ |   |         |         |         |         |         |
| 0                    | 0,00000                                 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1                    | 0,08973                                 | 0,00001 | 0,08703 | 0,00001 | 0,08397 | 0,00001 |
| 2                    | 0,17946                                 | 0,00012 | 0,17406 | 0,00013 | 0,16794 | 0,00013 |
| 3                    | 0,26919                                 | 0,00061 | 0,26109 | 0,00064 | 0,25191 | 0,00067 |
| 4                    | 0,35892                                 | 0,00190 | 0,34812 | 0,00202 | 0,33588 | 0,00209 |
| 5                    | 0,44865                                 | 0,00460 | 0,43515 | 0,00489 | 0,41985 | 0,00505 |
| 6                    | 0,53838                                 | 0,00942 | 0,52218 | 0,01001 | 0,50382 | 0,01033 |
| 7                    | 0,62811                                 | 0,01718 | 0,60921 | 0,01826 | 0,58779 | 0,01885 |
| 8                    | 0,71784                                 | 0,02881 | 0,69624 | 0,03063 | 0,67176 | 0,03164 |
| 9                    | 0,80757                                 | 0,04530 | 0,78327 | 0,04820 | 0,75573 | 0,04980 |
| 10                   | 0,89730                                 | 0,06775 | 0,87030 | 0,07217 | 0,83970 | 0,07460 |
| 11                   | 0,98703                                 | 0,09742 | 0,95733 | 0,10392 | 0,92367 | 0,10757 |
| 12                   | 1,07676                                 | 0,13583 | 1,04436 | 0,14530 | 1,00764 | 0,15074 |
| 13                   | 1,16649                                 | 0,18500 | 1,13139 | 0,19881 | 1,09161 | 0,20705 |
| 14                   | 1,25622                                 | 0,24790 | 1,21842 | 0,26851 | 1,17558 | 0,28162 |
| 15                   | 1,34595                                 | 0,32943 | 1,30545 | 0,36202 | 1,25955 | 0,38547 |
| 16                   | 1,43568                                 | 0,43943 | 1,39248 | 0,49913 | 1,34352 | 0,55766 |

Продолжение табл. V.3

| Номер точки          | Угол при вершине конуса $\alpha$ , град |         |         |         |         |         |
|----------------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|
|                      | 35                                      |         | 40      |         | 45      |         |
|                      | $K_x$                                   | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   |
| $1600 < D \leq 1800$ |   |         |         |         |         |         |
| 0                    | 0,00000                                 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1                    | 0,07976                                 | 0,00000 | 0,07736 | 0,00001 | 0,07464 | 0,00001 |
| 2                    | 0,15952                                 | 0,00008 | 0,15472 | 0,00008 | 0,14928 | 0,00008 |
| 3                    | 0,23928                                 | 0,00038 | 0,23208 | 0,00040 | 0,22392 | 0,00042 |
| 4                    | 0,31904                                 | 0,00119 | 0,30944 | 0,00127 | 0,29856 | 0,00131 |
| 5                    | 0,39880                                 | 0,00289 | 0,38680 | 0,00307 | 0,37320 | 0,00317 |
| 6                    | 0,47856                                 | 0,00593 | 0,46416 | 0,00631 | 0,44784 | 0,00650 |
| 7                    | 0,55832                                 | 0,01086 | 0,54152 | 0,01154 | 0,52248 | 0,01191 |
| 8                    | 0,63808                                 | 0,01827 | 0,61888 | 0,01942 | 0,59712 | 0,02005 |
| 9                    | 0,71784                                 | 0,02881 | 0,69624 | 0,03063 | 0,67176 | 0,03164 |
| 10                   | 0,79760                                 | 0,04320 | 0,77360 | 0,04596 | 0,74640 | 0,04748 |
| 11                   | 0,87736                                 | 0,06218 | 0,85096 | 0,06622 | 0,82104 | 0,06844 |
| 12                   | 0,95712                                 | 0,08664 | 0,92832 | 0,09236 | 0,89568 | 0,09556 |
| 13                   | 1,03688                                 | 0,11756 | 1,00568 | 0,12559 | 0,97032 | 0,13014 |
| 14                   | 1,11664                                 | 0,15621 | 1,08304 | 0,16739 | 1,04496 | 0,17391 |
| 15                   | 1,19640                                 | 0,20425 | 1,16040 | 0,21998 | 1,11960 | 0,22951 |
| 16                   | 1,27616                                 | 0,26417 | 1,23776 | 0,28683 | 1,19424 | 0,30157 |
| 17                   | 1,35592                                 | 0,34000 | 1,31512 | 0,37452 | 1,26888 | 0,39980 |
| 18                   | 1,43568                                 | 0,43943 | 1,39248 | 0,49913 | 1,34352 | 0,55766 |
| $1800 < D \leq 2400$ |   |         |         |         |         |         |
| 0                    | 0,00000                                 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1                    | 0,05982                                 | 0,00000 | 0,05802 | 0,00000 | 0,05598 | 0,00000 |
| 2                    | 0,11964                                 | 0,00002 | 0,11604 | 0,00003 | 0,11196 | 0,00003 |
| 3                    | 0,17946                                 | 0,00012 | 0,17406 | 0,00013 | 0,16794 | 0,00013 |
| 4                    | 0,23928                                 | 0,00038 | 0,23208 | 0,00040 | 0,22392 | 0,00042 |
| 5                    | 0,29910                                 | 0,00093 | 0,29010 | 0,00098 | 0,27990 | 0,00101 |
| 6                    | 0,35892                                 | 0,00190 | 0,34812 | 0,00202 | 0,33588 | 0,00209 |
| 7                    | 0,41874                                 | 0,00351 | 0,40614 | 0,00372 | 0,39186 | 0,00384 |
| 8                    | 0,47856                                 | 0,00593 | 0,46416 | 0,00631 | 0,44784 | 0,00650 |
| 9                    | 0,53838                                 | 0,00942 | 0,52218 | 0,01001 | 0,50382 | 0,01033 |
| 10                   | 0,59820                                 | 0,01421 | 0,58020 | 0,01511 | 0,55980 | 0,01560 |
| 11                   | 0,65802                                 | 0,02058 | 0,63822 | 0,02188 | 0,61578 | 0,02259 |
| 12                   | 0,71784                                 | 0,02881 | 0,69624 | 0,03063 | 0,67176 | 0,03164 |
| 13                   | 0,77766                                 | 0,03920 | 0,75426 | 0,04170 | 0,72774 | 0,04306 |
| 14                   | 0,83748                                 | 0,05206 | 0,81228 | 0,05541 | 0,78372 | 0,05726 |
| 15                   | 0,89730                                 | 0,06775 | 0,87030 | 0,07217 | 0,83970 | 0,07469 |
| 16                   | 0,95712                                 | 0,08664 | 0,92832 | 0,09236 | 0,89568 | 0,09556 |
| 17                   | 1,01694                                 | 0,10916 | 0,98634 | 0,11665 | 0,95165 | 0,12071 |
| 18                   | 1,07676                                 | 0,13583 | 1,04436 | 0,14530 | 1,00764 | 0,15074 |
| 19                   | 1,13658                                 | 0,16726 | 1,10238 | 0,17942 | 1,06362 | 0,18657 |
| 20                   | 1,19640                                 | 0,20425 | 1,16040 | 0,21998 | 1,11960 | 0,22951 |
| 21                   | 1,25622                                 | 0,24790 | 1,21842 | 0,26851 | 1,17558 | 0,28162 |
| 22                   | 1,31604                                 | 0,29974 | 1,27644 | 0,32742 | 1,23156 | 0,34636 |
| 23                   | 1,37586                                 | 0,36219 | 1,33446 | 0,40114 | 1,28754 | 0,43102 |
| 24                   | 1,43568                                 | 0,43943 | 1,39248 | 0,49913 | 1,34352 | 0,55766 |
| $2400 < D \leq 4000$ |   |         |         |         |         |         |
| 0                    | 0,00000                                 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1                    | 0,03988                                 | 0,00000 | 0,03868 | 0,00000 | 0,03732 | 0,00000 |
| 2                    | 0,07976                                 | 0,00000 | 0,07736 | 0,00001 | 0,07464 | 0,00001 |
| 3                    | 0,11964                                 | 0,00002 | 0,11604 | 0,00003 | 0,11196 | 0,00003 |

Продолжение табл. V.3

| Номер точки | Угол при вершине конуса $\alpha$ , град |         |         |         |         |         |
|-------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|
|             | 35                                      |         | 40      |         | 45      |         |
|             | $K_x$                                   | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   |
| 4           | 0,15952                                 | 0,00008 | 0,15472 | 0,00008 | 0,14928 | 0,00008 |
| 5           | 0,19940                                 | 0,00018 | 0,19340 | 0,00020 | 0,18660 | 0,00020 |
| 6           | 0,23928                                 | 0,00038 | 0,23208 | 0,00040 | 0,22392 | 0,00042 |
| 7           | 0,27916                                 | 0,00070 | 0,27076 | 0,00075 | 0,26124 | 0,00077 |
| 8           | 0,31904                                 | 0,00119 | 0,30944 | 0,00127 | 0,29856 | 0,00131 |
| 9           | 0,35892                                 | 0,00190 | 0,34812 | 0,00202 | 0,33588 | 0,00209 |
| 10          | 0,39880                                 | 0,00289 | 0,38689 | 0,00307 | 0,37320 | 0,00317 |
| 11          | 0,43868                                 | 0,00421 | 0,42548 | 0,00447 | 0,41052 | 0,00462 |
| 12          | 0,47856                                 | 0,00593 | 0,46416 | 0,00631 | 0,44784 | 0,00650 |
| 13          | 0,51844                                 | 0,00813 | 0,50284 | 0,00863 | 0,48516 | 0,00891 |
| 14          | 0,55832                                 | 0,01086 | 0,54152 | 0,01154 | 0,52248 | 0,01191 |
| 15          | 0,59820                                 | 0,01421 | 0,58020 | 0,01511 | 0,55980 | 0,01560 |
| 16          | 0,63808                                 | 0,01827 | 0,61888 | 0,01942 | 0,59712 | 0,02005 |
| 17          | 0,67796                                 | 0,02310 | 0,65756 | 0,02457 | 0,63444 | 0,02536 |
| 18          | 0,71784                                 | 0,02881 | 0,69624 | 0,03063 | 0,67176 | 0,03164 |
| 19          | 0,75772                                 | 0,03548 | 0,73492 | 0,03774 | 0,70908 | 0,03897 |
| 20          | 0,79760                                 | 0,04320 | 0,77360 | 0,04596 | 0,74640 | 0,04748 |
| 21          | 0,83748                                 | 0,05206 | 0,81228 | 0,05541 | 0,78372 | 0,05726 |
| 22          | 0,87736                                 | 0,06218 | 0,85096 | 0,06622 | 0,82104 | 0,06844 |
| 23          | 0,91724                                 | 0,07367 | 0,88964 | 0,07849 | 0,85836 | 0,08116 |
| 24          | 0,95712                                 | 0,08664 | 0,92832 | 0,09236 | 0,89568 | 0,09556 |
| 25          | 0,99700                                 | 0,10122 | 0,96700 | 0,10801 | 0,93300 | 0,11182 |
| 26          | 1,03688                                 | 0,11756 | 1,00568 | 0,12559 | 0,97032 | 0,13014 |
| 27          | 1,07676                                 | 0,13583 | 1,04436 | 0,14530 | 1,00764 | 0,15074 |
| 28          | 1,11664                                 | 0,15621 | 1,08304 | 0,16739 | 1,04496 | 0,17391 |
| 29          | 1,15652                                 | 0,17893 | 1,12172 | 0,19215 | 1,08228 | 0,20001 |
| 30          | 1,19640                                 | 0,20425 | 1,16040 | 0,21998 | 1,11960 | 0,22951 |
| 31          | 1,23628                                 | 0,23254 | 1,19908 | 0,25130 | 1,15692 | 0,26307 |
| 32          | 1,27616                                 | 0,26417 | 1,23776 | 0,28683 | 1,19424 | 0,30157 |
| 33          | 1,31604                                 | 0,29974 | 1,27644 | 0,32742 | 1,23156 | 0,34636 |
| 34          | 1,35592                                 | 0,34000 | 1,31512 | 0,37452 | 1,26888 | 0,39980 |
| 35          | 1,39580                                 | 0,38601 | 1,35380 | 0,43033 | 1,30620 | 0,46635 |
| 36          | 1,43568                                 | 0,43943 | 1,39248 | 0,49913 | 1,34352 | 0,55766 |

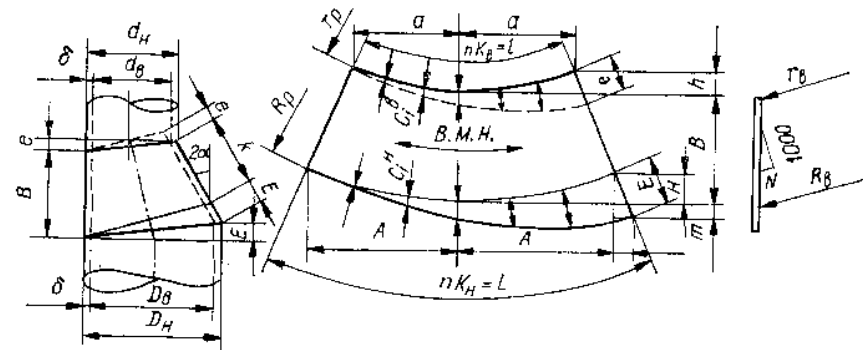
 $4000 < D \leq 6000$ 

|   |         |         |         |         |         |         |
|---|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 0 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| 1 | 0,02991 | 0,00000 | 0,02901 | 0,00000 | 0,02799 | 0,00000 |
| 2 | 0,05982 | 0,00000 | 0,05802 | 0,00000 | 0,05598 | 0,00000 |
| 3 | 0,08973 | 0,00001 | 0,08703 | 0,00001 | 0,08397 | 0,00001 |
| 4 | 0,11964 | 0,00002 | 0,11604 | 0,00003 | 0,11196 | 0,00003 |
| 5 | 0,14955 | 0,00006 | 0,14505 | 0,00006 | 0,13995 | 0,00005 |
| 6 | 0,17946 | 0,00012 | 0,17406 | 0,00013 | 0,16794 | 0,00013 |

Продолжение табл. V.3.

| Номер точки | Угол при вершине конуса $\alpha$ , град |         |         |         |         |         |
|-------------|---|---------|---------|---------|---------|---------|
|             | 35                                      |         | 40      |         | 45      |         |
|             | $K_x$                                   | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   | $K_x$   | $K_y$   |
| 7           | 0,20937                                 | 0,00022 | 0,20307 | 0,00024 | 0,19593 | 0,00024 |
| 8           | 0,23928                                 | 0,00038 | 0,23208 | 0,00040 | 0,22392 | 0,00042 |
| 9           | 0,26919                                 | 0,00061 | 0,26109 | 0,00064 | 0,25191 | 0,00067 |
| 10          | 0,29910                                 | 0,00093 | 0,29010 | 0,00098 | 0,27990 | 0,00101 |
| 11          | 0,32901                                 | 0,00135 | 0,31911 | 0,00143 | 0,30789 | 0,00148 |
| 12          | 0,35892                                 | 0,00190 | 0,34812 | 0,00202 | 0,33588 | 0,00209 |
| 13          | 0,38883                                 | 0,00262 | 0,37713 | 0,00278 | 0,36387 | 0,00287 |
| 14          | 0,41874                                 | 0,00351 | 0,40614 | 0,00372 | 0,39186 | 0,00384 |
| 15          | 0,44865                                 | 0,00460 | 0,43515 | 0,00489 | 0,41985 | 0,00505 |
| 16          | 0,47856                                 | 0,00593 | 0,46416 | 0,00631 | 0,44784 | 0,00650 |
| 17          | 0,50847                                 | 0,00753 | 0,49317 | 0,00800 | 0,47583 | 0,00826 |
| 18          | 0,53838                                 | 0,00942 | 0,52218 | 0,01001 | 0,50382 | 0,01033 |
| 19          | 0,56829                                 | 0,01163 | 0,55119 | 0,01237 | 0,53181 | 0,01276 |
| 20          | 0,59820                                 | 0,01421 | 0,58020 | 0,01511 | 0,55980 | 0,01560 |
| 21          | 0,62811                                 | 0,01718 | 0,60921 | 0,01826 | 0,58779 | 0,01885 |
| 22          | 0,65802                                 | 0,02058 | 0,63822 | 0,02188 | 0,61578 | 0,02259 |
| 23          | 0,68793                                 | 0,02444 | 0,66723 | 0,02599 | 0,64377 | 0,02684 |
| 24          | 0,71784                                 | 0,02881 | 0,69624 | 0,03063 | 0,67176 | 0,03164 |
| 25          | 0,74775                                 | 0,03371 | 0,72525 | 0,03586 | 0,69975 | 0,03704 |
| 26          | 0,77766                                 | 0,03920 | 0,75426 | 0,04170 | 0,72774 | 0,04306 |
| 27          | 0,80757                                 | 0,04530 | 0,78327 | 0,04820 | 0,75573 | 0,04980 |
| 28          | 0,83748                                 | 0,05206 | 0,81228 | 0,05541 | 0,78372 | 0,05726 |
| 29          | 0,86739                                 | 0,05952 | 0,84129 | 0,06339 | 0,81171 | 0,06550 |
| 30          | 0,89730                                 | 0,06775 | 0,87030 | 0,07217 | 0,83970 | 0,07460 |
| 31          | 0,92721                                 | 0,07677 | 0,89931 | 0,08180 | 0,86769 | 0,08460 |
| 32          | 0,95712                                 | 0,08664 | 0,92832 | 0,09236 | 0,89568 | 0,09556 |
| 33          | 0,98703                                 | 0,09742 | 0,95733 | 0,10392 | 0,92367 | 0,10757 |
| 34          | 1,01694                                 | 0,10916 | 0,98634 | 0,11655 | 0,95166 | 0,12071 |
| 35          | 1,04685                                 | 0,12194 | 1,01535 | 0,13031 | 0,97965 | 0,13507 |
| 36          | 1,07676                                 | 0,13583 | 1,04436 | 0,14530 | 1,00764 | 0,15074 |
| 37          | 1,10667                                 | 0,15091 | 1,07337 | 0,16163 | 1,03563 | 0,16786 |
| 38          | 1,13658                                 | 0,16726 | 1,10238 | 0,17942 | 1,06362 | 0,18657 |
| 39          | 1,16649                                 | 0,18500 | 1,13139 | 0,19881 | 1,09161 | 0,20705 |
| 40          | 1,19640                                 | 0,20425 | 1,16040 | 0,21998 | 1,11960 | 0,22951 |
| 41          | 1,22631                                 | 0,22517 | 1,18941 | 0,24312 | 1,14759 | 0,25427 |
| 42          | 1,25622                                 | 0,24790 | 1,21842 | 0,26851 | 1,17558 | 0,28162 |
| 43          | 1,28613                                 | 0,27268 | 1,24743 | 0,29645 | 1,20357 | 0,31209 |
| 44          | 1,31604                                 | 0,29974 | 1,27644 | 0,32742 | 1,23156 | 0,34636 |
| 45          | 1,34595                                 | 0,32943 | 1,30545 | 0,36202 | 0,25955 | 0,38547 |
| 46          | 1,37586                                 | 0,36219 | 1,33446 | 0,40114 | 1,28754 | 0,43102 |
| 47          | 1,40577                                 | 0,39860 | 1,36347 | 0,44608 | 1,31553 | 0,48605 |
| 48          | 1,43568                                 | 0,43943 | 1,39248 | 0,49913 | 1,34352 | 0,55766 |

Таблица V.4. Коэффициенты для определения параметров конических переходов



| P              | m               | Коэффициент K |          |          |
|----------------|-----------------|---------------|----------|----------|
|                |                 | 2,5           | 5        | 7,5      |
| E              | D <sub>B</sub>  | 0,021831      | 0,043745 | 0,065826 |
| e              | d <sub>H</sub>  |               |          |          |
| R <sub>D</sub> | D <sub>ср</sub> | 11,451900     | 5,715025 | 3,797877 |
| r <sub>D</sub> | d <sub>ср</sub> |               |          |          |
| A              | D <sub>ср</sub> | 0,784031      | 0,779969 | 0,773233 |
| a              | d <sub>ср</sub> |               |          |          |
| H              | D <sub>ср</sub> | 0,026866      | 0,053475 | 0,079547 |
| h              | d <sub>ср</sub> |               |          |          |
| L              | D <sub>ср</sub> | 1,569301      | 1,564819 | 1,557358 |
| l              | d <sub>ср</sub> |               |          |          |
| R <sub>B</sub> | D <sub>B</sub>  | 0,499524      | 0,498097 | 0,495722 |
| r <sub>B</sub> | d <sub>B</sub>  |               |          |          |

| Помер точки | Коэффициент                             |          |          |          |
|-------------|---|----------|----------|----------|
|             | 2,5                                     | 5        | 7,5      | 10       |
|             | D <sub>B</sub> (d <sub>ii</sub> )       |          |          |          |
| 0           | 0,000000                                | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| 1           | 0,001460                                | 0,002910 | 0,004339 | 0,005728 |
| 2           | 0,005450                                | 0,010874 | 0,016246 | 0,021539 |
| 3           | 0,010905                                | 0,021789 | 0,032631 | 0,043407 |
| 4           | 0,016365                                | 0,032746 | 0,049157 | 0,065613 |
| 5           | 0,020366                                | 0,040794 | 0,061346 | 0,082087 |
| 6           | 0,021831                                | 0,043745 | 0,065826 | 0,088163 |
|             | 600 < D <sub>B</sub> (d <sub>ii</sub> ) |          |          |          |
| 0           | 0,000000                                | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| 1           | 0,000829                                | 0,001653 | 0,002464 | 0,003258 |
| 2           | 0,003192                                | 0,006365 | 0,009500 | 0,012577 |
| 3           | 0,006730                                | 0,013431 | 0,020078 | 0,026640 |
| 4           | 0,010905                                | 0,021789 | 0,032631 | 0,043407 |
| 5           | 0,015084                                | 0,030174 | 0,045267 | 0,060372 |
| 6           | 0,018629                                | 0,037297 | 0,056045 | 0,074912 |
| 7           | 0,020999                                | 0,042068 | 0,063280 | 0,084708 |
| 8           | 0,021831                                | 0,043745 | 0,065826 | 0,088163 |

и разверток при несоосном сопряжении цилиндров с общей образующей

$$P = mK; \quad K_H = L/n; \quad C_l^n = D_B K_1;$$

$$B = R_D - r_D; \quad K_B = l/n; \quad C_l^n = d_H K_1.$$

| при alpha, град |          |          |          |          |          |
|-----------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 10              | 12,5     | 15       | 17,5     | 20       | 22,5     |
| 0,088163        | 0,110847 | 0,133975 | 0,157650 | 0,181985 | 0,207107 |
| 2,835641        | 2,255354 | 1,866025 | 1,585798 | 1,373739 | 1,207107 |
| 0,763910        | 0,752095 | 0,737910 | 0,721503 | 0,703038 | 0,682696 |
| 0,104836        | 0,129094 | 0,152100 | 0,173640 | 0,193528 | 0,211601 |
| 1,546933        | 1,533562 | 1,517273 | 1,498095 | 1,476066 | 1,451227 |
| 0,492404        | 0,488148 | 0,482963 | 0,476859 | 0,469846 | 0,461940 |

| K <sub>1</sub> при alpha, град |          |          |          |          |
|--------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| 12,5                           | 15       | 17,5     | 20       | 22,5     |
| ≤ 600                          |          |          |          |          |
| 0,000000                       | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| 0,007100                       | 0,008411 | 0,009664 | 0,010850 | 0,011959 |
| 0,026727                       | 0,031782 | 0,036678 | 0,041384 | 0,045874 |
| 0,054095                       | 0,064665 | 0,075092 | 0,085099 | 0,095372 |
| 0,082126                       | 0,098708 | 0,115370 | 0,132112 | 0,148941 |
| 0,103083                       | 0,124401 | 0,146116 | 0,168299 | 0,191038 |
| 0,110847                       | 0,133975 | 0,157650 | 0,181985 | 0,207107 |
| ≤ 800                          |          |          |          |          |
| 0,000000                       | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| 0,004028                       | 0,004769 | 0,005476 | 0,006143 | 0,006766 |
| 0,015580                       | 0,018487 | 0,021285 | 0,023943 | 0,026456 |
| 0,033090                       | 0,039397 | 0,045530 | 0,051458 | 0,057147 |
| 0,054095                       | 0,064665 | 0,075092 | 0,085099 | 0,095372 |
| 0,075489                       | 0,090613 | 0,105745 | 0,120870 | 0,135985 |
| 0,093938                       | 0,113164 | 0,132631 | 0,152376 | 0,172444 |
| 0,106430                       | 0,128523 | 0,151078 | 0,174179 | 0,197932 |
| 0,110847                       | 0,133975 | 0,157650 | 0,181985 | 0,207107 |

| Номер точки | Коэффициент        |          |          |          |
|-------------|--------------------|----------|----------|----------|
|             | 2,5                | 5        | 7,5      | 10       |
|             | $800 < D_B (d_H)$  |          |          |          |
| 0           | 0,000000           | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| 1           | 0,000657           | 0,001309 | 0,001952 | 0,002581 |
| 2           | 0,002550           | 0,005083 | 0,007584 | 0,010038 |
| 3           | 0,005450           | 0,010874 | 0,016246 | 0,021539 |
| 4           | 0,009010           | 0,017994 | 0,026924 | 0,035775 |
| 5           | 0,012801           | 0,025590 | 0,038354 | 0,051081 |
| 6           | 0,016366           | 0,032746 | 0,049157 | 0,065613 |
| 7           | 0,019273           | 0,038594 | 0,058009 | 0,077569 |
| 8           | 0,021172           | 0,042416 | 0,063809 | 0,085426 |
| 9           | 0,021831           | 0,043745 | 0,065826 | 0,088163 |
|             | $900 < D_B (d_H)$  |          |          |          |
| 0           | 0,000000           | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| 1           | 0,000209           | 0,000417 | 0,000622 | 0,000822 |
| 2           | 0,000829           | 0,001653 | 0,002464 | 0,003258 |
| 3           | 0,001836           | 0,003660 | 0,005460 | 0,007224 |
| 4           | 0,003192           | 0,006365 | 0,009500 | 0,012577 |
| 5           | 0,004844           | 0,009663 | 0,014433 | 0,019129 |
| 6           | 0,006730           | 0,013431 | 0,020078 | 0,026640 |
| 7           | 0,008776           | 0,017525 | 0,026221 | 0,034835 |
| 8           | 0,010903           | 0,021789 | 0,032631 | 0,043407 |
| 9           | 0,013035           | 0,026059 | 0,038901 | 0,052031 |
| 10          | 0,015084           | 0,030174 | 0,045267 | 0,060372 |
| 11          | 0,016973           | 0,033964 | 0,051003 | 0,068102 |
| 12          | 0,018629           | 0,037297 | 0,056045 | 0,074912 |
| 13          | 0,019988           | 0,040033 | 0,060195 | 0,080524 |
| 14          | 0,020999           | 0,042068 | 0,063280 | 0,084708 |
| 15          | 0,021621           | 0,043322 | 0,065184 | 0,087291 |
| 16          | 0,021831           | 0,043745 | 0,065826 | 0,088163 |
|             | $1350 < D_B (d_H)$ |          |          |          |
| 0           | 0,000000           | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| 1           | 0,000165           | 0,000330 | 0,000492 | 0,000649 |
| 2           | 0,000657           | 0,001309 | 0,001952 | 0,002581 |
| 3           | 0,001460           | 0,002910 | 0,004339 | 0,005728 |
| 4           | 0,002550           | 0,005083 | 0,007584 | 0,010038 |
| 5           | 0,003893           | 0,007764 | 0,011592 | 0,015355 |
| 6           | 0,005450           | 0,010874 | 0,016246 | 0,021539 |
| 7           | 0,007173           | 0,014318 | 0,021407 | 0,028413 |
| 8           | 0,009010           | 0,017994 | 0,026924 | 0,035775 |
| 9           | 0,010903           | 0,021789 | 0,032631 | 0,043407 |
| 10          | 0,012801           | 0,025590 | 0,038354 | 0,051081 |
| 11          | 0,014640           | 0,029280 | 0,043920 | 0,058561 |
| 12          | 0,016366           | 0,032746 | 0,049157 | 0,065613 |
| 13          | 0,017926           | 0,035883 | 0,053903 | 0,072018 |
| 14          | 0,019273           | 0,038594 | 0,058009 | 0,077569 |
| 15          | 0,020366           | 0,040794 | 0,061346 | 0,082087 |
| 16          | 0,021172           | 0,042416 | 0,063809 | 0,085426 |
| 17          | 0,021665           | 0,043410 | 0,065318 | 0,087474 |
| 18          | 0,021831           | 0,043745 | 0,065826 | 0,088163 |
|             | $1800 < D_B (d_H)$ |          |          |          |
| 0           | 0,000000           | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| 1           | 0,000093           | 0,000186 | 0,000277 | 0,000366 |
| 2           | 0,000371           | 0,000740 | 0,001103 | 0,001457 |

| $K_1$ при $\alpha$ , град |             |          |          |          |          |
|---------------------------|-------------|----------|----------|----------|----------|
|                           | 12,5        | 15       | 17,5     | 20       | 22,5     |
|                           | $\leq 900$  |          |          |          |          |
| 0                         | 0,000000    | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| 1                         | 0,003190    | 0,003777 | 0,004335 | 0,004863 | 0,005354 |
| 2                         | 0,012427    | 0,014738 | 0,016953 | 0,019059 | 0,021040 |
| 3                         | 0,026727    | 0,031782 | 0,036678 | 0,041384 | 0,045874 |
| 4                         | 0,044517    | 0,053117 | 0,061546 | 0,069768 | 0,077744 |
| 5                         | 0,063754    | 0,076354 | 0,088862 | 0,101251 | 0,113472 |
| 6                         | 0,082126    | 0,098708 | 0,115370 | 0,132112 | 0,148941 |
| 7                         | 0,097322    | 0,117317 | 0,137608 | 0,158244 | 0,179282 |
| 8                         | 0,107346    | 0,129654 | 0,152439 | 0,175795 | 0,199828 |
| 9                         | 0,110847    | 0,133975 | 0,157650 | 0,181985 | 0,207107 |
|                           | $\leq 1350$ |          |          |          |          |
| 0                         | 0,000000    | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| 1                         | 0,001015    | 0,001202 | 0,001379 | 0,001546 | 0,001701 |
| 2                         | 0,004028    | 0,004769 | 0,005476 | 0,006143 | 0,006786 |
| 3                         | 0,008938    | 0,010593 | 0,012176 | 0,013676 | 0,015082 |
| 4                         | 0,015580    | 0,018487 | 0,021285 | 0,023943 | 0,026456 |
| 5                         | 0,023725    | 0,028196 | 0,032517 | 0,036662 | 0,040604 |
| 6                         | 0,033090    | 0,039397 | 0,045530 | 0,051458 | 0,057147 |
| 7                         | 0,043295    | 0,051700 | 0,059889 | 0,067868 | 0,075601 |
| 8                         | 0,054095    | 0,064665 | 0,075092 | 0,085099 | 0,095372 |
| 9                         | 0,064952    | 0,077807 | 0,090579 | 0,103239 | 0,115762 |
| 10                        | 0,075489    | 0,090613 | 0,105745 | 0,120870 | 0,135985 |
| 11                        | 0,085284    | 0,102566 | 0,119967 | 0,137496 | 0,155169 |
| 12                        | 0,093938    | 0,113164 | 0,132631 | 0,152376 | 0,172444 |
| 13                        | 0,101089    | 0,121946 | 0,143166 | 0,164809 | 0,186953 |
| 14                        | 0,106430    | 0,128523 | 0,151078 | 0,174179 | 0,197432 |
| 15                        | 0,109731    | 0,132595 | 0,155986 | 0,180007 | 0,204780 |
| 16                        | 0,110847    | 0,133975 | 0,157650 | 0,181985 | 0,207107 |
|                           | $\leq 1800$ |          |          |          |          |
| 0                         | 0,000000    | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| 1                         | 0,000803    | 0,000949 | 0,001090 | 0,001222 | 0,001344 |
| 2                         | 0,003190    | 0,003777 | 0,004335 | 0,004863 | 0,005354 |
| 3                         | 0,007100    | 0,008411 | 0,009664 | 0,010850 | 0,011959 |
| 4                         | 0,012427    | 0,014738 | 0,016953 | 0,019059 | 0,021040 |
| 5                         | 0,019030    | 0,022596 | 0,026031 | 0,029314 | 0,032421 |
| 6                         | 0,026727    | 0,031782 | 0,036678 | 0,041384 | 0,045874 |
| 7                         | 0,035303    | 0,042050 | 0,048621 | 0,054929 | 0,061102 |
| 8                         | 0,044517    | 0,053117 | 0,061546 | 0,069768 | 0,077744 |
| 9                         | 0,054095    | 0,064665 | 0,075092 | 0,085099 | 0,095372 |
| 10                        | 0,063754    | 0,076354 | 0,088862 | 0,101251 | 0,113472 |
| 11                        | 0,073196    | 0,087824 | 0,102434 | 0,116994 | 0,131546 |
| 12                        | 0,082126    | 0,098708 | 0,115370 | 0,132112 | 0,148941 |
| 13                        | 0,090257    | 0,108652 | 0,127233 | 0,146027 | 0,165059 |
| 14                        | 0,097322    | 0,117317 | 0,137608 | 0,158244 | 0,179282 |
| 15                        | 0,103083    | 0,124401 | 0,146116 | 0,168299 | 0,191038 |
| 16                        | 0,107346    | 0,129654 | 0,152439 | 0,175795 | 0,199828 |
| 17                        | 0,109965    | 0,132885 | 0,156334 | 0,180421 | 0,205267 |
| 18                        | 0,110847    | 0,133975 | 0,157650 | 0,181985 | 0,207107 |
|                           | $\leq 2400$ |          |          |          |          |
| 0                         | 0,000000    | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| 1                         | 0,000452    | 0,000535 | 0,000614 | 0,000688 | 0,000757 |
| 2                         | 0,001801    | 0,002132 | 0,002447 | 0,002737 | 0,003019 |

| Номер точки | Коэффициент |          |          |          |
|-------------|-------------|----------|----------|----------|
|             | 2,5         | 5        | 7,5      | 10       |
| 3           | 0,000829    | 0,001653 | 0,002464 | 0,003258 |
| 4           | 0,001460    | 0,002910 | 0,004339 | 0,005728 |
| 5           | 0,002252    | 0,004489 | 0,006697 | 0,008862 |
| 6           | 0,003192    | 0,006365 | 0,009500 | 0,012577 |
| 7           | 0,004264    | 0,008505 | 0,012700 | 0,016826 |
| 8           | 0,005450    | 0,010874 | 0,016246 | 0,021539 |
| 9           | 0,006730    | 0,013431 | 0,020078 | 0,026640 |
| 10          | 0,008081    | 0,016134 | 0,024132 | 0,032046 |
| 11          | 0,009481    | 0,018936 | 0,028340 | 0,037666 |
| 12          | 0,010905    | 0,021789 | 0,032631 | 0,043407 |
| 13          | 0,012330    | 0,024646 | 0,036931 | 0,049171 |
| 14          | 0,013731    | 0,027455 | 0,041188 | 0,054859 |
| 15          | 0,015084    | 0,030174 | 0,045267 | 0,060372 |
| 16          | 0,016366    | 0,032746 | 0,049157 | 0,065613 |
| 17          | 0,017554    | 0,035135 | 0,052771 | 0,070488 |
| 18          | 0,018629    | 0,037297 | 0,056045 | 0,074912 |
| 19          | 0,019572    | 0,039194 | 0,058920 | 0,078801 |
| 20          | 0,020366    | 0,040794 | 0,061346 | 0,082087 |
| 21          | 0,020999    | 0,042068 | 0,063280 | 0,084708 |
| 22          | 0,021458    | 0,042951 | 0,064687 | 0,086622 |
| 23          | 0,021738    | 0,043556 | 0,065541 | 0,087775 |
| 24          | 0,021831    | 0,043745 | 0,065826 | 0,088163 |
| 0           | 0,000000    | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| 1           | 0,000041    | 0,000083 | 0,000123 | 0,000163 |
| 2           | 0,000165    | 0,000330 | 0,000492 | 0,000649 |
| 3           | 0,000371    | 0,000740 | 0,001103 | 0,001457 |
| 4           | 0,000657    | 0,001309 | 0,001952 | 0,002581 |
| 5           | 0,001021    | 0,002034 | 0,003034 | 0,004011 |
| 6           | 0,001460    | 0,002910 | 0,004339 | 0,005728 |
| 7           | 0,001971    | 0,003928 | 0,005860 | 0,007753 |
| 8           | 0,002550    | 0,005083 | 0,007584 | 0,010038 |
| 9           | 0,003192    | 0,006365 | 0,009500 | 0,012577 |
| 10          | 0,003893    | 0,007764 | 0,011592 | 0,015355 |
| 11          | 0,004648    | 0,009271 | 0,013846 | 0,018349 |
| 12          | 0,005450    | 0,010874 | 0,016246 | 0,021539 |
| 13          | 0,006294    | 0,012560 | 0,018772 | 0,024902 |
| 14          | 0,007173    | 0,014318 | 0,021407 | 0,028413 |
| 15          | 0,008081    | 0,016134 | 0,024132 | 0,032046 |
| 16          | 0,009010    | 0,017994 | 0,026924 | 0,035775 |
| 17          | 0,009954    | 0,019884 | 0,029764 | 0,039572 |
| 18          | 0,010905    | 0,021789 | 0,032631 | 0,043407 |
| 19          | 0,011857    | 0,023696 | 0,035501 | 0,047254 |
| 20          | 0,012801    | 0,025590 | 0,038354 | 0,051081 |
| 21          | 0,013731    | 0,027455 | 0,041168 | 0,054859 |
| 22          | 0,014640    | 0,029280 | 0,043920 | 0,058561 |
| 23          | 0,015520    | 0,031048 | 0,046590 | 0,062155 |
| 24          | 0,016366    | 0,032746 | 0,049157 | 0,065613 |
| 25          | 0,017171    | 0,034362 | 0,051601 | 0,068910 |
| 26          | 0,017926    | 0,035883 | 0,053903 | 0,072018 |
| 27          | 0,018629    | 0,037297 | 0,056045 | 0,074912 |
| 28          | 0,019273    | 0,038594 | 0,058009 | 0,077569 |
| 29          | 0,019854    | 0,039762 | 0,059781 | 0,079968 |
| 30          | 0,020366    | 0,040794 | 0,061346 | 0,082087 |
| 31          | 0,020807    | 0,041681 | 0,062692 | 0,083912 |

 $2400 < D_B (d_B)$  $K_1$  при  $\alpha$ , град

| 12,5           | 15       | 17,5     | 20       | 22,5     |
|----------------|----------|----------|----------|----------|
| 0,004028       | 0,004769 | 0,005476 | 0,006143 | 0,006766 |
| 0,007100       | 0,008411 | 0,009664 | 0,010850 | 0,011959 |
| 0,010970       | 0,013005 | 0,014956 | 0,016807 | 0,018546 |
| 0,015580       | 0,018487 | 0,021285 | 0,023943 | 0,026456 |
| 0,020860       | 0,024777 | 0,028556 | 0,032171 | 0,035601 |
| 0,026727       | 0,031782 | 0,036678 | 0,041384 | 0,045874 |
| 0,033090       | 0,039397 | 0,045530 | 0,051458 | 0,057147 |
| 0,039847       | 0,047502 | 0,054983 | 0,062251 | 0,069272 |
| 0,046887       | 0,055972 | 0,064889 | 0,073603 | 0,082077 |
| 0,054095       | 0,064665 | 0,075092 | 0,085099 | 0,095372 |
| 0,061348       | 0,073430 | 0,085422 | 0,097267 | 0,108944 |
| 0,068521       | 0,082138 | 0,095700 | 0,109182 | 0,122562 |
| 0,075489       | 0,090613 | 0,105745 | 0,120870 | 0,135985 |
| 0,082126       | 0,098708 | 0,115370 | 0,132112 | 0,148941 |
| 0,088315       | 0,106273 | 0,124391 | 0,142686 | 0,161183 |
| 0,093938       | 0,113164 | 0,132631 | 0,152376 | 0,172444 |
| 0,098892       | 0,119246 | 0,139923 | 0,160932 | 0,182473 |
| 0,103083       | 0,124401 | 0,146116 | 0,168299 | 0,191038 |
| 0,106430       | 0,128523 | 0,151078 | 0,174179 | 0,197932 |
| 0,108868       | 0,131530 | 0,154701 | 0,178481 | 0,202986 |
| 0,110350       | 0,133359 | 0,156911 | 0,181102 | 0,206070 |
| 0,110847       | 0,133975 | 0,157650 | 0,181985 | 0,207107 |
| $\approx 4000$ |          |          |          |          |
| 0,000000       | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| 0,000201       | 0,000238 | 0,000273 | 0,000306 | 0,000336 |
| 0,000803       | 0,000949 | 0,001090 | 0,001222 | 0,001344 |
| 0,001801       | 0,002132 | 0,002447 | 0,002737 | 0,003019 |
| 0,003190       | 0,003777 | 0,004335 | 0,004863 | 0,005354 |
| 0,004961       | 0,005874 | 0,006746 | 0,007569 | 0,008338 |
| 0,007100       | 0,008411 | 0,009664 | 0,010850 | 0,011959 |
| 0,009594       | 0,011372 | 0,013073 | 0,014686 | 0,016199 |
| 0,012427       | 0,014738 | 0,016953 | 0,019059 | 0,021040 |
| 0,015580       | 0,018487 | 0,021285 | 0,023943 | 0,026456 |
| 0,019030       | 0,022596 | 0,026031 | 0,029314 | 0,032421 |
| 0,022754       | 0,027038 | 0,031174 | 0,035139 | 0,038906 |
| 0,026727       | 0,031782 | 0,036678 | 0,041384 | 0,045874 |
| 0,030920       | 0,036798 | 0,042506 | 0,048013 | 0,053287 |
| 0,035303       | 0,042050 | 0,048621 | 0,054929 | 0,061102 |
| 0,039847       | 0,047502 | 0,054983 | 0,062251 | 0,069272 |
| 0,044517       | 0,053117 | 0,061546 | 0,069768 | 0,077744 |
| 0,049278       | 0,058852 | 0,068266 | 0,077482 | 0,086465 |
| 0,054095       | 0,064665 | 0,075092 | 0,085099 | 0,095372 |
| 0,058933       | 0,070515 | 0,081975 | 0,093283 | 0,104403 |
| 0,063754       | 0,076354 | 0,088862 | 0,101251 | 0,113472 |
| 0,068521       | 0,082138 | 0,095700 | 0,109182 | 0,122562 |
| 0,073196       | 0,087824 | 0,102434 | 0,116994 | 0,131546 |
| 0,077744       | 0,093362 | 0,109009 | 0,124679 | 0,140364 |
| 0,082126       | 0,098708 | 0,115370 | 0,132112 | 0,148941 |
| 0,086309       | 0,103820 | 0,121462 | 0,139250 | 0,157199 |
| 0,090257       | 0,108652 | 0,127233 | 0,146027 | 0,165059 |
| 0,093938       | 0,113164 | 0,132631 | 0,152376 | 0,172444 |
| 0,097322       | 0,117317 | 0,137608 | 0,158244 | 0,179282 |
| 0,100378       | 0,121074 | 0,142117 | 0,163570 | 0,185502 |
| 0,103083       | 0,124401 | 0,146116 | 0,168299 | 0,191038 |
| 0,105412       | 0,127270 | 0,149568 | 0,172390 | 0,195796 |

| Номер точки             | Коэффициент |          |          |          |
|-------------------------|-------------|----------|----------|----------|
|                         | 2,5         | 5        | 7,5      | 10       |
| 32                      | 0,021172    | 0,042416 | 0,063809 | 0,085426 |
| 33                      | 0,021458    | 0,042951 | 0,064687 | 0,086622 |
| 34                      | 0,021665    | 0,043410 | 0,065318 | 0,087474 |
| 35                      | 0,021790    | 0,043661 | 0,065700 | 0,087992 |
| 36                      | 0,021831    | 0,043745 | 0,065826 | 0,088163 |
| $4000 < D_B (d_H) \leq$ |             |          |          |          |
| 0                       | 0,000000    | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| 1                       | 0,000023    | 0,000046 | 0,000069 | 0,000091 |
| 2                       | 0,000093    | 0,000186 | 0,000277 | 0,000366 |
| 3                       | 0,000209    | 0,000417 | 0,000622 | 0,000822 |
| 4                       | 0,000371    | 0,000740 | 0,001103 | 0,001457 |
| 5                       | 0,000578    | 0,001152 | 0,001718 | 0,002271 |
| 6                       | 0,000829    | 0,001653 | 0,002464 | 0,003258 |
| 7                       | 0,001124    | 0,002239 | 0,003339 | 0,004416 |
| 8                       | 0,001460    | 0,002910 | 0,004339 | 0,005728 |
| 9                       | 0,001836    | 0,003660 | 0,005460 | 0,007224 |
| 10                      | 0,002252    | 0,004489 | 0,006697 | 0,008862 |
| 11                      | 0,002705    | 0,005392 | 0,008046 | 0,010649 |
| 12                      | 0,003192    | 0,006365 | 0,009500 | 0,012577 |
| 13                      | 0,003713    | 0,007404 | 0,011053 | 0,014639 |
| 14                      | 0,004264    | 0,008505 | 0,012700 | 0,016826 |
| 15                      | 0,004844    | 0,009663 | 0,014433 | 0,019129 |
| 16                      | 0,005450    | 0,010874 | 0,016246 | 0,021539 |
| 17                      | 0,006080    | 0,012132 | 0,018130 | 0,024046 |
| 18                      | 0,006730    | 0,013431 | 0,020078 | 0,026640 |
| 19                      | 0,007398    | 0,014767 | 0,022081 | 0,029310 |
| 20                      | 0,008081    | 0,016134 | 0,024132 | 0,032046 |
| 21                      | 0,008776    | 0,017525 | 0,026221 | 0,034835 |
| 22                      | 0,009481    | 0,018936 | 0,028340 | 0,037666 |
| 23                      | 0,010191    | 0,020345 | 0,030479 | 0,040527 |
| 24                      | 0,010905    | 0,021789 | 0,032631 | 0,043407 |
| 25                      | 0,011619    | 0,023220 | 0,034784 | 0,046292 |
| 26                      | 0,012330    | 0,024646 | 0,036931 | 0,049171 |
| 27                      | 0,013035    | 0,026059 | 0,038901 | 0,052031 |
| 28                      | 0,013731    | 0,027455 | 0,041168 | 0,054859 |
| 29                      | 0,014415    | 0,028828 | 0,043239 | 0,057644 |
| 30                      | 0,015084    | 0,030174 | 0,045267 | 0,060372 |
| 31                      | 0,015735    | 0,031479 | 0,047242 | 0,063033 |
| 32                      | 0,016366    | 0,032746 | 0,049157 | 0,065613 |
| 33                      | 0,016973    | 0,033984 | 0,051003 | 0,068102 |
| 34                      | 0,017554    | 0,035135 | 0,052771 | 0,070488 |
| 35                      | 0,018107    | 0,036247 | 0,054454 | 0,072762 |
| 36                      | 0,018629    | 0,037297 | 0,056045 | 0,074912 |
| 37                      | 0,019117    | 0,038280 | 0,057536 | 0,076928 |
| 38                      | 0,019572    | 0,039194 | 0,058920 | 0,078801 |
| 39                      | 0,019988    | 0,040033 | 0,060192 | 0,080524 |
| 40                      | 0,020366    | 0,040794 | 0,061346 | 0,082087 |
| 41                      | 0,020698    | 0,041473 | 0,062377 | 0,083484 |
| 42                      | 0,020999    | 0,042068 | 0,063280 | 0,084708 |
| 43                      | 0,021250    | 0,042576 | 0,064051 | 0,085754 |
| 44                      | 0,021458    | 0,042951 | 0,064687 | 0,086622 |
| 45                      | 0,021621    | 0,043322 | 0,065184 | 0,087291 |
| 46                      | 0,021738    | 0,043556 | 0,065541 | 0,087775 |
| 47                      | 0,021808    | 0,043698 | 0,065755 | 0,088067 |
| 48                      | 0,021831    | 0,043745 | 0,065826 | 0,088163 |

Продолжение табл. V.4

| $K_1$ при $\alpha$ , град |          |          |          |          |          |
|---------------------------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                           | 12,5     | 15       | 17,5     | 20       | 22,5     |
|                           | 0,107346 | 0,129654 | 0,152439 | 0,175795 | 0,199828 |
|                           | 0,108868 | 0,131530 | 0,154701 | 0,178481 | 0,202986 |
|                           | 0,109965 | 0,132885 | 0,156334 | 0,180421 | 0,205267 |
|                           | 0,110627 | 0,133702 | 0,157320 | 0,181593 | 0,206645 |
|                           | 0,110847 | 0,133975 | 0,157650 | 0,181985 | 0,207107 |
| $6000$                    |          |          |          |          |          |
|                           | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
|                           | 0,000113 | 0,000134 | 0,000154 | 0,000172 | 0,000189 |
|                           | 0,000452 | 0,000535 | 0,000614 | 0,000688 | 0,000757 |
|                           | 0,001015 | 0,001202 | 0,001379 | 0,001546 | 0,001701 |
|                           | 0,001801 | 0,002132 | 0,002447 | 0,002737 | 0,003019 |
|                           | 0,002807 | 0,003323 | 0,003814 | 0,004277 | 0,004709 |
|                           | 0,004028 | 0,004769 | 0,005476 | 0,006143 | 0,006766 |
|                           | 0,005461 | 0,006468 | 0,007428 | 0,008336 | 0,009185 |
|                           | 0,007100 | 0,008411 | 0,009664 | 0,010850 | 0,011959 |
|                           | 0,008938 | 0,010593 | 0,012176 | 0,013676 | 0,015082 |
|                           | 0,010970 | 0,013065 | 0,014956 | 0,016807 | 0,018546 |
|                           | 0,013186 | 0,015640 | 0,017994 | 0,020233 | 0,022340 |
|                           | 0,015580 | 0,018487 | 0,021285 | 0,023943 | 0,026456 |
|                           | 0,018141 | 0,021537 | 0,024806 | 0,027927 | 0,030880 |
|                           | 0,020860 | 0,024777 | 0,028556 | 0,032171 | 0,035601 |
|                           | 0,023725 | 0,028196 | 0,032517 | 0,036662 | 0,040604 |
|                           | 0,026727 | 0,031782 | 0,036678 | 0,041384 | 0,045874 |
|                           | 0,029852 | 0,035520 | 0,041020 | 0,046322 | 0,051394 |
|                           | 0,033090 | 0,039397 | 0,045530 | 0,051458 | 0,057147 |
|                           | 0,036426 | 0,043396 | 0,050191 | 0,056774 | 0,063113 |
|                           | 0,039847 | 0,047502 | 0,054983 | 0,062251 | 0,069272 |
|                           | 0,043295 | 0,051700 | 0,059889 | 0,067868 | 0,075601 |
|                           | 0,046887 | 0,055971 | 0,064889 | 0,073603 | 0,082077 |
|                           | 0,050477 | 0,060297 | 0,069824 | 0,079435 | 0,088676 |
|                           | 0,054095 | 0,064665 | 0,075092 | 0,085099 | 0,096372 |
|                           | 0,057723 | 0,069045 | 0,080252 | 0,091242 | 0,102137 |
|                           | 0,061348 | 0,073430 | 0,085422 | 0,097267 | 0,108944 |
|                           | 0,064952 | 0,077807 | 0,090579 | 0,103239 | 0,115762 |
|                           | 0,069521 | 0,082138 | 0,095700 | 0,109182 | 0,122562 |
|                           | 0,072038 | 0,086414 | 0,100763 | 0,115069 | 0,129312 |
|                           | 0,075489 | 0,090613 | 0,105745 | 0,120870 | 0,135985 |
|                           | 0,078856 | 0,094718 | 0,110621 | 0,126561 | 0,142535 |
|                           | 0,082126 | 0,098708 | 0,115370 | 0,132112 | 0,148941 |
|                           | 0,085284 | 0,102566 | 0,119967 | 0,137496 | 0,155169 |
|                           | 0,088315 | 0,106273 | 0,124391 | 0,142686 | 0,151183 |
|                           | 0,091204 | 0,109813 | 0,128619 | 0,147655 | 0,156926 |
|                           | 0,093938 | 0,113164 | 0,132631 | 0,152376 | 0,172444 |
|                           | 0,096505 | 0,116314 | 0,136405 | 0,156825 | 0,177627 |
|                           | 0,098892 | 0,119246 | 0,139923 | 0,160932 | 0,182473 |
|                           | 0,101089 | 0,121946 | 0,143166 | 0,164809 | 0,186953 |
|                           | 0,103083 | 0,124401 | 0,146116 | 0,168299 | 0,191038 |
|                           | 0,104886 | 0,126597 | 0,148758 | 0,171429 | 0,194706 |
|                           | 0,106430 | 0,128523 | 0,151078 | 0,174179 | 0,197932 |
|                           | 0,107766 | 0,130170 | 0,153063 | 0,176534 | 0,202698 |
|                           | 0,108868 | 0,131530 | 0,154701 | 0,178481 | 0,204780 |
|                           | 0,109731 | 0,132595 | 0,155986 | 0,180007 | 0,204780 |
|                           | 0,110350 | 0,133359 | 0,156911 | 0,181102 | 0,206070 |
|                           | 0,110723 | 0,133820 | 0,157463 | 0,181763 | 0,209848 |
|                           | 0,110847 | 0,133975 | 0,157650 | 0,181985 | 0,207107 |



Параметры разверток боковой поверхности конического перехода (рис. V.21):

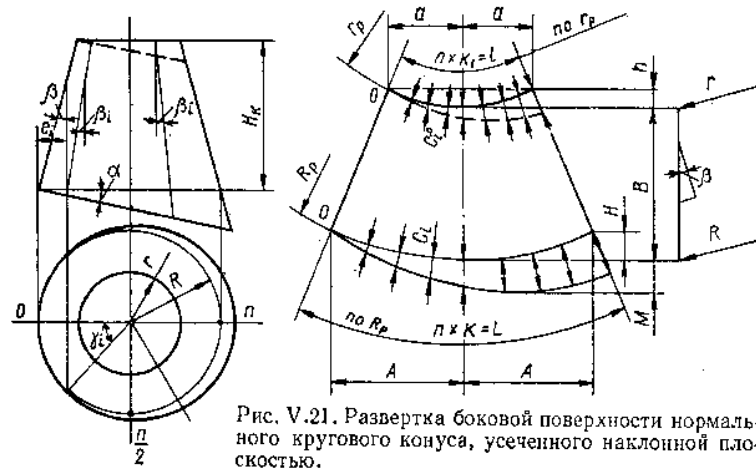
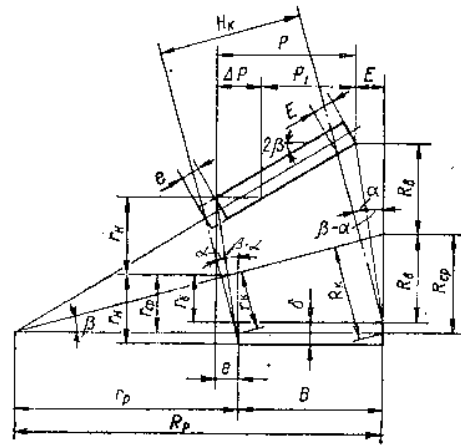


Рис. V.21. Развертка боковой поверхности нормального кругового конуса, усеченного наклонной плоскостью.

1.  $\beta_p = 90^\circ \sin \beta$ ;
2.  $R_p = R / \sin \beta$ ;
3.  $A = R_p \sin \beta_p$ ;
4.  $H = R_p (1 - \cos \beta_p)$ ;
5.  $B = H_p / \cos \beta$ ;
6.  $r_p = r / \sin \beta$ ;
7.  $a = r_p \sin \beta_p$ ;
8.  $h = r_p (1 - \cos \beta_p)$ ;
9.  $l = r_p 2\beta_p$ ;
10.  $L = R_p 2\beta_p$ ;
11.  $C_i = \frac{e_i \sin \alpha \cos \beta_i}{\cos \beta \sin \varphi_i}$ ,

где  $e_i = R (1 \pm \cos \gamma_i)$   $0^\circ \leq \gamma_i \leq 90^\circ$ ;  
 (знак (-) для точек  $0 \dots n/2$ ; (знак (+) для точек  $n/2 \dots n$ );  
 $\tan \beta_i = \tan \beta \cos \gamma_i$   $\varphi_i = 90^\circ - \alpha \pm \beta_i$  (знак (+) — для точек  $0 \dots n/2$ ;  
 знак (-) — для точек  $n/2 \dots n$ );  
 $M = (R_p + C_i) \cos \beta_p$ , где  $\beta_{p_i} = \beta_i \sin \beta$ ;  $M$  — принимается максимальное.



Параметры конического перехода (рис. V.22) с учетом толщины стенки трубопроводов определяют с учетом способа образования фасок по кольцевым стыкам.

При образовании двусторонней фаски в кольцевых стыках листов трубопроводов  $\delta \geq 20$  мм) геометрические величины па-

Рис. V.22. Основные размеры конического перехода с учетом толщины стенки трубопровода.

ходят по нейтральным линиям листов. При образовании односторонней фаски в кольцевых стыках перехода  $R = R_b$ ;  $r = r_n$ . Определение длины развертки малого  $r_p$  и большого  $R_p$  радиусов развертки перехода, а также длины их дуг определяют по нейтральной линии листа перехода. Параметры перехода и развертки:

1.  $E = R_b \tan \beta$ ;
2.  $\tan(\beta - \alpha) = (\tan \beta) / 2$ ;
3.  $B = (R_b - r_n) / \tan \beta$ ;
4.  $e = r_n \tan \beta$ ;
5.  $H_k = (R_b - r_n) \frac{\cos \beta}{\tan \beta}$ ;
6.  $R_k = R_{cp} \cos \beta$ ;
7.  $r_k = r_{cp} \cos \beta$ ;
8.  $r_p = r_{cp} / \tan \beta$ ;
9.  $R_p = R_{cp} / \tan \beta$ ;
10.  $P = \Delta P + P_i = \delta / \sin 2\beta + (2R_b - r_n - r_n) / \tan 2\beta = B + e - E$ .

Конические переходы общего случая (рис. V.23) решаются с помощью нормальных круговых конусов, усеченных наклонными плоскостями.

Параметры переходов (рис. V.23, а):

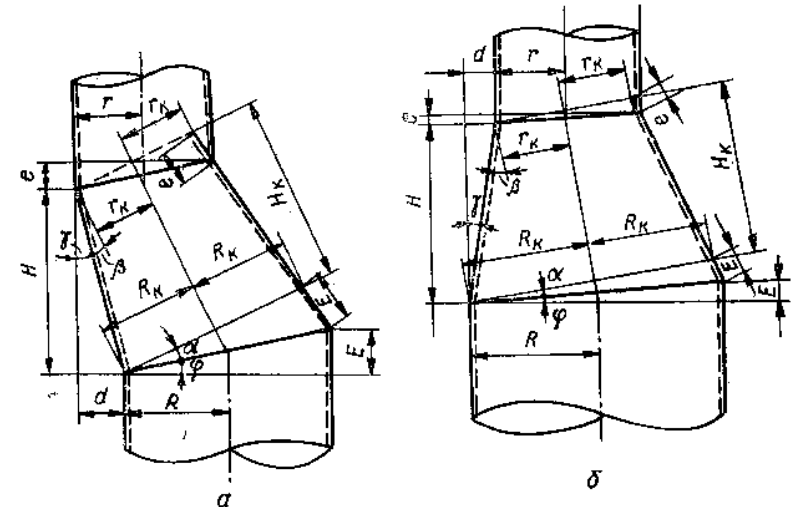


Рис. V.23. Основные размеры конического перехода общего положения со смещением:

а — наружу большего цилиндра; б — внутрь большего цилиндра.

1.  $\tan \gamma = \frac{d}{H}$ ;
2.  $\tan \beta = \frac{R - r}{H / \cos \gamma + (R - r) \tan \frac{\gamma}{2}}$ ;
3.  $\tan \varphi = \frac{\tan \gamma / 2 + \tan(\gamma / 2 - \beta)}{2}$ ;
4.  $\alpha = \beta + \gamma - \varphi$ ;
5.  $R_k = \frac{R \cos(\beta + \gamma / 2)}{\cos(\gamma / 2)}$ ;
6.  $r_k = \frac{r \cos(\beta + \gamma / 2)}{\cos(\gamma / 2)}$ ;
7.  $H_k = H \cos \beta / \cos \gamma$ ;
8.  $E = R (\tan \gamma / 2 + \tan(\beta + \gamma / 2))$ ;
9.  $e = r [\tan \gamma / 2 + \tan(\beta + \gamma / 2)]$ .

Параметры переходов (рис. V.23, б):

$$1. \operatorname{tg} \gamma = \frac{d}{H};$$

$$2. \operatorname{tg} \beta =$$

$$= \frac{R-r}{H/\cos \gamma - (R-r) \operatorname{tg}(\gamma/2)};$$

$$3. \operatorname{tg} \varphi = \frac{\operatorname{tg}(\beta - \gamma/2) - \operatorname{tg}(\gamma/2)}{2};$$

$$4. \alpha = \beta + \gamma - \varphi;$$

$$5. R_k = \frac{R \cos(\beta - \gamma/2)}{\cos(\gamma/2)};$$

$$6. r_k = \frac{r \cos(\beta - \gamma/2)}{\cos(\gamma/2)};$$

$$7. H_k = H \cos \beta / \cos \gamma;$$

$$8. E = R(\operatorname{tg}(\beta - \gamma/2) - \operatorname{tg}(\gamma/2)) = 2R \operatorname{tg} \varphi;$$

$$9. e = r(\operatorname{tg}(\beta - \gamma/2) - \operatorname{tg}(\gamma/2)) = 2r \operatorname{tg} \varphi.$$

По определенным таким образом параметрам перехода развертки боковой поверхности вычисляют по формулам конического перехода по рис. V.21. Такой переход обладает большей степенью технологичности, чем переходы, полученные другим способом, так как кривизна этой поверхности постоянна.

Переход с круга на прямоугольник (рис. V.24, V.25) — сочетание нескольких плоских и конических поверхностей общего положения. Присоединительные размеры, высота  $H$  и толщина стенки перехода указываются в чертежах КМ. По условиям производства  $H$  назначается от 250 до 2500 мм. При  $a \leq 300$ ,  $b \leq 300$  детали стыкуются по оси перехода.

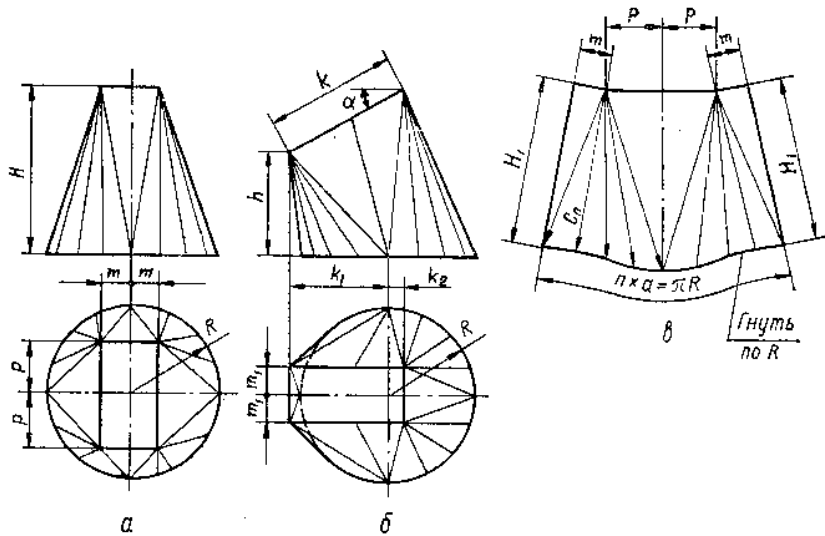


Рис. V.24. Переходы с круга на прямоугольник:

а — с параллельными основаниями; б — с непараллельными основаниями; в — развертка боковой поверхности.

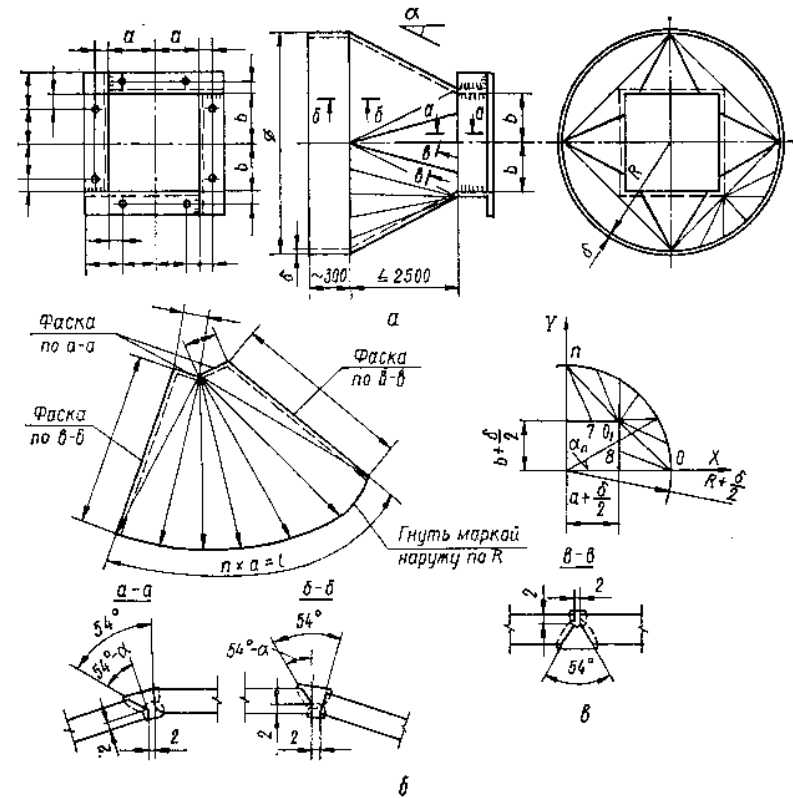


Рис. V.25. Переход с круга на прямоугольник:

а — конструкция; б — развертка; в — определение образующих конической части.

Для упрощения изготовления при больших значениях  $H$  в углах перехода необходимо делать вставку (рис. V.26) высотой  $h$  300—500 мм, гибку которой производят кузнечным способом. Параметры вставки определяют умножением соответствующих параметров перехода на коэффициент подобия, равный  $K_n = h/H$ ; развертку перехода — последовательным построением плоских треугольников с одной общей вершиной; размеры элементов развертки — нахождением натуральной величины сторон плоских треугольников. Радиус основания принимают по средней линии листа. Длины дуг по окружности  $R$  принимают в развертке прямолинейными.

Для производства гибки развертки изготавливают шаблон, пример которого изображен на рис. V.26, б.

$$\text{Размер шаблона } d = R - \sqrt{a^2 + b^2}.$$

Нормальный конический переход, параметры перехода и развертки с учетом толщины листа представлены на рис. V.27.

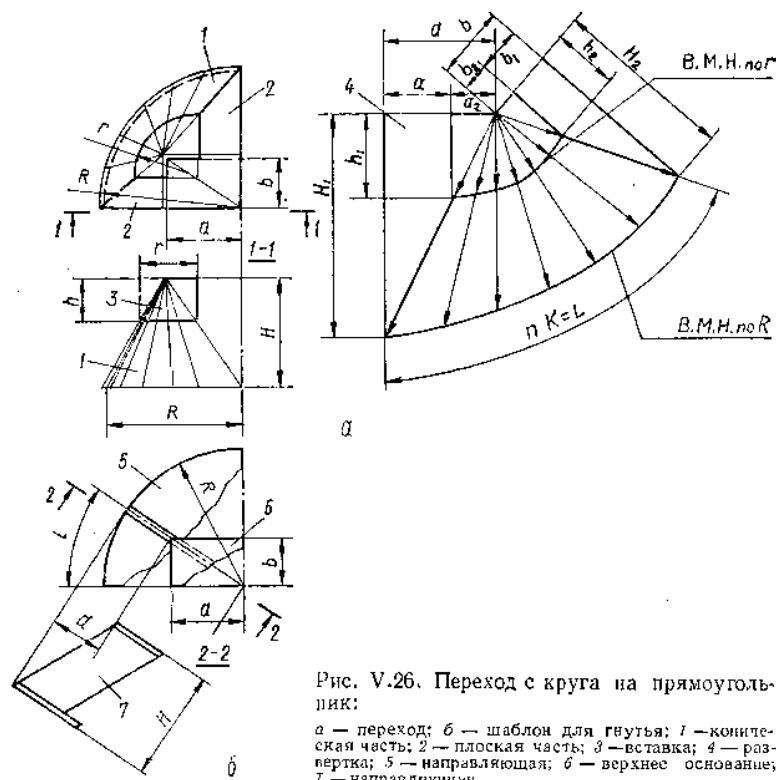


Рис. V.26. Переход с круга на прямоугольник:  
 $a$  — переход;  $b$  — шаблон для гнутья; 1 — коническая часть; 2 — плоская часть; 3 — вставка; 4 — развертка; 5 — направляющая; 6 — верхнее основание; 7 — направляющая.

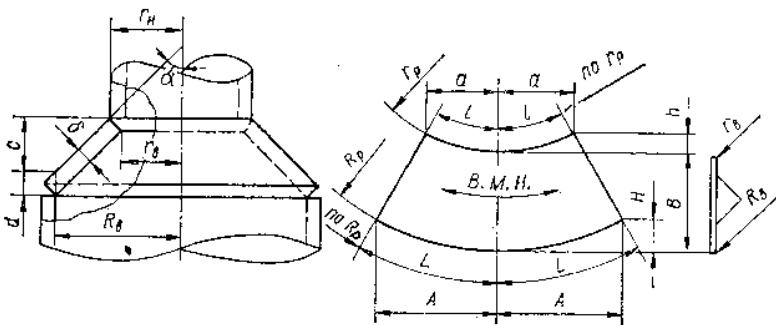


Рис. V.27. Нормальный конический переход с учетом толщины листов.

Расчетные формулы:

1.  $C = (R_n - r_n) / \operatorname{tg} \alpha$ ;
2.  $d = \delta / \sin \alpha$ ;
3.  $r_p = r_n / \sin \alpha - \delta / 2 \operatorname{tg} \alpha$ ;
4.  $r_v = (r_p - \delta / \operatorname{tg} \alpha) \sin \alpha$ ;
5.  $R_p = R_n / \sin \alpha + \delta / 2 \operatorname{tg} \alpha$ ;
6.  $B = R_p - r_p$ ;

7.  $B_p = 360^\circ \sin \alpha / 2K$ ;
8.  $a = r_p \sin \beta_p$ ;
9.  $h = r_p (1 - \cos \beta_p)$ ;
10.  $A = R_p \sin \beta_p$ ;
11.  $H = R_p (1 - \cos \beta_p)$ ;
12.  $L = \pi R_p \sin \alpha / K$ ;
13.  $l = \pi r_p \sin \alpha / K$ ;

где  $K$  — число листов в коническом поясе.

Параметры развертки прямого конического штуцера на цилиндрической поверхности (рис. V.28):

$R_u$ ;  $r_u$ ;  $D$ ;  $\delta$ ;  $\alpha$  — заданы.

1.  $B = D / \cos \alpha - \delta \operatorname{tg} \alpha$ ;
2.  $r = r_u - \delta \cos \alpha$ ;
3.  $R = r + B \sin \alpha$ ;
4.  $R_p = R / \sin \alpha + \delta / 2 \operatorname{tg} \alpha$ ;
5.  $\beta_p = 90^\circ \sin \alpha$ ;
6.  $a = r_p \sin \beta_p$ ;
7.  $A = R_p \sin \beta_p$ ;
8.  $h = r_p (1 - \cos \beta_p)$ ;
9.  $H = R_p (1 - \cos \beta_p)$ ;
10.  $L = (\pi R_p \sin \alpha) / 2 = R_p \beta_p$ ;
11.  $C_i = |R_u \cos \varphi_i - R \sin \varphi_i \sin \gamma_i -$

$$- \sqrt{R_u^2 - (R_u \sin \varphi_i + R \sin \gamma_i \cos \varphi_i)^2} \cos \varphi_i / \cos \alpha; \quad n \geq 6;$$

$$100 \leq L/n \leq 150,$$

где  $\gamma_i = \frac{1 \cdot 90^\circ}{n}; \frac{2 \cdot 90^\circ}{n}, \dots, \frac{n \cdot 90^\circ}{n}$ ;

$$\operatorname{tg} \varphi_i = \operatorname{tg} \alpha \sin \gamma_i.$$

Область применения:  $R_u \sin \alpha + R \cos \alpha \leq R_u$ .

Вычисления также производят на микрокалькуляторах по программе V.10.

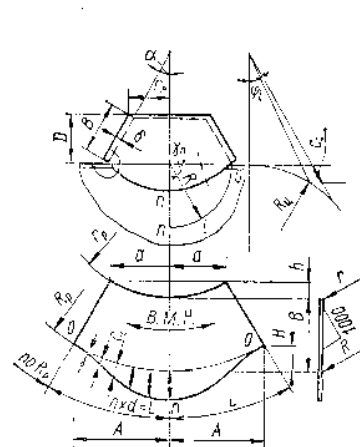


Рис. V.28. Нормальный конический штуцер на цилиндрической поверхности.

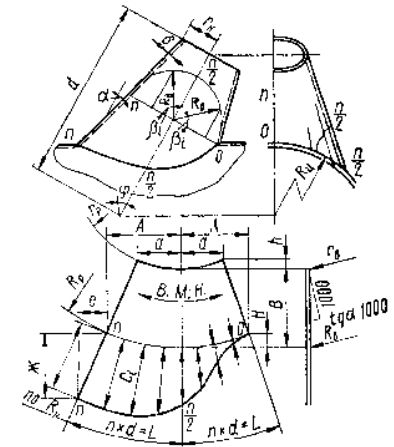


Рис. V.29. Наклонный конический штуцер на цилиндрической поверхности.

Программа V.10. Определение ординат развертки боковой поверхности нормального конического патрубка на цилиндрической поверхности

|   | 0   | 1   | 2     | 3              | 4   | 5     | 6   | 7   | 8              | 9              |
|---|-----|-----|-------|----------------|-----|-------|-----|-----|----------------|----------------|
| 0 | П0  | ИП9 | tg    | ИП1            | ИП9 | cos   | П3  | ИП7 | X <sup>2</sup> | П2             |
| 1 | 9   | 0   | ИП0   | +              | ПВ  | 1     | П5  | ИП2 | ИП5            | ИПВ            |
| 2 | X   | sin | П4    | ИП1            | X   | arctg | П6  | sin | ИП7            | X              |
| 3 | ИП4 | ИП8 | X     | П4             | ИП6 | cos   | П6  | X   | +              | X <sup>2</sup> |
| 4 | —   | ПА  | ИП4   | X <sup>2</sup> | +   | √     | ИПА | √   | —              | ИП6            |
| 5 | X   | ИП3 | +     | ИПС            | +   | ИПС   | —   | С/П | КИП5           | LO             |
| 6 | 17  | 0   | arctg | С/П            | БП  | δ1    |     |     |                |                |

Инструкция:  $R_n = P7$ ;  $R = P8$ ;  $\alpha^\circ = P9$ ;  $10^\circ = PC$ ;  $n = PX$ ;  $B/0$ ;  $C/П$  (31с);  $PX = C_1$ ;  $C/П$  (20);  $PX = C_2$ ;  $C/П$ ;  $PX = C_n$ ;  $C/П$  (2с)  $PX = 00$ .  
Тестовый пример:  $1000 = P7$ ;  $300 = P8$ ;  $45^\circ = P9$ ;  $10^\circ = PC$ ;  $2 = PX$ ;  $PX = 38$ ;  $C/П$ ;  $PX = 101$ ;  $C/П$ ;  $PX = 00$ .

Параметры развертки наклонного конического штуцера на цилиндрической поверхности (рис. V.29):

$R_n$ ;  $\gamma_n$ ;  $\varphi$ ;  $\delta$ ;  $\alpha$  — заданы.

- $r_n = r_u - \delta \cos \alpha$ ;
  - $B = (d - \delta \sin \alpha - r_n \operatorname{tg} \varphi - R_n / \cos \varphi) / (\cos \alpha + \sin \alpha \operatorname{tg} \varphi)$ ;
  - $R_n = r_n + B \sin \alpha$ ;
  - $r_p = r_n / \sin \alpha - \delta / 2 \operatorname{tg} \alpha$ ;
  - $R_p = R_n / \sin \alpha - \delta / 2 \operatorname{tg} \alpha$ ;
  - $\beta_p = 90^\circ \sin \alpha$ ;
  - $a = r_p \sin \beta_p$ ;
  - $A = R_p \sin \beta_p$ ;
  - $h = r_p (1 - \cos \beta_p)$ ;
  - $H = R_p (1 - \cos \beta_p)$ ;
  - $L = (\pi R_p \sin \alpha) / 2$ ;
  - $X_i = (R_n + h_i) \cos \gamma_i - C_i \sin \gamma_i - \sqrt{R_n^2 - [(R_n + h_i) \sin \gamma_i + C_i \cos \gamma_i]^2}$ ;
  - $h_i = R_n (1 - \cos \beta_i) \sin \varphi$  — для точек  $0 \dots n/2$ ;
  - $h_i = R_n (1 + \cos \beta_i) \sin \varphi$  — для точек  $n/2 \dots n$ ;
  - $C_i = R_n \sin \beta_i$ ;
  - $\operatorname{tg} \alpha_i = \operatorname{tg} \alpha \cos \beta_i$ ;
  - $\operatorname{tg} \gamma_i = \operatorname{tg} \alpha \sin \beta_i / \cos \varphi (1 \pm \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \varphi \cos \beta_i)$ ;
- $n \geq 6$ ;  $100 \leq \frac{L}{n}$ ;  $\beta_i = 0^\circ$ ;  $\frac{1 \cdot 90^\circ}{n}$ ;  $\frac{2 \cdot 90^\circ}{n}$ , ...,  $\frac{n \cdot 90^\circ}{n}$ .

Область применения:  $(R_n + h_n) \sin \gamma_i + C_i \cos \gamma_i \leq R_n$ .  
Значение  $X$  принимается минимальным.

- $C_i = X_i \cos \gamma_i \cos \alpha_i / \cos \alpha \cos (\varphi \pm \alpha_i)$ , где знак минус (—) — для точек  $0 \dots n/2$ , знак плюс (+) — для точек  $n/2 \dots n$ ;
- $e = C_i \sin \beta_p$ ; 20.  $ж = C_i \cos \beta_p$ .

V.5. СФЕРИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНОСТИ

Существует несколько способов приближенного определения разверток сферических элементов, учитывающих производственные возможности изготовления, параметры сферических элементов, требования к обеспечению геометрических размеров и т. п. В практике строительства распространен меридиональный раскрой сферических элементов (рис. V.30). Используя метод нормальных сечений, автор получил

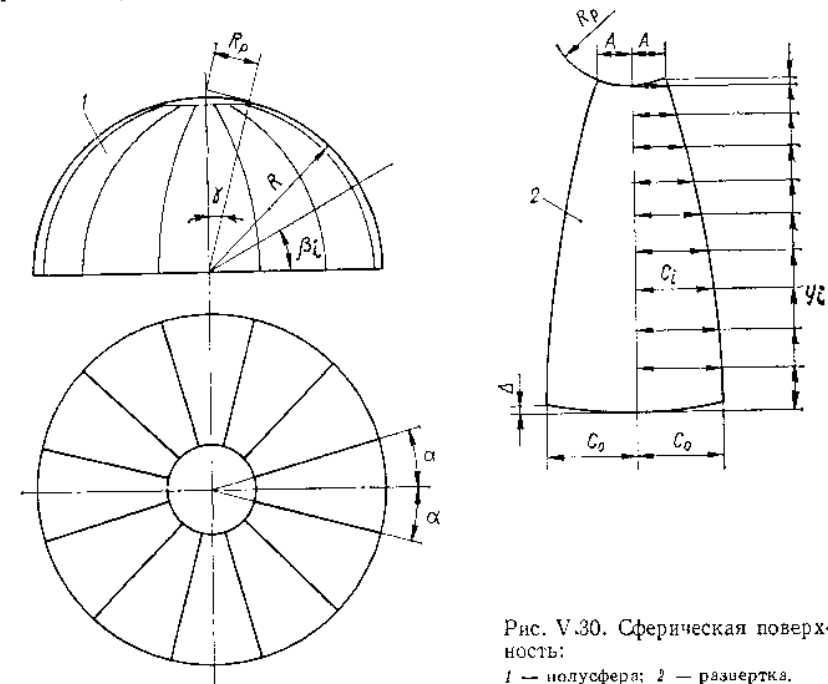


Рис. V.30. Сферическая поверхность: 1 — полушар; 2 — развертка.

следующие формулы для определения параметров развертки сферического элемента:

$$y_i = R \beta_i; \quad R_p = R \operatorname{tg} \gamma; \quad H = R \operatorname{tg} \gamma (1 - \cos \varphi_p),$$

$$C_i = R x_i; \quad A = R \operatorname{tg} \gamma \sin \varphi_p;$$

где  $R$  — радиус сферической поверхности;  $\beta_i$  — угол положения сечущих плоскостей, принимаемый из условий:

$$0^\circ \leq \beta_i \leq 90^\circ - \gamma; \quad 150 \leq R (\beta_{i+1} - \beta_i) \leq 20;$$

$$\operatorname{tg} x_i = \operatorname{tg} \alpha \cos \beta_i; \quad \varphi_p = \alpha \sin (90^\circ - \gamma).$$

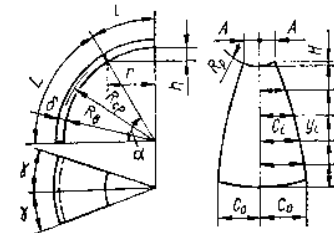
Для учета вытяжки материала при холодной вальцовке заготовок сферических элементов кривизна нижней и верхней кромки заготовки должна быть изменена во внутрь заготовки на размер  $\Delta$ , устанавливаемый эмпирически с учетом размеров заготовки, толщины и марки

стали. При ширине заготовки 1400 мм, толщине 10—25 мм, относительном удлинении стали 21—23 %  $\Delta \approx 6$  мм.

В табл. V.5, V.6 приведены коэффициенты для определения параметров сферических элементов и разверток заготовок при меридиональном раскрое по нормальным сечениям при значениях радиуса сферической поверхности до 8000 мм. Максимальная ширина заготовки в рекомендуемых таблицей интервалах радиусов сферической поверхности не превышает 1400 мм. Приведенные коэффициенты справедливы и при других интервалах значений  $R_{cp}$ , но при этом максимальная ширина заготовки будет отличаться от 1400 мм.

Вычисления также производят на микрокалькуляторах по программе V.11.

Таблица V.5. Значения коэффициентов для определения параметров разверток сферических поверхностей при  $1325 < R_{cp} \leq 4900$



$$C_l = R_{cp} K_x;$$

$$y_i = R_{cp} K_y;$$

$n$  — количество элементов полусферы

| Величины | $R_{cp} \leq 1325$ | $1325 < R_{cp} \leq 1750$ | $1750 < R_{cp} \leq 2250$ |
|----------|--------------------|---------------------------|---------------------------|
|----------|--------------------|---------------------------|---------------------------|

| $n$      | 8                | 9                | 10               |
|----------|------------------|------------------|------------------|
| $\alpha$ | 60°              | 67° 30'          | 54°              |
| $\gamma$ | 22° 30'          | 20°              | 18°              |
| $A$      | $0,192586R_{cp}$ | $0,131278R_{cp}$ | $0,182675R_{cp}$ |
| $H$      | $0,033068R_{cp}$ | $0,021353R_{cp}$ | $0,023340R_{cp}$ |
| $R_{cp}$ | $0,577350R_{cp}$ | $0,414214R_{cp}$ | $0,726543R_{cp}$ |
| $L$      | $1,047197R_{cp}$ | $1,178098R_{cp}$ | $0,942418R_{cp}$ |
| $l$      | $0,523599R_{cp}$ | $0,392699R_{cp}$ | $0,628318R_{cp}$ |
| $r$      | $0,500000R_B$    | $0,382683R_B$    | $0,587785R_B$    |
| $h$      | $0,133975R_B$    | $0,076120R_B$    | $0,190983R_B$    |

| Номер точки | $K_x$ | $K_y$ | $K_x$ | $K_y$ | $K_x$ | $K_y$ |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

|    |          |          |          |          |          |          |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0  | 0,392699 | 0,000000 | 0,349066 | 0,000000 | 0,314159 | 0,000000 |
| 1  | 0,390760 | 0,104120 | 0,347519 | 0,098175 | 0,313253 | 0,078340 |
| 2  | 0,384947 | 0,209440 | 0,342875 | 0,196350 | 0,310538 | 0,157080 |
| 3  | 0,375275 | 0,314159 | 0,335157 | 0,294524 | 0,306019 | 0,235619 |
| 4  | 0,361749 | 0,418879 | 0,324389 | 0,392699 | 0,299998 | 0,314159 |
| 5  | 0,344421 | 0,523599 | 0,310606 | 0,490874 | 0,291630 | 0,392699 |
| 6  | 0,323346 | 0,628319 | 0,293870 | 0,589049 | 0,281803 | 0,471239 |
| 7  | 0,298616 | 0,733039 | 0,274264 | 0,687223 | 0,270264 | 0,549779 |
| 8  | 0,270386 | 0,837758 | 0,251900 | 0,785398 | 0,257053 | 0,628318 |
| 9  | 0,238824 | 0,942478 | 0,226922 | 0,883573 | 0,242223 | 0,706858 |
| 10 | 0,204218 | 1,047198 | 0,199520 | 0,981748 | 0,225836 | 0,785398 |
| 11 | —        | —        | 0,169918 | 1,079922 | 0,207971 | 0,863938 |
| 12 | —        | —        | 0,138395 | 1,178098 | 0,188709 | 0,942478 |

Продолжение табл. V.5

| Величины | $2250 < R_{cp} \leq 2675$ | $2675 < R_{cp} \leq 3350$ | $3350 < R_{cp} \leq 3550$ |
|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|

| $n$      | 12               | 15               | 16               |
|----------|------------------|------------------|------------------|
| $\alpha$ | 60°              | 66°              | 68°              |
| $\gamma$ | 15°              | 12°              | 11° 15'          |
| $A$      | $0,129780R_{cp}$ | $0,084668R_{cp}$ | $0,039237R_{cp}$ |
| $H$      | $0,014775R_{cp}$ | $0,008125R_{cp}$ | $0,002697R_{cp}$ |
| $R_p$    | $0,571350R_{cp}$ | $0,445229R_{cp}$ | $0,404026R_{cp}$ |
| $L$      | $1,047197R_{cp}$ | $1,151917R_{cp}$ | $1,186824R_{cp}$ |
| $l$      | $0,523599R_{cp}$ | $0,418879R_{cp}$ | $0,383972R_{cp}$ |
| $r$      | $0,500000R_B$    | $0,406737R_B$    | $0,374607R_B$    |
| $h$      | $0,133975R_B$    | $0,086455R_B$    | $0,072816R_B$    |

| Номер точки | $K_x$ | $K_y$ | $K_x$ | $K_y$ | $K_x$ | $K_y$ |
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|

|    |          |          |          |          |          |          |
|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0  | 0,261799 | 0,000000 | 0,209440 | 0,000000 | 0,196349 | 0,000000 |
| 1  | 0,261271 | 0,065450 | 0,209163 | 0,052360 | 0,196116 | 0,049451 |
| 2  | 0,259661 | 0,130900 | 0,208324 | 0,104720 | 0,195414 | 0,098902 |
| 3  | 0,256990 | 0,196349 | 0,206933 | 0,157080 | 0,194245 | 0,148353 |
| 4  | 0,253262 | 0,261799 | 0,204994 | 0,209440 | 0,192907 | 0,197804 |
| 5  | 0,248486 | 0,327249 | 0,205502 | 0,261799 | 0,190522 | 0,247255 |
| 6  | 0,242674 | 0,392699 | 0,199467 | 0,314159 | 0,187976 | 0,296706 |
| 7  | 0,235842 | 0,458149 | 0,195984 | 0,366519 | 0,184976 | 0,346157 |
| 8  | 0,228018 | 0,523598 | 0,191792 | 0,418879 | 0,181529 | 0,395608 |
| 9  | 0,219213 | 0,589048 | 0,187172 | 0,471239 | 0,177641 | 0,448059 |
| 10 | 0,209459 | 0,654498 | 0,182043 | 0,523599 | 0,173326 | 0,494510 |
| 11 | 0,198793 | 0,719948 | 0,176414 | 0,575959 | 0,168585 | 0,543961 |
| 12 | 0,187250 | 0,785398 | 0,170296 | 0,628318 | 0,163436 | 0,593412 |
| 13 | 0,174867 | 0,850847 | 0,163712 | 0,680678 | 0,157880 | 0,642863 |
| 14 | 0,161593 | 0,916297 | 0,156668 | 0,733038 | 0,151935 | 0,692314 |
| 15 | 0,147781 | 0,981747 | 0,149182 | 0,785398 | 0,145614 | 0,741765 |
| 16 | 0,133183 | 1,047197 | 0,141280 | 0,837758 | 0,138919 | 0,791216 |
| 17 | —        | —        | 0,132975 | 0,890118 | 0,131898 | 0,840667 |
| 18 | —        | —        | 0,124297 | 0,942478 | 0,124820 | 0,890118 |
| 19 | —        | —        | 0,115255 | 0,994838 | 0,116646 | 0,939568 |
| 20 | —        | —        | 0,105883 | 1,047197 | 0,108870 | 0,989020 |
| 21 | —        | —        | 0,096202 | 1,099557 | 0,100613 | 1,038471 |
| 22 | —        | —        | 0,086244 | 1,151917 | 0,092100 | 1,087922 |
| 23 | —        | —        | —        | —        | 0,083343 | 1,137373 |
| 24 | —        | —        | —        | —        | 0,074375 | 1,186824 |

| Величины | $3550 < R_{cp} \leq 4000$ | $4000 < R_{cp} \leq 4450$ | $4450 < R_{cp} \leq 4900$ |
|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|

| $n$      | 18               | 20               | 22               |
|----------|------------------|------------------|------------------|
| $\alpha$ | 72°              | 72°              | 74°              |
| $\gamma$ | 10°              | 9°               | 8° 10' 54,54"    |
| $A$      | $0,053686R_{cp}$ | $0,048359R_{cp}$ | $0,039237R_{cp}$ |
| $H$      | $0,004466R_{cp}$ | $0,003619R_{cp}$ | $0,002697R_{cp}$ |
| $R_p$    | $0,324920R_{cp}$ | $0,324920R_{cp}$ | $0,286745R_{cp}$ |
| $L$      | $1,256637R_{cp}$ | $1,256637R_{cp}$ | $1,291544R_{cp}$ |
| $l$      | $0,314159R_{cp}$ | $0,314159R_{cp}$ | $0,279253R_{cp}$ |
| $r$      | $0,309017R_B$    | $0,309017R_B$    | $0,275637R_B$    |
| $h$      | $0,048943R_B$    | $0,048943R_B$    | $0,038735R_B$    |

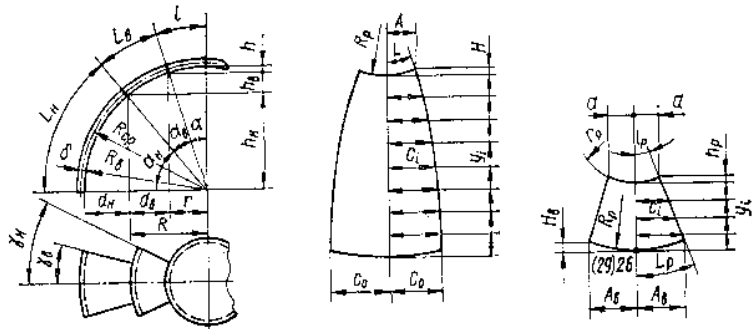
Продолжение табл. V.5

| Номер точки | $K_x$    | $K_y$    | $K_x$    | $K_y$    | $K_x$    | $K_y$    |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0           | 0,174533 | 0,000000 | 0,157080 | 0,000000 | 0,142799 | 0,000000 |
| 1           | 0,174300 | 0,052360 | 0,156866 | 0,052360 | 0,142598 | 0,053813 |
| 2           | 0,173597 | 0,104720 | 0,156231 | 0,104720 | 0,141987 | 0,107629 |
| 3           | 0,172429 | 0,157080 | 0,155174 | 0,157080 | 0,140969 | 0,161443 |
| 4           | 0,170795 | 0,209440 | 0,153700 | 0,209440 | 0,139548 | 0,215253 |
| 5           | 0,168701 | 0,261799 | 0,151810 | 0,261799 | 0,137730 | 0,269071 |
| 6           | 0,166150 | 0,314159 | 0,149507 | 0,314159 | 0,135515 | 0,322886 |
| 7           | 0,163150 | 0,366519 | 0,146802 | 0,366519 | 0,132912 | 0,376700 |
| 8           | 0,159712 | 0,418879 | 0,143697 | 0,418879 | 0,129925 | 0,430515 |
| 9           | 0,155834 | 0,471239 | 0,140194 | 0,471239 | 0,126565 | 0,484329 |
| 10          | 0,151533 | 0,523599 | 0,136315 | 0,523599 | 0,122837 | 0,538143 |
| 11          | 0,146816 | 0,575959 | 0,132059 | 0,575959 | 0,118683 | 0,591258 |
| 12          | 0,141696 | 0,628318 | 0,127438 | 0,628318 | 0,114329 | 0,645772 |
| 13          | 0,136184 | 0,680678 | 0,122512 | 0,680678 | 0,109568 | 0,699586 |
| 14          | 0,130294 | 0,733038 | 0,117160 | 0,733038 | 0,104486 | 0,753401 |
| 15          | 0,124040 | 0,785398 | 0,111531 | 0,785398 | 0,099101 | 0,807214 |
| 16          | 0,117441 | 0,837758 | 0,105582 | 0,837758 | 0,093424 | 0,861029 |
| 17          | 0,110513 | 0,890118 | 0,099348 | 0,890118 | 0,087470 | 0,914843 |
| 18          | 0,103275 | 0,942478 | 0,092827 | 0,942478 | 0,081360 | 0,968698 |
| 19          | 0,095741 | 0,994338 | 0,086050 | 0,994338 | 0,074807 | 1,022472 |
| 20          | 0,087936 | 1,047198 | 0,079025 | 1,047198 | 0,068130 | 1,076287 |
| 21          | 0,079883 | 1,099587 | 0,071782 | 1,099587 | 0,061256 | 1,130100 |
| 22          | 0,071597 | 1,151917 | 0,064330 | 1,151917 | 0,054196 | 1,183915 |
| 23          | 0,063108 | 1,204277 | 0,056899 | 1,204277 | 0,046983 | 1,237730 |
| 24          | 0,054435 | 1,256637 | 0,048903 | 1,256637 | 0,039610 | 1,291544 |

Таблица V.6. Значения коэффициентов для определения параметров разверток элементов сферических поверхностей при  $4900 \leq R_{cp} \leq 8000$ ;

$$C_i = R_{cp} K_x; \quad y_i = R_{cp} K_y;$$

$n$  — количество элементов полусферы



| Величины   | $4900 \leq R_{cp} \leq 5350$ | $5350 \leq R_{cp} \leq 6700$ | $6700 \leq R_{cp} \leq 8000$ |
|------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| $n_H$      | 24                           | 30                           | 36                           |
| $\alpha_H$ | $62^\circ 30'$               | $50^\circ$                   | $49^\circ$                   |
| $\gamma_H$ | $70^\circ 30'$               | $6^\circ$                    | $5^\circ$                    |
| $L_{II}$   | $1,090830 R_{cp}$            | $0,872665 R_{cp}$            | $0,855211 R_{cp}$            |
| $d_H$      | $0,538251 R_B$               | $0,357212 R_B$               | $0,343941 R_B$               |

Продолжение табл. V.6

| Величины   | $4900 \leq R_{cp} \leq 5350$ | $5350 \leq R_{cp} \leq 6700$ | $6700 \leq R_{cp} \leq 8000$ |
|------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| $h_H$      | $0,887011 R_B$               | $0,766044 R_B$               | $0,754710 R_B$               |
| $R$        | $0,461749 R_B$               | $0,642788 R_B$               | $0,656059 R_B$               |
| $R_D$      | $0,520567 R_{cp}$            | $0,839100 R_{cp}$            | $0,869287 R_{cp}$            |
| $A$        | $0,060306 R_{cp}$            | $0,067242 R_{cp}$            | $0,057212 R_{cp}$            |
| $H$        | $0,003505 R_{cp}$            | $0,002699 R_{cp}$            | $0,001885 R_{cp}$            |
| $L$        | $0,060443 R_{cp}$            | $0,067314 R_{cp}$            | $0,057252 R_{cp}$            |
| $n_B$      | 12                           | 20                           | 24                           |
| $\alpha_B$ | $12^\circ 30'$               | $20^\circ$                   | $31^\circ 30'$               |
| $\gamma_B$ | $15^\circ$                   | $9^\circ$                    | $7^\circ 30'$                |
| $L_B$      | $0,218166 R_{cp}$            | $0,488692 R_{cp}$            | $0,549779 R_{cp}$            |
| $d_B$      | $0,202930 R_B$               | $0,434876 R_B$               | $0,431011 R_B$               |
| $h_B$      | $0,076915 R_B$               | $0,212104 R_B$               | $0,231576 R_B$               |
| $r$        | $0,258319 R_B$               | $0,207912 R_B$               | $0,165048 R_B$               |
| $R_D$      | $0,520567 R_{cp}$            | $0,839100 R_{cp}$            | $0,869287 R_{cp}$            |
| $A_B$      | $0,119303 R_{cp}$            | $0,100726 R_{cp}$            | $0,085738 R_{cp}$            |
| $H_B$      | $0,013973 R_{cp}$            | $0,006068 R_{cp}$            | $0,004238 R_{cp}$            |
| $L_D$      | $0,120886 R_{cp}$            | $0,100970 R_{cp}$            | $0,085877 R_{cp}$            |
| $r_D$      | $0,267949 R_{cp}$            | $0,212557 R_{cp}$            | $0,167343 R_{cp}$            |
| $a$        | $0,067039 R_{cp}$            | $0,032531 R_{cp}$            | $0,021250 R_{cp}$            |
| $h_D$      | $0,003522 R_{cp}$            | $0,002504 R_{cp}$            | $0,001374 R_{cp}$            |
| $l_D$      | $0,067759 R_{cp}$            | $0,032659 R_{cp}$            | $0,021605 R_{cp}$            |
| $i$        | $0,261799 R_B$               | $0,209440 R_B$               | $0,165807 R_B$               |
| $h$        | $0,034074 R_B$               | $0,021852 R_B$               | $0,013714 R_B$               |

| Номер точки | $K_x$    | $K_y$    | $K_x$    | $K_y$    | $K_x$    | $K_y$    |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 0           | 0,130900 | 0,000000 | 0,104720 | 0,000000 | 0,087266 | 0,000000 |
| 1           | 0,130774 | 0,043633 | 0,104662 | 0,034907 | 0,087227 | 0,030543 |
| 2           | 0,130403 | 0,087866 | 0,104438 | 0,069813 | 0,087106 | 0,061086 |
| 3           | 0,129794 | 0,130000 | 0,104148 | 0,104720 | 0,086903 | 0,091629 |
| 4           | 0,138931 | 0,174533 | 0,103707 | 0,139626 | 0,086617 | 0,122173 |
| 5           | 0,137831 | 0,218166 | 0,103139 | 0,174533 | 0,086258 | 0,152716 |
| 6           | 0,126488 | 0,261799 | 0,102446 | 0,209439 | 0,085812 | 0,183259 |
| 7           | 0,124907 | 0,305432 | 0,101632 | 0,244346 | 0,085288 | 0,213282 |
| 8           | 0,123084 | 0,349066 | 0,100691 | 0,279253 | 0,084687 | 0,244346 |
| 9           | 0,121639 | 0,392699 | 0,099629 | 0,314159 | 0,084009 | 0,274889 |
| 10          | 0,118755 | 0,436332 | 0,098446 | 0,349066 | 0,083246 | 0,305432 |
| 11          | 0,116249 | 0,479965 | 0,097142 | 0,383972 | 0,082403 | 0,335975 |
| 12          | 0,113524 | 0,523598 | 0,095722 | 0,418879 | 0,081498 | 0,366519 |
| 13          | 0,110581 | 0,567232 | 0,094185 | 0,453786 | 0,080508 | 0,397062 |
| 14          | 0,107425 | 0,610865 | 0,092536 | 0,488692 | 0,079446 | 0,427605 |
| 15          | 0,104070 | 0,654498 | 0,090772 | 0,523599 | 0,078307 | 0,458148 |
| 16          | 0,100512 | 0,698131 | 0,088395 | 0,558505 | 0,077095 | 0,488692 |
| 17          | 0,096759 | 0,741769 | 0,086913 | 0,593412 | 0,075811 | 0,519235 |
| 18          | 0,092822 | 0,785398 | 0,084828 | 0,628318 | 0,074457 | 0,549778 |
| 19          | 0,088706 | 0,829631 | 0,083632 | 0,663225 | 0,073037 | 0,580321 |
| 20          | 0,084426 | 0,872667 | 0,080339 | 0,698132 | 0,071543 | 0,610865 |
| 21          | 0,079975 | 0,916297 | 0,077949 | 0,733038 | 0,069988 | 0,641408 |
| 22          | 0,075363 | 0,959930 | 0,075461 | 0,767945 | 0,068363 | 0,671951 |
| 23          | 0,070618 | 1,003563 | 0,072882 | 0,802851 | 0,066676 | 0,702494 |

| Номер точки | $K_x$    | $K_y$    | $K_x$    | $K_y$    | $K_x$    | $K_y$    |
|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 24          | 0,065731 | 1,047197 | 0,070211 | 0,837758 | 0,064925 | 0,733038 |
| 25          | 0,060713 | 1,090830 | 0,067452 | 0,872665 | 0,063112 | 0,763581 |
| 26          | 0,123099 | 0,000000 | 0,101457 | 0,000000 | 0,061246 | 0,794124 |
| 27          | 0,112758 | 0,043633 | 0,097205 | 0,034907 | 0,059306 | 0,824667 |
| 28          | 0,102180 | 0,087266 | 0,093827 | 0,069813 | 0,057333 | 0,855211 |
| 29          | 0,091387 | 0,130900 | 0,088338 | 0,104720 | 0,086156 | 0,000000 |
| 30          | 0,080401 | 0,174533 | 0,083737 | 0,139626 | 0,083107 | 0,030543 |
| 31          | 0,069341 | 0,218166 | 0,079025 | 0,174533 | 0,079975 | 0,061086 |
| 32          | —        | —        | 0,074220 | 0,209439 | 0,076765 | 0,091029 |
| 33          | —        | —        | 0,069319 | 0,244346 | 0,073486 | 0,122173 |
| 34          | —        | —        | 0,064330 | 0,279253 | 0,070033 | 0,152716 |
| 35          | —        | —        | 0,059258 | 0,314159 | 0,066720 | 0,183259 |
| 36          | —        | —        | 0,054115 | 0,349066 | 0,063237 | 0,213802 |
| 37          | —        | —        | 0,048903 | 0,383072 | 0,059699 | 0,244346 |
| 38          | —        | —        | 0,043628 | 0,418879 | 0,056097 | 0,274889 |
| 39          | —        | —        | 0,038300 | 0,453786 | 0,052446 | 0,305432 |
| 40          | —        | —        | 0,032919 | 0,488692 | 0,048749 | 0,335975 |
| 41          | —        | —        | —        | —        | 0,044996 | 0,366519 |
| 42          | —        | —        | —        | —        | 0,041205 | 0,397062 |
| 43          | —        | —        | —        | —        | 0,037374 | 0,427605 |
| 44          | —        | —        | —        | —        | 0,033505 | 0,458148 |
| 45          | —        | —        | —        | —        | 0,029607 | 0,488692 |
| 46          | —        | —        | —        | —        | 0,025600 | 0,519235 |
| 47          | —        | —        | —        | —        | 0,021724 | 0,549779 |

Программа V.11. Определение ординат развертки элемента сферической поверхности

|   | 0        | 1          | 2      | 3    | 4        | 5     | 6        | 7        | 8      | 9        |
|---|----------|------------|--------|------|----------|-------|----------|----------|--------|----------|
| 0 | $\pi$    | 1          | 8      | 0    | $\div$   | ИП7   | $\times$ | ПЗ       | ИП8    | $\times$ |
| 1 | ИП6      | $\div$     | П4     | КИП4 | ИП4      | С/П   | П4       | 1        | $\div$ | П1       |
| 2 | ИП8      | ИП4        | $\div$ | П2   | ИП9      | tg    | ПО       | 0        | П5     | ИП2      |
| 3 | $\times$ | $\uparrow$ | cos    | ИП0  | $\times$ | arctg | ИП3      | $\times$ | ХУ     | ИП3      |
| 4 | $\times$ | С/П        | КИП5   | ИП5, | L1       | 29    | 0        | arctg    | С/П    | БП       |
| 5 | 46       |            |        |      |          |       |          |          |        |          |

Инструкция:  $R_{cp} = P7$ ;  $\beta_k = P8$ ;  $\alpha = P9$ ;  $\Delta l = P6$ ;  $B/0$ ; С/П (5 с);  $PX = n$ ;  $[n = PX]$ ; С/П (10 с);  $PX = y_0 = 0$ ;  $PY = C_0$ ; С/П; (8 с)  $PX = y_1$ ;  $PY = C_1$ ; С/П...С/П;  $PX = y_n$ ;  $PY = C_n$ ; С/П (2,5 с)  $PX = 00$ .

Для вычисления координат любой точки  $i$  ( $i = 0, 1, 2, \dots, n$ ) после окончания расчета следует ввести  $i = PX$  БП29 С/П (7 с)  $PX = y_i$   $PY = C_i$ .  
Тестовый пример: 4444 = P7; 77 = P8; 7 = P9; 222 = P6; B/0; С/П;  $PX = 27$ ; 2 = PX; С/П;  $PX = 0$ ;  $PY = 542,93693$ ; С/П;  $PX = 2985,1535$ ;  $PY = 425,72659$ ; С/П;  $PX = 5972,307$ ;  $PY = 122,71436$ ; С/П;  $PX = 00$ .

V.6. ТОРОВЫЕ И ВИНТОВЫЕ ПОВЕРХНОСТИ

1. Торовые поверхности

Торовые поверхности неразворачиваемые. Параметры и развертки перехода с применением торовых поверхностей (рис. V.31) могут быть определены при заданных величинах  $r, R, \delta, \alpha$  по следующим формулам:

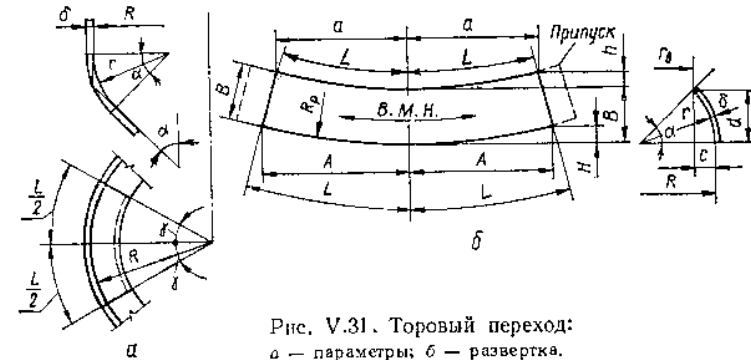


Рис. V.31. Торовый переход:  
а — параметры; б — развертка.

- $R_p = 4 \{ [R + \delta/2] - (r + \delta/2) (1 - \cos(\alpha/4)) \} + (r + \delta/2) \sin(\alpha/2) \alpha / 4 \sin(\alpha/2)$ ;
- $B = (r + \delta/2) \alpha$ ;
- $A = R_p \sin \gamma_p$ ;
- $\gamma_p = \gamma \sin \alpha/2$ ;
- $\gamma = 360^\circ / (2n)$ ;
- $H = R_p (1 - \cos \gamma_p)$ ;
- $L = 2 (R + \delta/2) \gamma = 2 R_p \gamma_p$ ;
- $l = (R_p - B) \gamma_p$ ;
- $a = (R_p - B) \sin \gamma_p$ ;
- $h = (R_p - B) (1 - \cos \gamma_p)$ ;
- $C = r (1 - \cos \alpha)$ ;
- $d = r \sin \alpha$ ;
- $r_n = R - C$ .

( $n$  — количество элементов в поясе);

Величины  $r, \alpha, \gamma$  увязывают с параметрами используемого при изготовлении приспособления.

2. Винтовые поверхности

Параметры разверток винтовых поверхностей (рис. V.32): при нормальной образующей:

$$R_p = b \sqrt{R^2 \alpha^2 + d^2} / (\sqrt{(R + b)^2 \alpha^2 + d^2} - \sqrt{R^2 \alpha^2 + d^2});$$

при наклонной образующей:

- $R_p = b \sqrt{R^2 \alpha^2 + d^2} / (\sqrt{(R + b \sin \alpha)^2 \alpha^2 + d^2} - \sqrt{R^2 \alpha^2 + d^2})$ ;
- $K = f \cos \varphi$ ;
- $C = f \sin \varphi$ ;
- $\text{tg } \varphi = d/R\alpha$ ;
- $b = \sqrt{(R_p + K)^2 + C^2} - R_p$ ;
- $\Delta A = C \cos \beta_p$ ;
- $\Delta H = C \sin \beta_p$ ;

## V.7. НЕГАБАРИТНЫЕ ЛИСТОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Листовые сооружения (кожухи доменных печей, воздухонагревателей, пылеуловителей, скрубберов, электрофильтров и др.) с размерами больше транспортных габаритов члелятся на отправочные марки, размеры которых соответствуют возможностям транспортных средств доставки от места изготовления их до места монтажа. Такие элементы получили название негабаритных. Для сборки и сварки их на монтаже требуется установка вдоль кромок монтажных сборочных приспособлений (рис. V.33; V.35), основные из которых приведены в табл. VIII.24.

Негабаритные листовые конструкции изготавливаются и отгружаются на монтаж

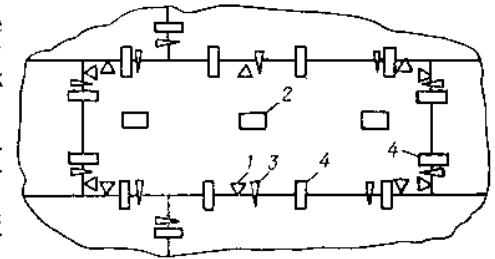


Рис. V.33. Схема размещения сборочных приспособлений на негабаритном элементе.

1 — фиксатор; 2 — монтажная скоба; 3 — монтажная прокладка; 4 — монтажная планка.

отдельными габаритными отправочными элементами. В большинстве случаев они имеют сложную пространственную геометрическую форму, строганные без фасок или с фасками кромки, вдоль которых установлены сборочные шайбы и фиксаторы, поверхность с линиейгиба либо вальцованную и т. п. Особенно важно для них соблюдение требований рационального раскроя, производственных возможностей изготовления и транспортабельности. Последовательность выполнения рабочих чертежей негабаритных листовых конструкций сводится к следующему.

Разработка монтажной схемы:

- составление геометрической схемы конструкции;
- разбивка конструкций на отправочные марки с учетом рациональности раскроя, производственных возможностей завода-изготовителя и их транспортабельности;

размещение монтажных сборочных приспособлений с учетом особенностей изготовления (контрольных сборок на заводе-изготовителе, жесткости отправочных элементов, правил размещения приспособлений, максимальной однородности этих элементов);

выбор места монтажной оси и маркировка отправочных элементов; определение точных геометрических размеров листов.

Разработка чертежей КМД отправочных элементов:

изображение отправочных элементов с максимальным совмещением малоотличающихся марок;

размещение на элементах шайб для сборочных приспособлений и расстановку фиксаторов. Все размеры указывают на чертеже с точностью до 1 мм, кроме положения фиксаторов;

составление спецификаций отправочных элементов, таблиц и примечаний.

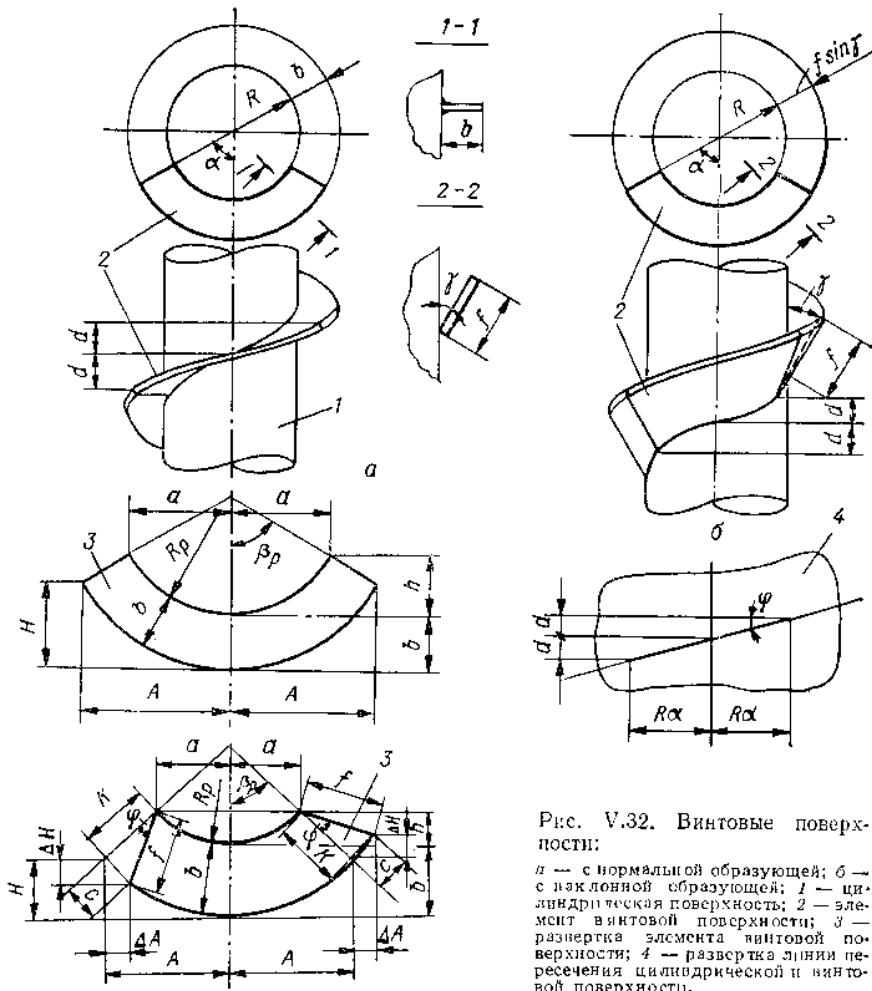


Рис. V.32. Витовые поверхности:

$h$  — с нормальной образующей;  $b$  — с наклонной образующей; 1 — цилиндрическая поверхность; 2 — элемент винтовой поверхности; 3 — развертка элемента винтовой поверхности; 4 — развертка линии пересечения цилиндрической и винтовой поверхности.

при нормальной и наклонной образующей:

1.  $\beta_p = \sqrt{R^2 \alpha^2 + d^2 / R_p}$ ;
2.  $a = R_p \sin \beta_p$ ;
3.  $h = R_p (1 - \cos \beta_p)$ ;
4.  $A = (R_p + b) \sin \beta_p$ ;
5.  $H = (R_p + b) (1 - \cos \beta_p)$ .



## 1. Разработка чертежей КМД монтажных схем

На монтажных схемах негабаритных листовых конструкций помещают:

общий вид конструкций (кожухи доменной печи, воздухонагревателей, пылеуловителя, скруббера и т. п.) с основными размерами и отметками, указанием положения, маркировки и узлов примыкающих элементов (патрубков, штуцеров, лазов, воронок и т. п.), входящих в комплекс сооружения; монтажную ось наносят на конструкциях с одной наружной или внутренней стороны;

геометрическую схему сооружения в виде продольного вертикального разреза оболочки с размерами ее контура, разбивкой кожуха на пояса и их размерами с учетом принятых зазоров в стыках, размерами фаски по кольцевым стыкам (для этого толщину стенки кожуха изображают в большем масштабе, чем геометрические размеры контура оболочки);

развертку кожуха (с наружной стороны), в которой указывают положение монтажной оси, разбивку его на отправочные элементы и их марки, маркировку разрезов по вертикальным стыкам оболочки, положение и марки монтажных сборочных приспособлений;

схему (вертикальный разрез) и фрагмент фасада установки монтажных приспособлений с размерами контура кожуха, очертаниями поясов, с указанием места и марки монтажных приспособлений;

разрезы вертикальных стыков кожуха и стыков, не изображенных на геометрической схеме;

узлы примыкания, выполненные в процессе разработки чертежей КМД, или измененные по сравнению с узлами, помещенными в чертежах КМ;

таблицы монтажных элементов, монтажных приспособлений, монтажных швов, монтажных сборочных пробок;

примечания, в которых, кроме типовых, помещают сведения о контрольной или общей сборке и связанные с ними маркировки отправочных элементов, о количестве заказанных монтажных приспособлений и другие специальные требования.

Если монтажные схемы негабаритных конструкций не размещаются на одном листе, рекомендуется компоновать их следующим образом:

на первом листе приводят общий вид и узлы примыкающих конструкций, таблицы и примечания; на втором — геометрическую схему сооружения, развертку кожуха, разрезы вертикальных стыков, схему установки монтажных приспособлений (см. рис. V.33).

Разработку монтажной схемы начинают с геометрической схемы кожуха, которую изображают в полном соответствии со схемой, помещенной на чертежах КМ, а при ее отсутствии — согласно другим указаниям, имеющимся в чертежах КМ. При разработке схемы должно быть обращено внимание на следующее:

ширина поясов, изготавливаемых из двух и более элементов, должна быть не менее 700 мм. Это условие необходимо для размещения на торцевых кромках элементов не менее двух сборочных приспособ-

лений, требующихся для устранения винтообразности (разнозначную деформацию в верхних и нижних зонах стыков);

размещение фасок по кольцевым стыкам должно соответствовать принятому проектом организации работ (ПОР) способу монтажной сварки элементов конструкций, а при его отсутствии — полному соответствию чертежам КМ;

зоны расположения толщин листов должны соответствовать чертежам КМ, а размещение стыков в пределах одной толщины может быть изменено с целью получения более рационального раскроя листового металлопроката. При увеличении зоны более толстого листа возможно устранение дополнительного кольцевого стыка в зоне менее толстого листа;

ширина поясов должна соответствовать ширине заказанного и реализованного листового металлопроката, предназначенного для данного сооружения. Припуск для строжки продольных кромок 10 мм;

швы приварки патрубков, лазов и штуцеров не должны иметь пересечений с кольцевыми швами под углами менее  $30^\circ$  или располагаться на расстояниях менее 10 толщин от них (рис. V.34).

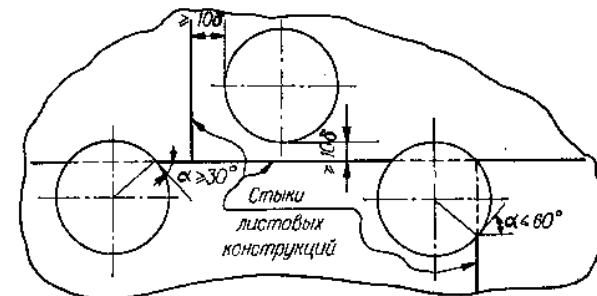


Рис. V.34. Ограничения расположения стыков кожуха.

Развертку кожуха строят справа от геометрической схемы, линии поясов размещают по линиям связи стыков. Количество листов в поясе должно быть минимальным и соответствовать предварительным ориентировочным подсчетам, учитывающим требования транспортабельности, рациональности раскроя, расположения патрубков, лазов, опор и монтажных приспособлений, получения минимального количества типоразмеров отправочных элементов. Монтажные приспособления размещают на равных расстояниях симметрично для каждого элемента. Изменение количества их в смежных стыках не должно увеличивать количество типоразмеров элементов.

Пример оформления чертежа цилиндрической и конической части негабаритных листовых конструкций и основные правила расположения монтажных сборочных приспособлений приведены на рис. V.35.

На развертке указывают место монтажной оси. Для элементов цилиндрической части расположенная по вертикальным стыкам монтажная ось уменьшает количество типоразмеров. Элементы маркируют по часовой стрелке, начиная от монтажной оси. Элементы, проходящие на заводе контрольную или общую сборку, также маркируют

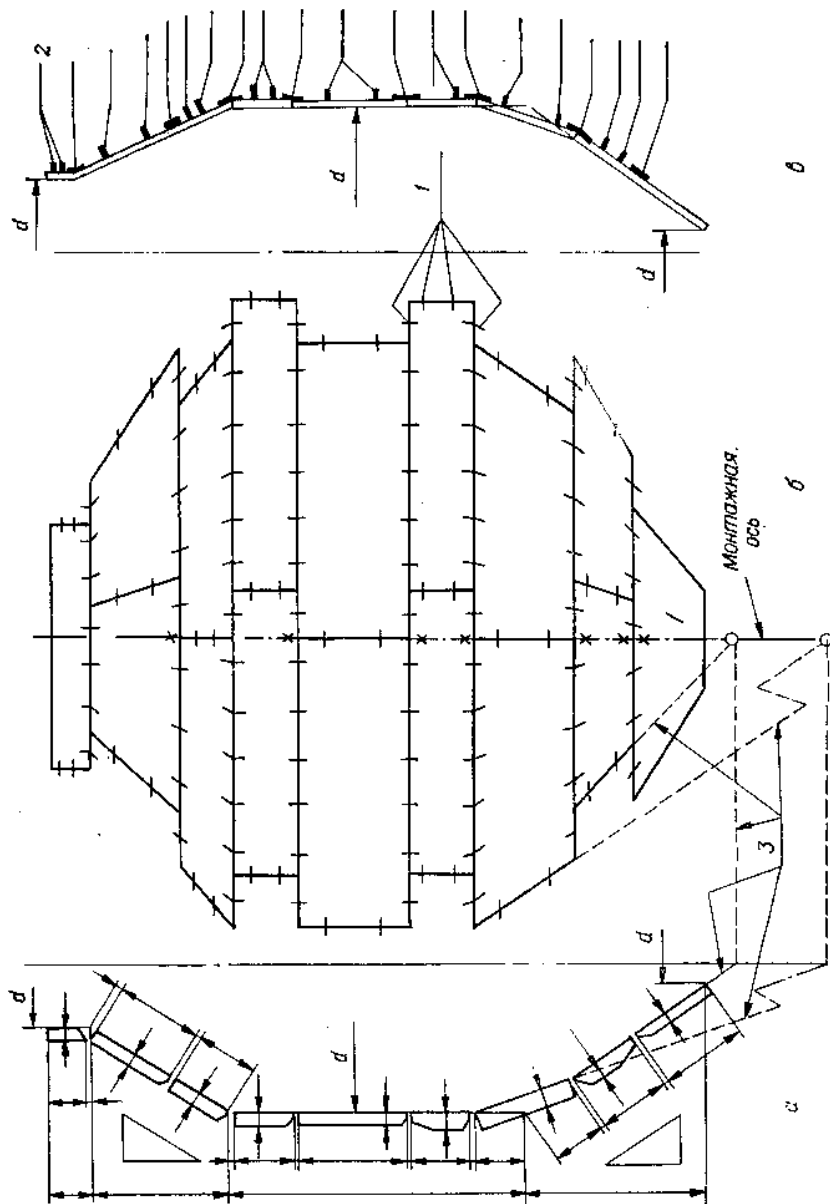


Рис. V.35. К монтажной схеме негабаритных листовых конструкций:

*a* — геометрическая схема; *b* — развертка кожуха (вид с наружной стороны); *в* — схема расположения монтажных приспособлений; *1* — монтажные приспособления; *2* — полка-выноска для обозначения марок монтажных приспособлений; *3* — линии построения; (X) — знак кернения оси.

по часовой стрелке по порядку, начиная от монтажной оси. Участки монтажной оси у продольных кромок на каждом элементе, по которому она проходит, кернят и обозначают белой масляной краской. Схему установки монтажных приспособлений приводят с правой стороны развертки, она повторяет в тонких линиях геометрическую схему без указания размеров поясов и фасок кожуха (с изображением разницы толщины). Расположение монтажных приспособлений изображают сплошной основной линией условных обозначений, марки их указывают на выносных линиях.

## 2. Разработка чертежей КМД элементов негабаритных листовых конструкций

Элементы кожухов, куполов и примыкающие к ним цилиндрические пояса при изготовлении проходят на заводе общую сборку, в результате которой в некоторых местах производится местная подгонка кромок (подрезка или наплавка). При монтажной сборке эти элементы должны быть собраны в точном соответствии с общей заводской сборкой, по фиксаторам, устанавливаемым на элементе таким образом: два на торцевой и три на продольной кромке элемента. Фиксаторы запрещается использовать в качестве стяжных приспособлений. В зависимости от жесткости кожуха и места расположения подбирают соответствующие типы фиксаторов. В одни отверстия фиксаторов вставляют точеную монтажную пробку, обеспечивающую соосность отверстий, а другие — болты класса точности В. Пробки и болты устанавливают в фиксаторы после сборки элементов на сборочных приспособлениях. Конструкции сборочных приспособлений позволяют с помощью клиньев надежно соединять элементы до сварки, уменьшить или увеличить зазор в стыке, установив зазорные планки.

Монтажные стяжные приспособления листовые используют для стыков прямолинейных и криволинейных поверхностей, плоскость планки вальцуют в соответствии с кривизной этой поверхности. Приспособления этого типа могут быть применены также для стыков, расположенных на плоских поверхностях, или для стяжки стыков, расположенных по образующим при небольших толщинах (до 12 мм) стенки стыкуемых элементов и в других нежестких соединениях, где они могут устранить деформацию стыкуемых поверхностей.

Приспособления из половины двутавровых балок применяют для стяжки элементов по образующим криволинейных поверхностей, а также для плоских поверхностей в более жестких соединениях и для устранения больших деформаций поверхностей.

На каждом элементе должны быть скобы для установки подмостей для производства сборосварочных работ при монтаже и вышерасположенном стыке. Скобы располагают на 700—800 мм ниже стыка. Расстояние между скобами должно быть не более 1200 мм для использования инвентарных деревянных щитов подмостей.



## Раздел VI

### СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

#### VI.1. КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К СВАРНЫМ СОЕДИНЕНИЯМ

В конструкциях со сварными соединениями следует максимально применять высокопроизводительные механизированные способы сварки: автоматическую под слоем флюса для поясных швов балок, колонн и других элементов длиной более 3 м; для стыковых швов длиной более 300 мм и толщиной 8—60 мм; электрошлаковую — для стыковых швов толщиной до 300 мм; полуавтоматическую — для угловых швов длиной менее 3 м и стыковых толщиной менее 8 мм; преимущество полуавтоматической — возможность выполнения ее во всех пространственных положениях.

Если использование механизированных способов сварки невозможно, применяют ручную. На заводах металлоконструкций уровень механизации сварочных работ достигает 98—99 %, на монтаже преобладает ручная сварка.

Расположение сварных швов в элементах должно обеспечивать свободный доступ к месту их наложения при выполнении сварочных работ с учетом способа и технологии сварки, а также возможность контроля за их качеством.

Для уменьшения сварочных деформаций необходимо избегать сосредоточения нескольких швов в одном месте, пересечения их, близкого расположения параллельных швов.

Наибольший катет углового шва должен быть не более 1,2 меньшей толщины свариваемых элементов, наименьший — назначаться по расчету, но не менее указанного в табл. VI.1. Если из-за разницы толщин свариваемых элементов эти требования становятся противоречивыми, следует принимать неравнокатетные швы.

Расчетная длина углового шва должна быть не менее  $4k_f$  и не менее 40 мм, флангового — не более  $85\beta_f k_f$  ( $\beta_f$  — коэффициент, принимаемый по табл. VI.7), за исключением случаев, когда усилие действует на всем протяжении шва. Наклестку в пахлесточном соединении принимают не менее 5 толщин наиболее тонкого из свариваемых элементов. В конструкциях, воспринимающих динамические и вибрационные нагрузки, а также возводимых в климатических районах I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub> и III<sub>3</sub>, угловые швы выполняют с плавным переходом к основному металлу. При сварке встык листов разной ширины для обеспечения более плавного перехода сечения от меньшей ширины к большей предусматривают скосы у более широкого листа с уклоном не более 1 : 5.

Стыковые швы деталей разной толщины сваривают так же, как де-

Таблица VI.1. Минимальные катеты угловых сварных швов  $k_f$ , мм, по СНиП II-23-81\*

| Тавровое соединение   | Предел текучести стали, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | Толщина более толстого из свариваемых элементов, δ, мм |      |       |       |       |       |       |
|---|--|--|------|-------|-------|-------|-------|-------|
|   |  | 4—5  | 6—10 | 11—16 | 17—22 | 23—32 | 33—40 | 41—60 |
| С двусторонними угловыми швами;<br>нахлесточное и угловое, выполненное ручной сваркой | <430 (4400)  | 4  | 5    | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
|   | 430—530 (4400—5400)                                | 5  | 6    | 7     | 8     | 9     | 10    | 12    |
| То же, выполненное автоматической и полуавтоматической сваркой                        | <430 (4400)  | 3  | 4    | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     |
|   | 430—530 (4400—5400)                                | 4  | 5    | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |
| С односторонними угловыми швами, выполненное ручной сваркой                           | <380 (3900)  | 5  | 6    | 7     | 8     | 9     | 10    | 12    |
|   | <380 (3900)  | 4  | 5    | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |

Примечания: 1. В конструкциях из стали с пределом текучести выше 530 МПа (5400 кгс/см<sup>2</sup>), а также из всех сталей при толщине свариваемых элементов более 80 мм минимальные катеты угловых швов принимают по специальным техническим условиям, утвержденным или согласованным в установленном порядке. 2. В конструкциях группы 4 минимальные катеты односторонних угловых швов следует уменьшать на 1 мм при толщине свариваемых элементов до 40 мм включительно и на 2 мм при толщине элементов более 40 мм.

Таблица VI.2. Допускаемая разность толщин элементов стыковых сварных соединений

| Толщина тонкой детали                | Разность толщин деталей | Толщина тонкой детали                | Разность толщин деталей |
|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|
| мм                                   |                         | мм                                   |                         |
| Сварное соединение по ГОСТ 8713—79 * |                         | 22—30                                | 3                       |
| 2—4                                  | 1                       | Св. 30                               | 4                       |
| 5—30                                 | 2                       | Сварное соединение по ГОСТ 14771—76* |                         |
| 32—40                                | 4                       | 2—3                                  | 1                       |
| Св. 40                               | 6                       | 4—30                                 | 2                       |
| Сварное соединение по ГОСТ 5264—80   |                         | 32—40                                | 4                       |
| 1—4                                  | 1                       | Св. 40                               | 6                       |
| 5—20                                 | 2                       |                                      |                         |

тали одной толщины, если разность толщин их не превышает значений, указанных в табл. VI.2, при этом все конструктивные элементы соединения принимают по большей толщине. При большей разности толщин на деталях большей делают скосы с одной или с двух сторон до толщины тонкой детали, принимая все конструктивные элементы соединения по меньшей.

Конструктивные элементы сварных соединений принимают в зависимости от способа сварки и толщин свариваемых деталей.

При сварке встык прокатных профилей (двутавров, швеллеров, уголков) для обеспечения полного проплавления удаляют дефекты в

корне шва. Чтобы обработать корень шва, фаску снимают с внутренней стороны профиля.

Для прикрепления ребер жесткости, диафрагм и поясов сварных двутавров допускается применять односторонние угловые швы, катеты которых  $k_f$  принимают по расчету, но не менее указанных в табл. VI.1.

Односторонние швы не допускаются в конструкциях: группы 1 (см. табл. I.5); эксплуатируемых в средне- и сильноагрессивной среде; возводимых в климатических районах I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub> и II<sub>3</sub>.

Применение комбинированных соединений, в которых часть усилия воспринимается сварными швами, а часть — заклепками или болтами, не допускается.

Прерывистые швы, электрозаклепки, выполняемые ручной сваркой с предварительной сверловкой отверстий, допускается использовать только в конструкциях группы 4 (см. табл. I.5). В прерывистых швах расстояние в свету между участками швов принимают не более  $18t$  ( $t$  — наименьшая толщина соединяемых элементов) в сжатых и не более  $24t$  в растянутых и конструктивных элементах.

В зависимости от назначения и ответственности конструкций швы сварных соединений проходят контроль: по внешнему виду, неразрушающими методами или механическими испытаниями образцов.

По внешнему виду (наружный осмотр 100 % швов с проверкой размеров) контролируют все типы конструкций.

При этом проверяют соответствие швов следующим требованиям: поверхность швов должна быть гладкой или равномерно чешуйчатой, без наплывов, прожогов, сужений и перерывов, не иметь резкого перехода к основному металлу; угловые швы в конструкциях, воспринимающих динамическую нагрузку, выполняют с плавным переходом к основному металлу;

наплавленный металл должен быть плотным по всей длине шва; не иметь трещин;

подрезы основного металла допускаются не более значений, указанных в табл. VI.3;

все кратеры должны быть заварены.

Таблица VI.3. Допускаемые подрезы основного металла

| Климатический район строительства                                   | Толщина свариваемой стали, мм | Подрезы                             |                      |
|---|-------------------------------|-------------------------------------|----------------------|
|   |                               | Расположение                        | Глубина, мм не более |
| I <sub>1</sub> , I <sub>2</sub> , II <sub>2</sub> , II <sub>3</sub> | 4—10                          | Вдоль усилия, местные               | 0,5                  |
|   | >10                           | поперек усилия на длине шва до 25 % | 1                    |
| Прочие районы   | ≤20                           | Поперек усилия                      | 0,5                  |
|   | >20                           | То же                               | 1                    |
|   | 4—10                          | Вдоль и поперек усилия              | 0,5                  |
|   | >10                           | То же                               | 1                    |

Контроль физическими неразрушающими методами (ультразвуковая дефектоскопия или просвечивание проникающими излучениями) производят тех швов сварных соединений, качество которых подлежит проверке этими методами согласно проекту. Нормы контроля принимают по СНиП III-18-75, допускаются дефекты не более значений по табл. VI.4.

Таблица VI.4. Допускаемые дефекты швов сварных соединений при контроле физическими методами

| Характеристика дефекта   | Размер и расположение дефекта   |
|--|---|
| Непровары  |   |
| а) по сечению швов при сварке с двух сторон  | Глубина до 5 % толщины металла, но не более 2 мм; длина не более 50 мм; расстояние между ними не менее 250 мм; общая длина участков непроваров не более 200 мм на 1 м шва                                     |
| б) в корне шва в соединениях без подкладок, при сварке только с одной стороны  | Глубина до 15 % толщины металла, но не более 3 мм   |
| Шлаковые включения или поры:   |   |
| а) расположенные цепочкой вдоль шва  | Суммарная длина не более 200 мм на 1 м шва  |
| б) скопления в отдельных участках шва  | Не более 5 шт. на 1 см <sup>2</sup> площади шва; диаметр одного дефекта не более 1,5 мм   |
| в) в стыковых и угловых швах сварных соединений конструкций, воспринимающих динамические или вибрационные нагрузки, статически нагруженные растянутые элементы | Диаметр не более 1 мм при толщине металла до 25 мм и не более 4 % толщины при толщине металла более 25 мм; не более четырех дефектов на участке шва длиной 400 мм; расстояние между дефектами не более 500 мм |
| г) в стыковых и угловых швах сварных соединений статически нагруженных сжатых элементов  | Диаметр не более 2 мм, не более шести или не более одной группы дефектов на участке шва длиной 400 мм   |
| д) отдельные либо их скопления   | Диаметр не более 10 % толщины металла, но не более 3 мм   |
| Суммарное значение непровара, шлаковых включений и пор при сварке:   | В рассматриваемом сечении, не более:  |
| а) двусторонней  | а) 10 % толщины металла, но не более 2 мм   |
| б) односторонней без подкладок   | б) 15 % толщины металла, но не более 3 мм   |

Примечания: 1. Непровары в корнях шва в соединениях без подкладок, при сварке с одной стороны в сварных соединениях конструкций из стали с пределом текучести свыше 410 МПа (4200 кгс/см<sup>2</sup>) не допускаются. 2. Шлаковые включения или поры, образующие сплошную линию вдоль шва, не допускаются.

В листовых конструкциях при толщине металла до 16 мм включительно, при необходимости обеспечить герметичность швов, их проверяют на плотность опрыскиванием керосином или мыльной эмульсией (при избыточном давлении или вакууме). Резервуары, трубопроводы и сосуды испытывают на плотность и прочность воздушным, гидравлическим или газовым давлением.

Механическое испытание, металлографическое исследование макрошлифов на торцах швов контрольных образцов или на торцах стыковых швов сварных соединений производят тех швов сварных соединений, для которых такая проверка предусмотрена проектом.

Трещины всех видов и размеров в швах сварных соединений не допускаются и подлежат исправлению: перерывы швов и кратеры — заваривают; при других дефектах швов, превышающих допускаемые, — удаляют швы на длину дефектного места с увеличением по 15 мм с каждой стороны и заваривают вновь; подрезы основного металла выше допустимых — зачищают и заваривают с последующей зачисткой, обеспечивающей плавный переход от наплавленного металла к основному.

## VI.2. РАСЧЕТ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Таблица VI.5. Формулы расчетных сопротивлений сварных соединений по СНиП II-23-81\*

| Напряженное состояние | Метод контроля | Формулы |
|-----------------------|----------------|---------|
|-----------------------|----------------|---------|

### Стыковые соединения

Сжатие, растяжение, изгиб  
По пределу текучести  
По временному сопротивлению

Физический  $R_{\omega y} = R_y$   
»  $R_{\omega t} = R_u$

Растяжение, изгиб  
По пределу текучести

Визуальный  $R_{\omega y} = 0,85R_y$

Сдвиг  
—  $R_{\omega s} = R_s$

### Соединения с угловыми швами

Срез (условный)  
По металлу шва  
По металлу границы сплавления

—  $R_{\omega t} = 0,55 \frac{R_{\omega tп}}{\gamma_{\omega tп}}$   
—  $R_{\omega z} = 0,45R_{\omega tп}$

Примечания: 1. Формулы применяют для соединений, выполненных автоматической, полуавтоматической и ручной сваркой. 2. Для швов, выполняемых ручной сваркой, значения  $R_{\omega tп}$  равны значениям временного сопротивления разрыву металла шва, указанным в ГОСТ 9467-75\*. 3. Нормативные и расчетные сопротивления срезу (условному) металла швов сварных соединений с угловыми швами и границы сплавления приведены в табл. VI.6, VI.7. 4. Значения коэффициента надежности по материалу шва следует принимать  $\gamma_{\omega tп} = 1,25$  при  $R_{\omega tп} \leq 490$  МПа (3000 кгс/см<sup>2</sup>),  $\gamma_{\omega tп} = 1,35$  при  $R_{\omega tп} \leq 590$  МПа (6000 кгс/см<sup>2</sup>). 5. Расчетные сопротивления стыковых соединений элементов из сталей с различными нормативными сопротивлениями принимают как для стыковых соединений из стали с меньшим значением нормативного сопротивления.

Таблица VI.6. Нормативные и расчетные сопротивления металла швов сварных соединений с угловыми швами по СНиП II-23-81\*

| ручной электродом по ГОСТ 9467-75 | Материалы для сварки      |   |                       | $R_{\omega tп}$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | $R_{\omega z}$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |
|-----------------------------------|---------------------------|---|-----------------------|--|---|
|                                   | автоматической под флюсом | полуавтоматической                        |                       |  |   |
|                                   |                           | в углекислом газе или его смеси с аргоном | порошковой проволокой |  |   |
| Э42, Э42А                         | Св-08, Св-08А             | —   | —                     | 410 (4200)                                   | 180 (1850)                                  |
| Э46, Э46А                         | Св-08ГА                   | Св-07ГС                                   | —                     | 450 (4600)                                   | 200 (2050)                                  |
| Э50, Э50А                         | Св-10ГА                   | Св-08Г2С;<br>Св-07ГС <sup>1</sup>         | ПП-АН8;<br>ПП-АН3     | 490 (5000)                                   | 215 (2200)                                  |
| Э60                               | Св-10Г2;<br>Св-10НМА      | Св-08Г2С <sup>2</sup>                     | —                     | 590 (6000)                                   | 240 (2450)                                  |
| Э70                               | Св-08ХН2ГМЮ               | Св-08Г2С <sup>3</sup> ;<br>Св-10ХГ2СМА    | —                     | 685 (7000)                                   | 280 (2850)                                  |
| Э85                               | —                         | —   | —                     | 835 (8500)                                   | 340 (3450)                                  |

<sup>1</sup>  $R_{\omega z} = 215$  МПа (2200 кгс/см<sup>2</sup>) только для швов  $k_f \leq 8$  мм в конструкциях из стали с пределом текучести 305 МПа (3100 кгс/см<sup>2</sup>) и более.

<sup>2</sup>  $R_{\omega z} = 240$  МПа (2450 кгс/см<sup>2</sup>) только для швов  $k_f \leq 8$  мм в конструкциях из стали с пределом текучести 440 МПа (4500 кгс/см<sup>2</sup>).

<sup>3</sup>  $R_{\omega z} = 280$  МПа (2850 кгс/см<sup>2</sup>) только для швов  $k_f \leq 8$  мм в конструкциях из стали с пределом текучести 590 МПа (6000 кгс/см<sup>2</sup>).

Таблица VI.7. Расчетные сопротивления срезу (условному) металла границы сплавления сварных соединений с угловыми швами по СНиП II-23-81\*

| $R_{\omega tп}$            | $R_{\omega z}$ | $R_{\omega tп}$            | $R_{\omega z}$ | $R_{\omega tп}$            | $R_{\omega z}$ |
|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|----------------------------|----------------|
| МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |                | МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |                | МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |                |
| 345 (3500)                 | 155 (1570)     | (4400)                     | (2000)         | 510 (5200)                 | 230 (2350)     |
| 355 (3600)                 | 160 (1620)     | (4500)                     | (2050)         | 520 (5300)                 | 235 (2400)     |
| 365 (3700)                 | 165 (1700)     | (4600)                     | (2100)         | 530 (5400)                 | 240 (2450)     |
| 370 (3800)                 | 165 (1700)     | (4700)                     | (2100)         | 540 (5500)                 | 245 (2500)     |
| 380 (3900)                 | 170 (1750)     | (4800)                     | (2150)         | 570 (5800)                 | 255 (2600)     |
| 390 (4000)                 | 175 (1800)     | (4900)                     | (2200)         | 590 (6000)                 | 265 (2700)     |
| 410 (4200)                 | 185 (1900)     | (5000)                     | (2250)         | 685 (7000)                 | 310 (3150)     |
| 430                        | 195 (2000)     | (5100)                     | (2300)         |                            |                |

Сварные стыковые соединения на осевое растяжение или сжатие рассчитывают по формуле

$$N/(l_0) \leq R_{0y} \gamma_c \quad (VI.1)$$

где  $t$  — наименьшая толщина свариваемых элементов;  $l_0$  — полная длина шва, если шов выведен за пределы стыка на выводные планки, или уменьшенная на  $2t$ , если стык заварен без выводных планок.

Если для сварки стыкового шва применены сварочные материалы согласно табл. VI.8, обеспечен полный провар соединяемых элементов, растянутые швы проконтролированы физическими методами, сварной

Таблица VI.8. Материалы для сварки, соответствующие маркам стали по СНиП II-23-81\*

| Марки стали свариваемых элементов | Материалы для сварки                  |                                |                       |                                     |
|-----------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------|-----------------------|-------------------------------------|
|                                   | автоматической под флюсом             | полуавтоматической             |                       | ручной электродами по ГОСТ 9467-75* |
|                                   |                                       | в углекислом газе <sup>1</sup> | порошковой проволокой |                                     |
| флюс по ГОСТ 9087-81*             | сварочной проволокой по ГОСТ 2246-70* |                                |                       |                                     |

а) Конструкции групп 2, 3, 4 и во всех климатических районах, кроме I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub> и II<sub>3</sub>

|   |   |  |                                   |                |          |
|---|---|--|-----------------------------------|----------------|----------|
| 20, ВСтЗкп, ВСтЗпс, ВСтЗсп                        | АН-348-А, АН-60                             | Св-08А, Св-08ГА  | Св-08Г2С,                         | ПП-АН8, ПП-АН3 | Э42, Э46 |
| 09Г2, 09Г2С, 14Г2, 10Г2С1, 15ХСНД, 10ХНДП, 10ХСНД | АН-47, АН-43, АН-17М, АН-348-А <sup>2</sup> | Св-10НМА, Св-10Г2 <sup>3</sup> , Св-08ГА <sup>2</sup> , Св-10ГА <sup>3</sup> | Св-08Г2С, Св-08ХГСМА, Св-10ХГ2СМА | ПП-АН8, ПП-АН3 | Э46, Э50 |
| 18Г2АФпс, 16Г2АФ, 15Г2СФ, 14Г2АФ, 15Г2АФДпс       | АН-47, АН-43, АН-17М, АН-348-А <sup>2</sup> | Св-10НМА, Св-08ХМ <sup>4</sup>   | Св-08Г2С, Св-08ХГСМА, Св-10ХГ2СМА | ПП-АН8, ПП-АН3 | Э50, Э60 |

б) Конструкции группы 1 во всех климатических районах: групп 2, 3, 4 в районах I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub> и II<sub>3</sub>

|  |   |  |  |                |            |
|--|---|--|--|----------------|------------|
| 20, ВСтЗпс, ВСтЗсп, ВСтЗпс, ВСтЗпс, ВСтЗпс   | АН-348-А                                      | Св-08А, Св-08ГА                              | Св-08Г2С,                                      | ПП-АН8, ПП-АН3 | Э42А, Э46А |
| 09Г2, 09Г2С, 14Г2, 10Г2С1, 15ХСНД, 10ХНДП, 10ХСНД, 18Г2АФпс, 16Г2АФ, 15Г2АФДпс, 14Г2АФ | АН-47, АН-43, АН-348-А                        | Св-10НМА, Св-10Г2, Св-08ГА, Св-10ГА          | Св-08Г2С, Св-08ХГСМА, Св-10ХГ2СМА, Св-10ХГ2СМА | ПП-АН8, ПП-АН3 | Э46А, Э50А |
| 12ГН2МФАЮ, 12Г2СМФ   | АН-47, АН-17М, АН-348-А <sup>2</sup> , АН-17М | Св-10НМА, Св-08ХМ <sup>4</sup> , Св-08ХН2ГМЮ | Св-08Г2С, Св-08ХГСМА, Св-10ХГ2СМА, Св-10ХГ2СМА | ПП-АН8, ПП-АН3 | Э50А, Э60  |
|  |   |  |  |                | Э70        |

<sup>1</sup> По ГОСТ 8050-85 или в его смеси с аргоном по ГОСТ 10157-79\*.

<sup>2</sup> При применении флюса АН-348-А требуется проведение дополнительного контроля механических свойств металла шва при сварке соединений элементов всех толщин для конструкций климатических районов I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub>, II<sub>3</sub> и толщин более 32 мм для конструкций остальных климатических районов.

<sup>3</sup> Не применять в сочетании с флюсом АН-43.

<sup>4</sup> Применять только в сочетании с флюсом АН-47.

Примечания: 1. Порошковая проволока марки ПП-АН8 поставляется по ЧМТУ 4-353-71, марки ПП-АН3 по ТУ ИЭС 22-66; флюс марки АН-47 — по ТУ 14-1-1353-75, марки АН-43 — по ТУ 14-1-753-73, марки АН-17М — по ЧМТУ 1-1017-70. 2. При соответствующем технико-экономическом обосновании для сварки конструкций допускается использовать сварочные материалы, не указанные в таблице, при этом механические свойства металла шва, выполненного с их применением, должны быть не ниже свойств, обеспечиваемых сварочными материалами согласно настоящей таблице.

шов считают равнопрочным основному металлу и расчет его не требуется.

Сварные стыковые соединения, выполненные без физического контроля качества, при одновременном действии в одном и том же сечении нормальных и касательных напряжений проверяют по формулам:

$$\sqrt{\sigma_{0x}^2 - \sigma_{0x}\sigma_{0y} + \sigma_{0y}^2 + 3\tau_{0xy}^2} \leq 1,15R_{0y}\gamma_c \quad (VI.2)$$

$$\tau_{0xy} \leq R_{0s}\gamma_c \quad (VI.3)$$

Сварные соединения с угловыми швами при действии продольной и поперечной сил рассчитывают на срез (условный) по двум сечениям (рис. VI.1): по металлу шва

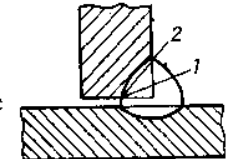


Рис. VI.1. Схема расчетных сечений сварного соединения с угловым швом:

1 — по металлу шва; 2 — по металлу границы сплавления.

$$N/(\beta_f k_f l_0) \leq R_{0f} \gamma_{0f} \gamma_c \quad (VI.4)$$

по металлу границы сплавления

$$N/(\beta_z k_z l_0) \leq R_{0z} \gamma_{0z} \gamma_c \quad (VI.5)$$

Здесь  $\beta_f$  и  $\beta_z$  — коэффициенты, принимаемые при сварке элементов стали: с пределом текучести до 580 МПа (5900 кгс/см<sup>2</sup>) по табл. VI.9, свыше 580 МПа (5900 кгс/см<sup>2</sup>) независимо от вида сварки, положения шва и диаметра сварочной проволоки  $\beta_f = 0,7$  и  $\beta_z = 1$ ;  $\gamma_{0f}$  и  $\gamma_{0z}$  — коэффициенты условий работы шва, равные: для конструкций,

Таблица VI.9. Коэффициенты  $\beta_f$  и  $\beta_z$ , по СНиП II-23-81\*

| Сварка при диаметре сварочной проволоки $d$ , мм   | Положение шва                                   | Катет шва, мм | Коэффициенты |           |
|--|---|---------------|--------------|-----------|
|  |   |               | $\beta_f$    | $\beta_z$ |
| Автоматическая, $d = 3-5$ мм   | В лодочку                                       | 3-16          | 1,1          | 1,15      |
|  |   | 18 и более    | 0,7          | 1,0       |
|  | Нижнее  | 3-8           | 1,1          | 1,15      |
|  |   | 9-16          | 0,9          | 1,05      |
| Автоматическая и полуавтоматическая, $d = 1,4-2$ мм  | В лодочку                                       | 18 и более    | 0,7          | 1,0       |
|  |   | 3-12          | 0,9          | 1,05      |
|  | Нижнее, горизонтальное, вертикальное            | 14-16         | 0,8          | 1,0       |
|  |   | 18 и более    | 0,7          | 1,0       |
| Ручная, полуавтоматическая проволокой сплошного сечения $d < 1,4$ мм или порошковой проволокой | В лодочку, нижнее, горизонтальное, вертикальное | 3-8           | 0,9          | 1,05      |
|  |   | 9-12          | 0,8          | 1,0       |
|  | Поперечное                                      | 14 и более    | 0,7          | 1,0       |
|  |   | 3 и более     | 0,7          | 1,0       |

Примечания: 1. Значения коэффициентов  $\beta_f$  и  $\beta_z$  соответствуют нормальным режимам сварки. 2. При сварке с использованием технологических приемов, направленных на повышение производительности наплавки, которые сопровождаются снижением глубины проплавления, значения коэффициентов принимают  $\beta_f = 0,7$  и  $\beta_z = 1,0$ .

возводимых в климатических районах I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub> и II<sub>3</sub>,  $\gamma_{of} = 0,85$  (для металла шва с нормативным сопротивлением 410 МПа (4200 кгс/см<sup>2</sup>);  $\gamma_{oz} = 0,85$  (для всех сталей); для всех прочих конструкций  $\gamma_{of} = \gamma_{oz} = 1$ ;  $l_0$  — расчетная длина шва, принимается меньше его полной длины на 10 мм;  $R_{of}$  и  $R_{oz}$  — расчетные сопротивления срезу (условному) по табл. VI.6 и VI.7.

Если размеры угловых швов приняты по расчету, для сварки элементов из стали с пределом текучести до 285 МПа (2900 кгс/см<sup>2</sup>) принимают сварочные материалы по табл. VI.8, для которых  $R_{of}$  должно быть более  $R_{oz}$ , а при ручной сварке не менее  $1,1R_{oz}$ , но при этом выполняют условие  $1,1R_{oz} < R_{of} \leq R_{oz}\beta_z/\beta_f$ ; для сварки элементов из стали с пределом текучести более 285 МПа (2900 кгс/см<sup>2</sup>) используют сварочные материалы, для которых выполнено условие  $R_{oz} < R_{of} \leq R_{oz}\beta_z/\beta_f$ .

При выборе сварочных материалов учитывают также группу конструкций и климатический район.

Сварные соединения с угловыми швами при действии момента в плоскости, перпендикулярной плоскости расположения швов, рассчитывают на срез (условный) по формулам:

по металлу шва

$$M/W_f \leq R_{of}\gamma_{of}\gamma_c \quad (VI.6)$$

по металлу границы сплавления

$$M/W_z \leq R_{oz}\gamma_{oz}\gamma_c \quad (VI.7)$$

где  $W_f$  и  $W_z$  — моменты сопротивления расчетного сечения по металлу соответственно шва и границы сплавления.

Сварные соединения с угловыми швами при действии момента в плоскости расположения этих швов рассчитывают по формулам:

$$M\sqrt{x^2 + y^2}/(I_{fx} + I_{fy}) \leq R_{of}\gamma_{of}\gamma_c \quad (VI.8)$$

$$M\sqrt{x^2 + y^2}/(I_{zx} + I_{zy}) \leq R_{oz}\gamma_{oz}\gamma_c \quad (VI.9)$$

где  $I_{fx}$  и  $I_{fy}$  — моменты инерции расчетного сечения по металлу шва относительно его главных осей;  $I_{zx}$  и  $I_{zy}$  — то же, по металлу границы сплавления;  $x$  и  $y$  — координаты точки шва, наиболее удаленной от центра тяжести расчетного сечения швов, относительно главных осей этого сечения.

Сварные соединения с угловыми швами на одновременное действие продольной и поперечной сил и момента рассчитывают по формулам:

по металлу шва

$$\tau_f \leq R_{of}\gamma_{of}\gamma_c \quad (VI.10)$$

по металлу границы сплавления

$$\tau_z \leq R_{oz}\gamma_{oz}\gamma_c \quad (VI.11)$$

где  $\tau_f$  и  $\tau_z$  — напряжения в расчетном сечении по металлу соответственно шва и границы сплавления, равные геометрическим суммам напряжений, вызываемых продольной и поперечной силами и моментом.

Несущую способность сварного соединения с угловыми швами определяют прочностью менее прочного расчетного сечения в зависимости от стали свариваемых элементов, применяемых сварочных материалов, вида сварки, положения и катета шва (табл. VI.10).

Таблица VI.10. Расчетные сечения для расчета сварных соединений с угловыми швами

| $R_{шт}$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | $\beta_f$ | Расчетное сечение при $R_{шт}$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |            |            |            |            |
|---------------------------------------|-----------|---|------------|------------|------------|------------|
|                                       |           | 410 (4200)  | 450 (4600) | 490 (5000) | 590 (6000) | 685 (7000) |

а) Для конструкций во всех климатических районах, кроме I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub>, II<sub>3</sub>

|             |           |   |   |   |   |   |
|-------------|-----------|---|---|---|---|---|
| 345 (3500); | 1,1       | + | + | + | + | + |
| 355 (3600)  | 0,9; 0,8  | — | + | — | + | + |
|             | 0,7       | — | — | — | + | + |
| 365 (3700); | 1,1       | + | + | + | + | + |
| 370 (3800)  | 0,9       | — | + | + | + | + |
|             | 0,8       | — | — | — | + | + |
|             | 0,7       | — | — | — | + | + |
| 380 (3900)  | 1,1       | + | + | — | + | + |
| 380 (3900)  | 0,9       | — | + | — | + | + |
| 380 (3900)  | 0,8       | — | — | — | + | + |
| 380 (3900)  | 0,7       | — | — | — | + | + |
| 390 (4000); | 1,1       | — | + | + | + | + |
| 410 (4200)  | 0,9       | — | — | + | + | + |
|             | 0,8       | — | — | — | + | + |
|             | 0,7       | — | — | — | + | + |
|             | 1,1       | — | — | + | + | + |
| 430 (4400); | 0,9       | — | — | — | + | + |
| 440 (4500); | 0,8       | — | — | — | + | + |
| 450 (4600); | 0,7       | — | — | — | + | + |
| 460 (4700); | 1,1       | — | — | — | + | + |
| 470 (4800); | 0,9; 0,8  | — | — | — | + | + |
| 480 (4900); | 0,7       | — | — | — | + | + |
| 490 (5000); | 1,1       | — | — | — | + | + |
| 500 (5100); | 0,9       | — | — | — | + | + |
| 510 (5200)  | 0,8; 0,7  | — | — | — | + | + |
| 520 (5300); | 1,1; 0,9  | — | — | — | + | + |
| 530 (5400)  | 0,8; 0,7  | — | — | — | + | + |
| 540 (5500); | 1,1       | — | — | — | + | + |
| 570 (5800); | 0,9; 0,8; | — | — | — | + | + |
| 590 (6000)  | 0,7       | — | — | — | + | + |

б) Для конструкций в климатических районах I<sub>1</sub>; I<sub>2</sub>; II<sub>2</sub>; II<sub>3</sub>

|             |           |   |   |   |   |   |
|-------------|-----------|---|---|---|---|---|
| 345 (3500); | 1,1       | + | + | + | + | + |
| 355 (3600); | 0,9; 0,8; | — | + | + | + | + |
| 365 (3700)  | 0,7       | — | — | — | + | + |
| 370 (3800); | 1,1       | + | + | + | + | + |
| 380 (3900)  | 0,9; 0,8  | — | + | + | + | + |
|             | 0,7       | — | — | — | + | + |
| 390 (4000); | 1,1; 0,9; | — | + | + | + | + |
|             | 0,8       | — | — | — | + | + |
|             | 0,7       | — | — | — | + | + |
| 410 (4200)  | 1,1; 0,9; | — | + | + | + | + |
|             | 0,8       | — | — | — | + | + |

Продолжение табл. VI.10

| $R_{уп}$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | $\beta_f$ | Расчетное сечение при $R_{доп}$ , МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |            |            |            |            |
|---------------------------------------|-----------|--|------------|------------|------------|------------|
|                                       |           | 410 (4200)   | 450 (4600) | 490 (5000) | 590 (6000) | 685 (7000) |
| 410 (4200)                            | 0,7       | —  | —          | —          | +          | +          |
| 430 (4400);                           | 1,1; 0,9  | —  | +          | +          | +          | +          |
| 440 (4500)                            | 0,8       | —  | —          | +          | +          | +          |
|                                       | 0,7       | —  | —          | —          | +          | +          |
| 450 (4600);                           | 1,1       | —  | +          | +          | +          | +          |
| 460 (4700);                           | 0,9       | —  | —          | +          | +          | +          |
| 470 (4800);                           | 0,8       | —  | —          | —          | +          | +          |
| 480 (4900)                            | 0,7       | —  | —          | —          | —          | +          |
| 490 (5000)                            | 1,1       | —  | +          | +          | +          | +          |
| 490 (5000)                            | 0,9; 0,8  | —  | —          | —          | +          | +          |
| 490 (5000)                            | 0,7       | —  | —          | —          | —          | +          |
| 500 (5100);                           | 1,1       | —  | —          | +          | +          | +          |
| 510 (5200)                            | 0,9       | —  | —          | —          | +          | +          |
|                                       | 0,8; 0,7  | —  | —          | —          | —          | +          |
| 520 (5300);                           | 1,1       | —  | —          | +          | +          | +          |
| 530 (5400)                            | 0,9       | —  | —          | —          | +          | +          |
|                                       | 0,8       | —  | —          | —          | —          | +          |
|                                       | 0,7       | —  | —          | —          | —          | +          |
| 540 (5500);                           | 1,1       | —  | —          | —          | +          | +          |
| 570 (5800)                            | 0,9; 0,8  | —  | —          | —          | —          | +          |
|                                       | 0,7       | —  | —          | —          | —          | —          |
| 590 (6000)                            | 0,7       | —  | —          | —          | —          | —          |

Примечания: 1. Знак «+» означает, что расчет производят по металлу границы сплавления, знак «-» — по металлу шва. 2. Для стали с  $R_{уп} = 685$  МПа (7000 кгс/см<sup>2</sup>) расчет производят по металлу шва. 3. Так как  $\beta_2 = 1,41 \sqrt{\beta_f - 1,41 \beta_f + 1}$ , значения  $\beta_2$  в таблице не приведены.

### VI.3. ПРЕДЕЛЬНЫЕ УСИЛИЯ [N] НА СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Таблица VI.11. Предельные усилия [N] на сварные соединения с угловыми швами для конструкций во всех климатических районах, кроме I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>3</sub> и II<sub>4</sub>, при катете шва  $k_f^2$  до 8 мм

| Марка сварочной проволоки, тип электрода   | $R_{уп}$ свариваемой стали, МПа | Предельные усилия [N], кН/см, на сварное соединение при катете шва $k_f$ , мм |     |      |      |      |      |
|--|---------------------------------|---|-----|------|------|------|------|
|  |                                 | 3   | 4   | 5    | 6    | 7    | 8    |
| <i>Автоматическая сварка при диаметре электрода 3—5 мм и положении шва в лодочку, нижнем</i> |                                 |   |     |      |      |      |      |
| Св-08; Св-08А  | 345                             | 5,3   | 7,1 | 8,9  | 10,7 | 12,5 | 14,2 |
|  | 355                             | 5,5   | 7,3 | 9,2  | 11   | 12,9 | 14,6 |
|  | 365, 370                        | 5,6   | 7,5 | 9,4  | 11,3 | 13,2 | 15   |
|  | ≥380                            | 5,9   | 7,8 | 9,8  | 11,8 | 13,8 | 15,7 |
| Св-08ГА  | 390                             | 6   | 8   | 10   | 12,1 | 14,1 | 16,1 |
|  | 410                             | 6,3   | 8,5 | 10,6 | 12,7 | 14,8 | 16,9 |
|  | ≥430                            | 6,6   | 8,8 | 11   | 13,2 | 15,4 | 17,6 |

Продолжение табл. VI.11

| Марка сварочной проволоки, тип электрода   | $R_{уп}$ свариваемой стали, МПа | Предельные усилия [N], кН/см, на сварное соединение при катете шва $k_f$ , мм |      |      |      |      |      |
|--|---------------------------------|---|------|------|------|------|------|
|  |                                 | 3   | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
| Св-10ГА  | 440                             | 6,8   | 9,1  | 11,4 | 13,6 | 15,9 | 18,2 |
|  | 450                             | 7   | 9,3  | 11,6 | 14   | 16,3 | 18,6 |
|  | ≥460                            | 7,1   | 9,5  | 11,8 | 14,2 | 16,7 | 19   |
| Св-10Г2<br>Св-10НМА  | 470                             | 7,3   | 9,7  | 12,1 | 14,6 | 17   | 19,4 |
|  | 480                             | 7,5   | 9,9  | 12,4 | 14,9 | 17,4 | 19,9 |
|  | 490                             | 7,6   | 10,1 | 12,7 | 15,2 | 17,7 | 20,3 |
|  | 500                             | 7,8   | 10,3 | 12,9 | 15,5 | 18,1 | 20,7 |
|  | ≥510                            | 7,9   | 10,6 | 13,2 | 15,8 | 18,5 | 21,1 |
| <i>Автоматическая и полуавтоматическая сварка при диаметре электрода 1,4—2 мм и положении шва в лодочку, нижнем, горизонтальном, вертикальном</i>    |                                 |   |      |      |      |      |      |
| Св-08ГА; Св-07ГС;<br>Св-08Г2С  | 345                             | 4,9   | 6,5  | 8,1  | 9,8  | 11,4 | 13   |
|  | 355                             | 5   | 6,7  | 8,4  | 10   | 11,7 | 13,4 |
|  | 365, 370                        | 5,2   | 6,9  | 8,6  | 10,3 | 12,1 | 13,8 |
|  | 380                             | 5,4   | 7,1  | 8,8  | 10,7 | 12,5 | 14,2 |
|  | ≥390                            | 5,4   | 7,2  | 9    | 10,8 | 12,6 | 14,4 |
| <i>Полуавтоматическая сварка сварочной проволокой сплошного сечения при диаметре электрода &lt; 1,4 мм, порошковой проволокой во всех положениях</i> |                                 |   |      |      |      |      |      |
| Св-08Г2С; ПП-АН8;<br>ПП-АНЗ  |                                 | 4,5   | 6    | 7,5  | 9    | 10,5 | 12   |
|  | $345 \leq R_{уп} \leq 570$      | <i>Ручная сварка во всех положениях шва</i>                                   |      |      |      |      |      |
| Э42  | $345 \leq R_{уп} \leq 410$      | 3,8   | 5    | 6,3  | 7,6  | 8,8  | 10   |
| Э46  |                                 | 4,2   | 5,6  | 7    | 8,4  | 9,8  | 11,2 |
| Э50  | $430 \leq R_{уп} \leq 490$      | 4,5   | 6    | 7,5  | 9    | 10,5 | 12   |
| Э60  | $500 \leq R_{уп} \leq 590$      | 5   | 6,7  | 8,3  | 10   | 11,7 | 13,4 |

Таблица VI.12. Предельные усилия [N] на сварные соединения с угловыми швами для конструкций во всех климатических районах, кроме I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>3</sub>, II<sub>4</sub>, при катете шва  $k$  более 8 мм

| Марка сварочной проволоки, тип электрода   | $R_{уп}$ свариваемой стали, МПа | Предельные усилия [N], кН/см, на сварное соединение при катете шва $k_f$ , мм |      |      |      |      |      |
|--|---------------------------------|---|------|------|------|------|------|
|  |                                 | 10  | 12   | 14   | 16   | 18   | 20   |
| <i>Автоматическая сварка при диаметре электрода 3—5 мм и положении шва в лодочку</i> |                                 |   |      |      |      |      |      |
| Св-08; Св-08А  | 345                             | 17,9  | 21,4 | 25   | 28,5 | 22,6 | 25,1 |
|  | 355                             | 18,4  | 22,1 | 25,7 | 29,4 | 22,6 | 25,1 |
|  | 365, 370                        | 18,9  | 22,7 | 26,4 | 30,2 | 22,6 | 25,1 |
|  | ≥380                            | 19,6  | 23,6 | 27,5 | 31,5 | 22,6 | 25,1 |
| Св-08ГА  | 390                             | 20,2  | 24,1 | 28,2 | 32,3 | 25,2 | 28   |
|  | 410                             | 21,2  | 25,4 | 29,7 | 34   | 25,2 | 28   |
|  | ≥430                            | 21,8  | 26,1 | 30,5 | 34,8 | 25,2 | 28   |
| Св-10ГА  | 440                             | 22,8  | 27,3 | 31,9 | 36,4 | 27,1 | 30,1 |
|  | 450                             | 23,3  | 27,9 | 32,6 | 37,2 | 27,1 | 30,1 |
|  | ≥460                            | 23,7  | 28,5 | 33,2 | 37,9 | 27,1 | 30,1 |



Продолжение табл. VI.12

| Марка сварочной проволоки,<br>тип электрода  | $R_{un}$ свариваемой<br>стали, МПа | Предельные усилия [N], кН/см,<br>на сварное соединение при катете<br>шва $k_f$ , мм |      |      |      |      |      |
|--|------------------------------------|---|------|------|------|------|------|
|  |                                    | 10  | 12   | 14   | 16   | 18   | 20   |
| Св-10Г2, Св-10НМА  | 470                                | 24,3  | 29,1 | 34   | 38,8 | 30,2 | 33,6 |
|  | 480                                | 24,8  | 29,8 | 34,8 | 39,7 | 30,2 | 33,6 |
|  | 490                                | 25,3  | 30,4 | 35,5 | 40,6 | 30,2 | 33,6 |
|  | 500                                | 25,9  | 31,1 | 36,2 | 41,4 | 30,2 | 33,6 |
|  | $\geq 510$                         | 26,4  | 31,7 | 37   | 42,2 | 30,2 | 33,6 |
| <i>Автоматическая сварка при диаметре электрода 3—5 мм в нижнем положении</i>  |                                    |   |      |      |      |      |      |
| Св-08; Св-08А  | $345 \leq R_{un} \leq 380$         | 16,2  | 19,4 | 22,6 | 25,9 | 22,6 | 25,1 |
| Св-08ГА  | $390 \leq R_{un} \leq 410$         | 18  | 21,6 | 25,2 | 28,8 | 25,2 | 28   |
| Св-10ГА  | 440; 450; 460                      | 19,3  | 23,2 | 27,1 | 30,9 | 27,1 | 30,1 |
| Св-10Г2; Св-10НМА  | $470 \leq R_{un} \leq 590$         | 21,6  | 25,9 | 30,3 | 34,5 | 30,2 | 33,6 |
| <i>Автоматическая и полуавтоматическая сварка при диаметре электрода 1, 4—2 мм и положении шва в лодочку</i>                                   |                                    |   |      |      |      |      |      |
| Св-08ГА;   | 345                                | 16,3  | 19,6 | 21,7 | 24,9 | 25,2 | 28   |
| Св-07ГС  | 355                                | 16,8  | 20,2 | 22,4 | 25,5 | 25,2 | 28   |
|  | 365; 370                           | 17,4  | 20,7 | 22,4 | 25,5 | 25,2 | 28   |
|  | 380                                | 17,9  | 21,5 | 22,4 | 25,5 | 25,2 | 28   |
| Св-08Г2С   | 390                                | 18,3  | 22   | 24,1 | 27,5 | 27,1 | 30,1 |
|  | $\geq 410$                         | 19,3  | 23,2 | 24,1 | 27,5 | 27,1 | 30,1 |
| <i>Автоматическая и полуавтоматическая сварка при диаметре электрода 1, 4—2 мм и положениях шва нижнем, горизонтальном и вертикальном</i>      |                                    |   |      |      |      |      |      |
| Св-08ГА;   | 345                                | 15,5  | 18,6 | 19,6 | 22,4 | 25,2 | 28   |
| Св-07ГС  | $\geq 355$                         | 16  | 19,2 | 19,6 | 22,4 | 25,2 | 28   |
| Св-08Г2С   | $\geq 390$                         | 17,2  | 20,7 | 21,1 | 24,2 | 27,1 | 30,1 |
| <i>Полуавтоматическая сварка проволокой сплошного сечения при диаметре электрода &lt;1,4 мм, порошковой проволокой, во всех положениях шва</i> |                                    |   |      |      |      |      |      |
| Св-08Г2С;  | $345 \leq R_{un} \leq 570$         | 15  | 18   | 21   | 24   | 27   | 30   |
| ПП-АН8, ПП-АНЗ   |                                    |   |      |      |      |      |      |
| <i>Ручная сварка во всех положениях шва</i>  |                                    |   |      |      |      |      |      |
| Э42  | $345 \leq R_{un} \leq 410$         | 12,6  | 15,1 | 17,6 | 20,1 | 22,6 | 25,2 |
| Э46  |                                    | 14  | 16,8 | 19,6 | 22,4 | 25,2 | 28   |
| Э50  | $430 \leq R_{un} \leq 490$         | 15  | 18   | 21   | 24   | 27   | 30   |
| Э60  | $500 \leq R_{un} \leq 590$         | 16,6  | 20   | 23,4 | 26,8 | 30   | 33,2 |

Примечания: 1. В табл. VI.11 и VI.12 даны предельные усилия для наиболее опасного расчетного сечения по табл. VI.10. 2. Предельные усилия определены по формулам (VI.4) и (VI.5), в которых  $\beta_f$  и  $\beta_s$  приняты по табл. VI.9,  $R_{wf}$  и  $R_{ws}$  — соответственно по табл. VI.6 и VI.7,  $\gamma_{wf} = \gamma_{ws} = \gamma_c = 1$ .

Таблица VI.13. Предельные усилия [N] на сварные соединения с угловыми швами для конструкций в климатических районах I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub> и III<sub>3</sub> при катете шва  $k_f$  до 8 мм

| Марка сварочной проволоки,<br>тип электрода  | $R_{un}$ свариваемой<br>стали, МПа | Предельные усилия [N], кН/см, на сварное<br>соединение при катете шва $k_f$ , мм |     |      |      |      |      |
|--|------------------------------------|--|-----|------|------|------|------|
|  |                                    | 3  | 4   | 5    | 6    | 7    | 8    |
| <i>Автоматическая сварка при диаметре электрода 3—5 мм и положении шва в лодочку, нижнем</i>   |                                    |  |     |      |      |      |      |
| Св-08А   | 345                                | 4,5  | 6,1 | 7,6  | 9,1  | 10,6 | 12,1 |
|  | 355                                | 4,7  | 6,3 | 7,8  | 9,4  | 10,9 | 12,5 |
|  | 365; 370                           | 4,8  | 6,4 | 8    | 9,6  | 11,2 | 12,8 |
|  | 380                                | 5  | 6,7 | 8,3  | 10   | 11,7 | 13,4 |
|  | $\geq 390$                         | 5,1  | 6,7 | 8,4  | 10,1 | 11,8 | 13,4 |
| Св-08ГА  | 390                                | 5,2  | 6,9 | 8,6  | 10,3 | 12,0 | 13,7 |
|  | 410                                | 5,4  | 7,2 | 9    | 10,8 | 12,6 | 14,4 |
|  | 430                                | 5,6  | 7,6 | 9,5  | 11,3 | 13,2 | 15,1 |
|  | 440                                | 5,8  | 7,8 | 9,7  | 11,7 | 13,6 | 15,6 |
|  | 450; 460                           | 6  | 8   | 10   | 12   | 14   | 16   |
|  | 470                                | 6,2  | 8,2 | 10,2 | 12,3 | 14,4 | 16,4 |
|  | 480                                | 6,4  | 8,4 | 10,6 | 12,7 | 14,8 | 16,8 |
|  | 490                                | 6,5  | 8,6 | 10,8 | 12,9 | 15,1 | 17,2 |
| $\geq 500$   | 6,6                                | 8,8  | 11  | 13,2 | 15,4 | 17,6 |      |
| Св-10НМА   | 500                                | 6,7  | 8,9 | 11,1 | 13,3 | 15,5 | 17,6 |
|  | 510                                | 6,8  | 9   | 11,2 | 13,5 | 15,7 | 17,9 |
|  | 520                                | 6,9  | 9,1 | 11,4 | 13,7 | 16   | 18,3 |
|  | $\geq 530$                         | 7  | 9,3 | 11,6 | 14   | 16,3 | 18,6 |
| <i>Автоматическая и полуавтоматическая сварка при диаметре электрода 1,4—2 мм и положениях шва в лодочку, нижнем, горизонтальном, вертикальном</i> |                                    |  |     |      |      |      |      |
| Св-08ГА; Св-07ГС   | 345                                | 4,2  | 5,5 | 6,9  | 8,3  | 9,7  | 11,1 |
|  | 355                                | 4,3  | 5,7 | 7,1  | 8,6  | 10,0 | 11,4 |
|  | 365; 370                           | 4,4  | 5,8 | 7,2  | 8,8  | 10,3 | 11,7 |
|  | 380                                | 4,6  | 6,1 | 7,7  | 9,2  | 10,7 | 12,2 |
| <i>Полуавтоматическая сварка проволокой сплошного сечения при диаметре электрода &lt;1,4 мм, порошковой проволокой во всех положениях</i>          |                                    |  |     |      |      |      |      |
| Св-08Г2С;<br>ПП-АН8;<br>ПП-АНЗ   | 345                                | 3,9  | 5,3 | 6,6  | 7,9  | 9,2  | 10,5 |
|  | 355                                | 4  | 5,4 | 6,8  | 8,1  | 9,5  | 10,9 |
|  | 365; 370                           | 4,2  | 5,6 | 7    | 8,4  | 9,8  | 11,2 |
|  | 380                                | 4,3  | 5,8 | 7,3  | 8,7  | 10,1 | 11,6 |
|  | 390                                | 4,4  | 5,9 | 7,4  | 8,9  | 10,4 | 11,9 |
|  | $\geq 410$                         | 4,5  | 6   | 7,5  | 9    | 10,5 | 12   |
| <i>Ручная сварка во всех положениях шва</i>  |                                    |  |     |      |      |      |      |
| Э42А   | $345 \leq R_{un} \leq 410$         | 3,2  | 4,3 | 5,3  | 6,4  | 7,5  | 8,6  |
| Э46А   | 345                                | 3,9  | 5,2 | 6,6  | 7,9  | 9,2  | 10,5 |
|  | 355                                | 4,1  | 5,4 | 6,8  | 8,1  | 9,5  | 10,9 |
|  | $\geq 365$                         | 4,2  | 5,6 | 7    | 8,4  | 9,8  | 11,2 |
| Э50А   | 380                                | 4,3  | 5,7 | 7,2  | 8,6  | 10,1 | 11,5 |
|  | 390                                | 4,4  | 5,9 | 7,4  | 8,9  | 10,4 | 11,9 |
|  | $\geq 410$                         | 4,5  | 6   | 7,5  | 9    | 10,5 | 12   |
| Э60А   | 410                                | 4,7  | 6,3 | 7,8  | 9,4  | 11   | 12,6 |
|  | 430                                | 5  | 6,6 | 8,3  | 10   | 11,6 | 13,2 |
|  | $\geq 440$                         | 5  | 6,7 | 8,4  | 10,1 | 11,8 | 13,5 |

Таблица VI.14. Предельные усилия [N] на сварные соединения с угловыми швами для конструкций в климатических районах I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub> и III<sub>2</sub> при катете шва k<sub>т</sub> свыше 8 мм

| Марка сварочной проволоки, тип электрода  | R <sub>шт</sub> свариваемой стали, МПа | Предельные усилия [N], кН/см, на сварное соединение при катете шва k <sub>т</sub> , мм |      |      |      |      |      |
|---|--|--|------|------|------|------|------|
|   |  | 10   | 12   | 14   | 16   | 18   | 20   |
| <i>Автоматическая сварка при диаметре электрода 3—5 мм и положении шва в лодочку</i>                        |  |  |      |      |      |      |      |
| Св-08А  | 345                                    | 15,1   | 18,2 | 21,1 | 24,2 | 19,2 | 21,4 |
|   | 355                                    | 15,6   | 18,8 | 21,8 | 24,9 | 19,2 | 21,4 |
|   | 365; 370                               | 16,1   | 19,2 | 22,5 | 25,7 | 19,2 | 21,4 |
|   | 380                                    | 16,6   | 20   | 23,4 | 26,7 | 19,2 | 21,4 |
|   | ≥390                                   | 16,8   | 20,2 | 23,6 | 26,9 | 19,2 | 21,4 |
| Св-08ГА   | 390                                    | 17   | 20,5 | 23,9 | 27,3 | 25,4 | 28   |
|   | 410                                    | 18   | 21,7 | 25,2 | 28,8 | 25,4 | 28   |
|   | 430                                    | 19   | 22,9 | 26,5 | 30,3 | 25,4 | 28   |
|   | 440                                    | 19,5   | 23,4 | 27,3 | 31,3 | 25,4 | 28   |
|   | 450; 460                               | 20   | 24   | 28   | 32   | 25,4 | 28   |
|   | 470                                    | 20,5   | 24,6 | 28,7 | 32,8 | 25,4 | 28   |
|   | 480                                    | 21   | 25,2 | 29,4 | 33,6 | 25,4 | 28   |
|   | 490                                    | 21,5   | 25,9 | 30,2 | 34,4 | 25,4 | 28   |
|   | ≥500                                   | 22   | 26,4 | 30,8 | 35,2 | 25,4 | 28   |
|   | Св-10НМА                               | 500  | 22   | 26,4 | 30,8 | 35,2 | 30,2 |
| 510   |  | 22,5   | 27   | 31,4 | 36   | 30,2 | 33,7 |
| 520   |  | 22,9   | 27,5 | 32,1 | 36,6 | 30,2 | 33,7 |
| ≥530  |  | 23,4   | 28,1 | 32,7 | 37,2 | 30,2 | 33,7 |
| <i>Автоматическая сварка при диаметре электрода 3—5 мм в нижнем положении шва</i>                           |  |  |      |      |      |      |      |
| Св-08А  | 345 ≤ R <sub>шт</sub> ≤ 390            | 13,8   | 16,6 | 19,4 | 22,1 | 19,2 | 21,4 |
| Св-08ГА   | 345                                    | 13,8   | 16,6 | 19,4 | 22,1 | 23,8 | 26,3 |
|   | 355                                    | 14,3   | 17,2 | 20,1 | 22,9 | 24,4 | 27,2 |
|   | 365; 370                               | 14,7   | 17,7 | 20,6 | 23,6 | 25,2 | 28   |
|   | 380                                    | 15,2   | 18,2 | 21,3 | 24,3 | 25,2 | 28   |
|   | 390                                    | 15,7   | 18,8 | 21,9 | 25   | 25,2 | 28   |
|   | 410                                    | 16,5   | 19,8 | 23,1 | 26,3 | 25,2 | 28   |
|   | 430                                    | 17,4   | 20,9 | 24,4 | 27,9 | 25,2 | 28   |
|   | 440                                    | 17,8   | 21,4 | 25   | 28,6 | 25,2 | 28   |
|   | ≥450                                   | 18   | 21,6 | 25,2 | 28,8 | 25,2 | 28   |
|   | Св-10НМА                               | 460  | 18,3 | 22   | 25,7 | 29,4 | 30,2 |
| 470   |  | 18,7   | 22,5 | 26,3 | 30   | 30,2 | 33,6 |
| 480   |  | 19,2   | 23   | 26,9 | 30,8 | 30,2 | 33,6 |
| 490   |  | 19,6   | 23,5 | 27,5 | 31,4 | 30,2 | 33,6 |
| 500   |  | 20   | 24   | 28,1 | 32,1 | 30,2 | 33,6 |
| 510   |  | 20,5   | 24,6 | 28,7 | 32,8 | 30,2 | 33,6 |
| 520   |  | 21   | 25,2 | 29,4 | 33,6 | 30,2 | 33,6 |
| 530   |  | 21,4   | 25,7 | 30   | 34,2 | 30,2 | 33,6 |
| ≥540  |  | 21,6   | 25,9 | 30,2 | 34,5 | 30,2 | 33,6 |
| <i>Автоматическая и полуавтоматическая сварка при диаметре электрода 1,4—2 мм и положении шва в лодочку</i> |  |  |      |      |      |      |      |
| Св-08ГА;  | 345                                    | 13,8   | 16,8 | 18,4 | 21   | 23,7 | 26,4 |
| Св-07ГС   | 355                                    | 14,3   | 17,2 | 19   | 21,7 | 24,5 | 27,1 |
|   | 365; 370                               | 14,7   | 17,7 | 19,6 | 22,5 | 25,2 | 28   |
|   | 380                                    | 15,2   | 18,2 | 20,2 | 23,1 | 25,2 | 28   |

Продолжение табл. VI.14

| Марка сварочной проволоки, тип электрода   | R <sub>шт</sub> свариваемой стали, МПа | Предельные усилия [N], кН/см, на сварное соединение при катете шва k <sub>т</sub> , мм |      |      |      |      |      |
|--|--|--|------|------|------|------|------|
|  |  | 10   | 12   | 14   | 16   | 18   | 20   |
|  | 390                                    | 15,6   | 18,7 | 20,9 | 23,8 | 25,2 | 28   |
|  | 410                                    | 16,5   | 19,8 | 22   | 25,1 | 25,2 | 28   |
|  | 430                                    | 17,4   | 20,9 | 22,4 | 25,6 | 25,2 | 28   |
|  | 440                                    | 17,9   | 21,5 | 22,4 | 25,6 | 25,2 | 28   |
|  | ≥450                                   | 18   | 21,6 | 22,4 | 25,6 | 25,2 | 28   |
| Св-08Г2С   | 460                                    | 18,3   | 22   | 24,2 | 27,6 | 27   | 30,1 |
|  | 470                                    | 18,6   | 22,5 | 24,2 | 27,6 | 27   | 30,1 |
|  | 480                                    | 19,2   | 23   | 24,2 | 27,6 | 27   | 30,1 |
|  | ≥490                                   | 19,3   | 23,2 | 24,2 | 27,6 | 27   | 30,1 |
| <i>Автоматическая и полуавтоматическая сварка при диаметре электрода 1,4—2 мм и положении шва нижнем, горизонтальном, вертикальном</i>     |  |  |      |      |      |      |      |
| Св-08ГА;   | 345                                    | 13,2   | 15,8 | 18,5 | 21   | 23,7 | 26,4 |
|  | 355                                    | 13,6   | 16,3 | 19   | 21,8 | 24,5 | 27,2 |
|  | 365; 370                               | 14   | 16,8 | 19,6 | 22,4 | 25,2 | 28   |
|  | 380                                    | 14,5   | 17,4 | 19,6 | 22,4 | 25,2 | 28   |
|  | 390                                    | 14,8   | 17,8 | 19,6 | 22,4 | 25,2 | 28   |
|  | 410                                    | 15,7   | 18,9 | 19,6 | 22,4 | 25,2 | 28   |
|  | ≥430                                   | 16   | 19,2 | 19,6 | 22,4 | 25,2 | 28   |
| Св-08Г2С   | 430                                    | 16,6   | 20   | 21   | 24   | 27   | 30   |
|  | ≥440                                   | 17,2   | 20,6 | 21   | 24   | 27   | 30   |
| <i>Полуавтоматическая сварка, проволокой сплошного сечения при диаметре электрода &lt;1,4 мм, порошковой проволокой во всех положениях</i> |  |  |      |      |      |      |      |
| Св-08Г2С;  | 345                                    | 13,2   | 15,9 | 18,5 | 21,1 | 23,8 | 26,4 |
|  | 355                                    | 13,6   | 16,3 | 19   | 21,7 | 24,5 | 27,2 |
|  | 365; 370                               | 14   | 16,8 | 19,6 | 22,4 | 25,2 | 28   |
|  | 380                                    | 14,4   | 17,3 | 20,2 | 23,1 | 26,0 | 28,8 |
|  | 390                                    | 14,9   | 17,8 | 20,8 | 23,8 | 26,7 | 29,7 |
|  | ≥410                                   | 15   | 18   | 21   | 24   | 27   | 30   |
| <i>Ручная сварка во всех положениях шва</i>  |  |  |      |      |      |      |      |
| Э42А   | 345 ≤ R <sub>шт</sub> ≤ 410            | 10,7   | 12,9 | 15   | 17,2 | 19,3 | 21,5 |
| Э46А   | 345                                    | 13,2   | 15,8 | 18,4 | 21   | 23,7 | 26,4 |
|  | 355                                    | 13,6   | 16,3 | 19   | 21,8 | 24,5 | 27,1 |
|  | ≥365                                   | 14   | 16,8 | 19,6 | 22,4 | 25,2 | 28   |
| Э50А   | 380                                    | 14,5   | 17,3 | 20,2 | 23,1 | 26   | 28,9 |
|  | 390                                    | 14,9   | 17,9 | 20,9 | 23,8 | 26,8 | 29,7 |
|  | ≥410                                   | 15   | 18   | 21   | 24   | 27   | 30   |
| Э60А   | 410                                    | 15,6   | 18,8 | 22   | 25,2 | 28,4 | 31,2 |
|  | 430                                    | 16,6   | 20   | 23,3 | 26,5 | 29,8 | 33,1 |
|  | ≥440                                   | 16,8   | 20,2 | 23,6 | 27   | 30,3 | 33,6 |

Примечания: 1. В табл. VI.13 и VI.14 даны предельные усилия для наиболее опасного расчетного сечения, определенного по табл. VI.10. 2. Предельные усилия определены по формулам (VI.4) и (VI.5), в которых β<sub>т</sub> и β<sub>з</sub> приняты по табл. VI.9. R<sub>шт</sub> и R<sub>ст</sub> — соответственно по табл. VI.6 и VI.7, γ<sub>с</sub> = 1; γ<sub>ст</sub> = 0,85; γ<sub>ст</sub> = 0,85 для металла шва с R<sub>шт</sub> = 410 МПа; γ<sub>ст</sub> = 1 для прочих материалов.

**VI.4. ОСНОВНЫЕ ТИПЫ И КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ШВОВ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**

Таблица VI.15. Швы сварных соединений. Ручная дуговая сварка. Основные типы, конструктивные элементы и размеры по ГОСТ 5264—80

| Условные обозначения швов                           |        | Эскиз соединения | Характеристика сварного шва                         | Конструктивные элементы соединения, мм |  |                                     |
|---|--------|------------------|---|--|--|-------------------------------------|
| по ГОСТ   | по КМД |                  |   | S                                      | b  | c                                   |
| <i>Стыковые соединения при <math>S_1 = S</math></i> |        |                  |   |  |  |                                     |
| C2  | I S    |                  | Односторонний<br>><br>>                             | 1—1,5<br>2—3<br>4                      | $0 \pm 0,5$<br>$1 \pm 1$<br>$2 \begin{smallmatrix} +1 \\ -0,5 \end{smallmatrix}$ | —<br>—<br>—                         |
| C4  | II S   |                  | Односторонний на съемной подкладке<br>То же<br>>    | 1—1,5<br>2—3<br>4                      | $0 \pm 0,5$<br>$1 \pm 1$<br>$2 \begin{smallmatrix} +1 \\ -0,5 \end{smallmatrix}$ | —<br>—<br>—                         |
| C5  | III S  |                  | Односторонний на остающейся подкладке<br>То же<br>> | 1—1,5<br>2—3<br>4                      | $0 \pm 0,5$<br>$1 \pm 1$<br>$2 \begin{smallmatrix} +1 \\ -0,5 \end{smallmatrix}$ | —<br>—<br>—                         |
| C7  | IV S   |                  | Двусторонний<br>>                                   | 2—4<br>5                               | $2 \pm 1$<br>$2 \begin{smallmatrix} +1,5 \\ -1 \end{smallmatrix}$                | —<br>—                              |
| C8  | V S    |                  | Односторонний                                       | 3—60                                   | $2 \begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix}$                               | $1 \pm 1$                           |
| C9  | V S    |                  | Односторонний на съемной подкладке<br>То же<br>>    | 3—8<br>10—14<br>16—60                  | $3 \pm 1$<br>$4 \pm 1$<br>$5 \pm 1$  | $1 \pm 1$<br>$1 \pm 1$<br>$1 \pm 1$ |

| Условные обозначения швов |        | Эскиз соединения | Характеристика сварного шва                         | Конструктивные элементы соединения, мм |                                     |                                     |
|---------------------------|--------|------------------|---|--|-------------------------------------|-------------------------------------|
| по ГОСТ                   | по КМД |                  |   | S                                      | b                                   | c                                   |
| C10                       | V S    |                  | Односторонний на остающейся подкладке<br>То же<br>> | 3—8<br>10—14<br>16—60                  | $3 \pm 1$<br>$4 \pm 1$<br>$5 \pm 1$ | $1 \pm 1$<br>$1 \pm 1$<br>$1 \pm 1$ |
| C12                       | V S    |                  | Двусторонний  | 3—60                                   | $2 \pm 1$                           | $1 \pm 1$                           |
| C15                       | KS     |                  | >   | 8—100                                  | $2 \pm 1$                           | $1 \pm 1$                           |
| C13                       | KS     |                  | >   | 12—100                                 | $2 \pm 1$                           | $1 \pm 1$                           |
| C17                       | V S    |                  | Односторонний                                       | 3—60                                   | $2 \pm 1$                           | $1 \pm 1$                           |

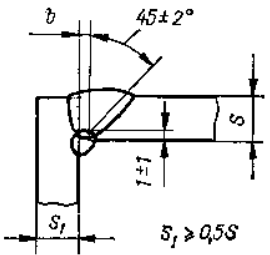
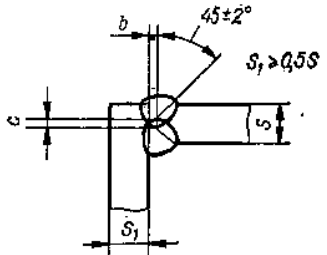
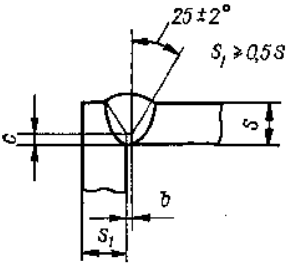
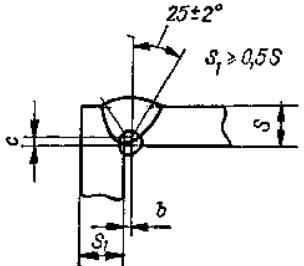
Продолжение табл. VI.15

| Условные обозначения швов |       | Эскиз соединения | Характеристика сварного шва                      | Конструктивные элементы соединения, мм |                   |            |
|---------------------------|-------|------------------|--|--|-------------------|------------|
| по ГОСТ                   | в КМД |                  |  | S                                      | b                 | c          |
| C18                       | VS    |                  | Односторонний на съемной подкладке<br>То же >    | 3-8                                    | 3±1               | 1±1        |
|                           |       |                  |  | 10-14<br>16-60                         | 4±1<br>5±1        | 1±1<br>1±1 |
| C19                       | VS    |                  | Односторонний на остающейся подкладке<br>То же > | 6-22                                   | 6±1               | 1±1        |
|                           |       |                  |  | 24-100                                 | 12±1              | 1±1        |
| C21                       | VS    |                  | Двусторонний                                     | 3-60                                   | 2±1               | 1±1        |
| C20                       | XS    |                  | >  | 8-120                                  | 2 $\frac{+1}{-2}$ | 1±1        |
| C39                       | XS    |                  | >  | 12-120                                 | 2 $\frac{+1}{-2}$ | 1±1        |

Продолжение табл. VI.15

| Условные обозначения швов |       | Эскиз соединения | Характеристика сварного шва              | Конструктивные элементы соединения, мм |                   |                  |
|---------------------------|-------|------------------|--|--|-------------------|------------------|
| по ГОСТ                   | в КМД |                  |  | S                                      | b                 | c                |
| <i>Угловые соединения</i> |       |                  |  |  |                   |                  |
| У2                        | BK    |                  | Односторонний с отбортовкой одной кромки | 1-12                                   | 0±2               | -                |
|                           |       |                  |  |  |                   |                  |
| У4                        | BK    |                  | Односторонний >                          | 2-3<br>4-30                            | 0±1<br>0±2        | 0,5S-S<br>0,5S-S |
|                           |       |                  |  |  |                   |                  |
| У5                        | BK    |                  | Двусторонний >                           | 2-3<br>4-30                            | 0±1<br>0±2        | 0,5S-S<br>0,5S-S |
|                           |       |                  |  |  |                   |                  |
| У6                        | VS    |                  | Односторонний,                           | 3-60                                   | 2 $\frac{+1}{-2}$ | 1±1              |
|                           |       |                  |  |  |                   |                  |

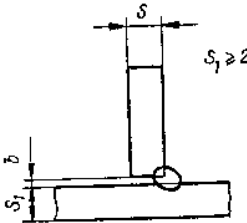
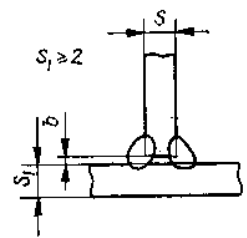
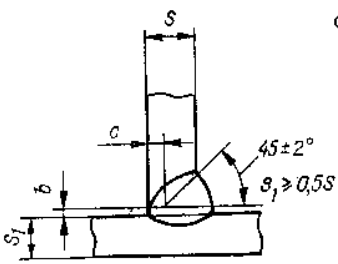
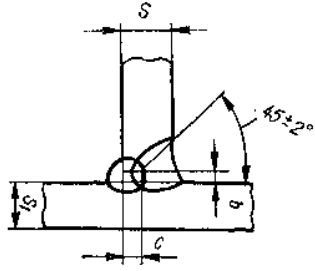
Продолжение табл. VI.15

| Условные обозначения швов |       | Эскиз соединения  | Характеристика сварного шва | Конструктивные элементы соединения, мм |   |     |
|---------------------------|-------|---|-----------------------------|--|---|-----|
| по ГОСТ                   | в КМД |   |                             | $s$                                    | $b$   | $c$ |
| У7                        | VS    |    | двусторонний                | 3-60                                   | $2\begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix}$ | 1±1 |
| У8                        | KS    |    | Двусторонний                | 8-100                                  | $2\begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix}$ | 1±1 |
| У9                        | VS    |   | Односторонний.              | 3-60                                   | $2\begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix}$ | 1±1 |
| У10                       | VS    |  | двусторонний                | 3-60                                   | $2\begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix}$ | 1±1 |

Продолжение табл. VI.15

| Условные обозначения швов |       | Эскиз соединения | Характеристика сварного шва | Конструктивные элементы соединения, мм |     |     |
|---------------------------|-------|------------------|-----------------------------|--|-----|-----|
| по ГОСТ                   | в КМД |                  |                             | $R$                                    | $t$ | $c$ |

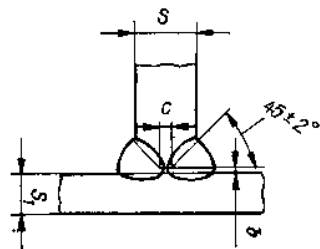
Газовые соединения

|    |    |   |                |             |   |     |
|----|----|---|----------------|-------------|---|-----|
| T1 | DK |    | Односторонний  | 2-3<br>4-14 | 0+1<br>0+2  | -   |
| T3 | DK |    | Двусторонний   | 16-40       | 0+3   | -   |
| T6 | VS |   | Односторонний. | 3-60        | $2\begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix}$ | 1±1 |
| T7 | VS |  | двусторонний   | 3-60        | $2\begin{smallmatrix} +1 \\ -2 \end{smallmatrix}$ | 1±1 |

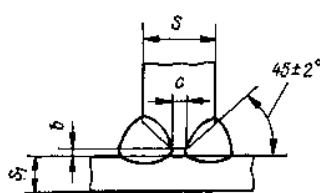
Продолжение табл. VI.15

| Условные обозначения швов |       | Эскиз соединения | Характеристика сварного шва | Конструктивные элементы соединения, мм |   |   |
|---------------------------|-------|------------------|-----------------------------|--|---|---|
| по ГОСТ                   | в КМД |                  |                             | S                                      | b | c |

T8 KS Двусторонний 8-100  $2 \frac{+1}{-2}$   $1 \pm 1$

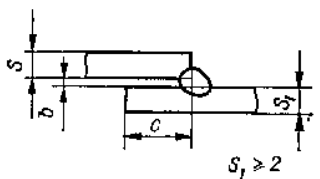


T9 KS Двусторонний 12-100  $2 \frac{+1}{-2}$  1/3s

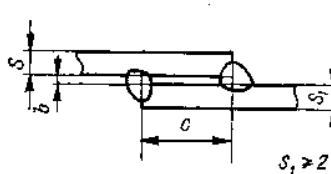


Соединения внахлестку при  $S_1 \geq 2$  мм

H1 BK Односторонний 2-5 0+1 3-20  
6-10 0+1,5 8-40



H2 BK Двусторонний 6-11 0+1,5 8-40  
> 12-28 0+2 12-100  
> 30-60 0+2 30-240



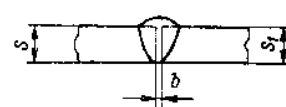
Примечания: 1. В стыковых, тавровых и угловых соединениях толщиной более 16 мм, выполняемых в монтажных условиях, допускается увеличение номинального размера  $b$  до 4 мм с одновременным уменьшением значения угла скоса кромок на  $3^\circ$ . 2. При выполнении двустороннего шва с полным проплавлением перед сваркой с обратной стороны корень шва должен быть расчищен до чистого металла. 3. Допускается смещение свариваемых кромок перед сваркой относительно друг друга, не более, мм: 0,5 — для деталей толщиной до 4 мм; 1 — для деталей толщиной 5-10 мм;  $0,1S$ , но не более 3 — для деталей толщиной 12-100 мм;  $0,01S + 2$  мм, но не более 4 — для деталей толщиной более 100 мм.

Таблица VI.16. Швы сварных соединений. Дуговая сварка в защитном газе. Основные типы, конструктивные элементы и размеры по ГОСТ 14771-76\*

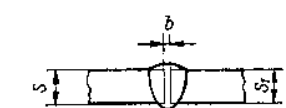
| Условные обозначения швов |       | Эскиз соединения | Характеристика сварного шва | Способ сварки | Конструктивные элементы соединения, мм |   |   |
|---------------------------|-------|------------------|-----------------------------|---------------|--|---|---|
| по ГОСТ                   | в КМД |                  |                             |               | S                                      | b | c |

Стыковые соединения при  $S_1 = 8$

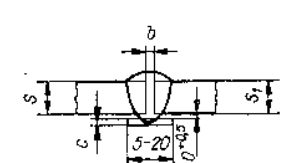
C2 IIS Односторонний ИН 2-4 0+0,3  
То же ИП; УП 2 0+1  
> ИН; ИП 3-4 0+1,5  
> ИП; УП 5-6 0+2



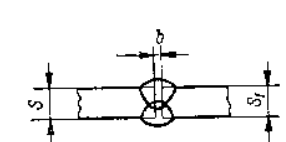
C4 IIS Односторонний ИН 2-4 0+0,3  
на съемной подкладке  
То же ИП 2-5 0+1  
> ИП 2 0+1,5  
> ИП 3-5 0+2  
> УП 2 0+1,5  
> УП 3-4 0+2  
> УП 5-8 2+2



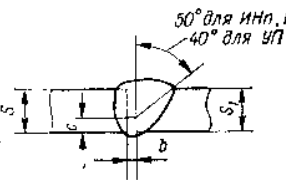
C5 IIS Односторонний ИН 2-4 0+0,3  
на остающейся прокладке  
То же ИНп 2-5 0+1  
> ИП 2 0+1,5  
> ИП 3-6 0+2  
> УП 2-4 0+2  
> УП 5-8 2+2



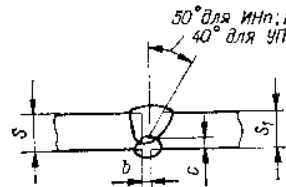
C7 IIS Двусторонний ИН 3-4 0+0,5  
> ИП 5-6 0+1  
> ИНп; ИП 3-4 0+1  
> ИНп; ИП 5-6 0+2  
> УП 3-4 0+0,5  
> УП 5-6 0+1  
> УП 8-10 1,5±1  
> УП 12 2±1



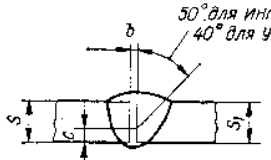
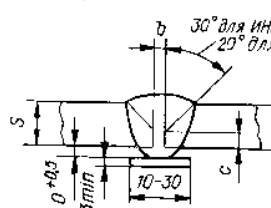
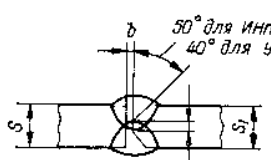
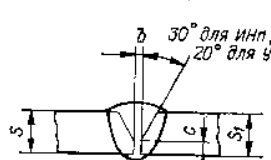
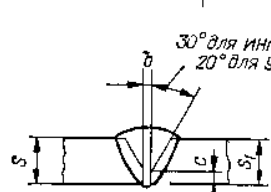
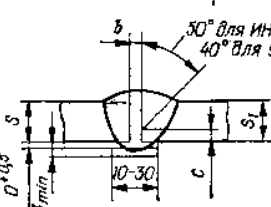
C8 VS Односторонний ИН; ИП 3-10 1±1 1±1



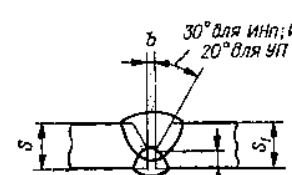
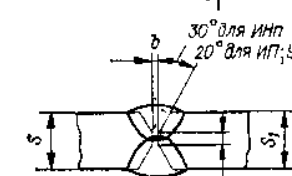
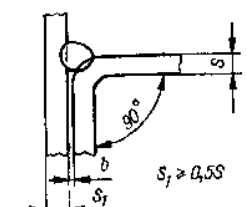
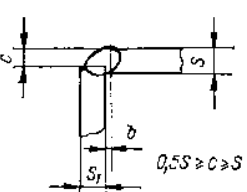
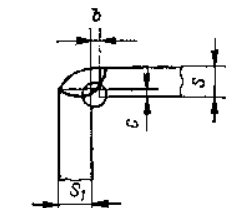
C12 VS Двусторонний ИП; ИНп; УП 3-10 1±1 1±1  
> ИП; УП 12-60 2+1 2+1



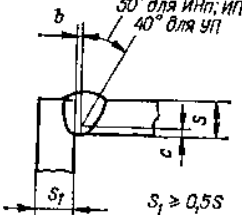
Продолжение табл. VI.16

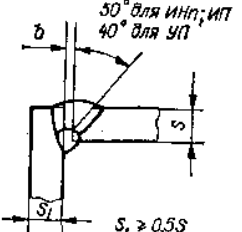
| Условные обозначения швов | Эскиз соединения  | Характеристика сварного шва                    | Способ сварки | Конструктивные элементы соединяемая, мм |       |     |     |
|---------------------------|---|--|---------------|---|-------|-----|-----|
|                           |   |  |               | S                                       | b     | c   |     |
| C9 V S                    |    | Односторонний на съёмной подкладке<br>То же    | ИНп; ИН       | 3-10                                    | 1±1   | 1±1 |     |
|                           |   |  | УП            | 3-10                                    | 1±1   | 1±1 |     |
| C10 V S                   |    | Односторонний на остающейся подкладке<br>То же | ИНп; ИП       | 3-10                                    | 1±1   | 1±1 |     |
|                           |   |  | УП            | 3-10                                    | 1±1   | 1±1 |     |
| C15 KS                    |    | Двусторонний                                   | ИНп           | 6-20                                    | 1±1   | 1±1 |     |
|                           |   |  | ИП; УП        | 8-20                                    | 1±1   | 1±1 |     |
| C17 V S                   |    | Односторонний                                  | ИНп; ИП       | 3-10                                    | 1±1   | 1±1 |     |
|                           |   |  | УП            | 3-10                                    | 1±1   | 5±1 |     |
| C18 V S                   |   | Односторонний на съёмной подкладке<br>То же    | ИНп; ИП       | 3-10                                    | 1±1   | 1±1 |     |
|                           |   |  | УП            | 3-10                                    | 1±1   | 1±1 |     |
| C19 V S                   |  | Односторонний на остающейся подкладке<br>То же | ИНп; ИП       | 3-10                                    | 1±1   | 1±1 |     |
|                           |   |  | УП            | 3-10                                    | 1±1   | 1±1 |     |
|                           |   |  |               | УП                                      | 12-30 | 2±1 | 2±1 |
|                           |   |  |               | УП                                      | 38-60 | 2±2 | 2±1 |

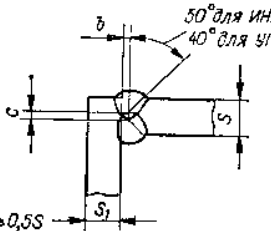
Продолжение табл. VI.16

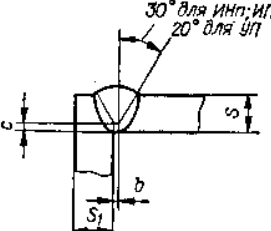
| Условные обозначения швов | Эскиз соединения  | Характеристика сварного шва | Способ сварки | Конструктивные элементы соединяемая, мм |       |     |
|---------------------------|---|-----------------------------|---------------|---|-------|-----|
|                           |   |                             |               | S                                       | b     | c   |
| C21 V S                   |    | Двусторонний<br>То же       | ИНп; ИП       | 3-4                                     | 1±1   | 1±1 |
|                           |   |                             | ИНп; ИП       | 5-10                                    | 2±1   | 2±1 |
|                           |   |                             | УП            | 3-60                                    | 2±1   | 2±1 |
| C25 XS                    |    | Двусторонний                | ИНп           | 6-20                                    | 1±1   | 1±1 |
|                           |   |                             | ИП            | 6-20                                    | 1±1   | 1±1 |
|                           |   |                             | УП            | 22-120                                  | 2±1   | 2±1 |
| Угловые соединения        |   |                             |               |   |       |     |
| У2 Д К                    |    | Односторонний               | ИНп           | 2-4                                     | 0+2   | -   |
|                           |   |                             | ИП; УП        | 2-12                                    | 0+2   | -   |
| У4 Д К                    |   | *                           | ИНп           | 2-5                                     | 0+0.5 | -   |
|                           |   |                             | ИП            | 6-10                                    | 0+1   | -   |
|                           |   |                             | ИП; УП        | 2-6                                     | 0+1   | 1±1 |
|                           |   |                             | ИП; УП        | 8-10                                    | 0+1.5 | -   |
|                           |   |                             | ИП; УП        | 12-30                                   | 0+2   | -   |
| У5 Д К                    |  | Двусторонний                | ИП; УП        | 2-6                                     | 0+1   | -   |
|                           |   |                             | ИП; УП        | 8-10                                    | 0+1.5 | -   |
|                           |   |                             | ИП; УП        | 12-30                                   | 0+2   | -   |

Продолжение табл. VI.16

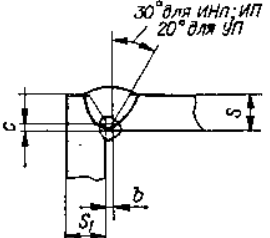
| Условные обозначения швов |       | Эскиз соединения  | Характеристика сварного шва | Способ сварки | Конструктивные элементы соединения |   |   |
|---------------------------|-------|---|-----------------------------|---------------|------------------------------------|---|---|
| по ГОСТ                   | в КМД |   |                             |               | S                                  | b   | a   |
| У6                        | VS    |  | Односторонний               | ИНп; ИП<br>УП | 3-10<br>3-10<br>12-60              | 1±1<br>1±1<br>2 <sup>+1</sup> <sub>-2</sub> | 1±1<br>1±1<br>2 <sup>+1</sup> <sub>-2</sub> |

|    |    |   |              |               |                       |   |   |
|----|----|---|--------------|---------------|-----------------------|---|---|
| У7 | VS |  | Двусторонний | ИНп; ИП<br>УП | 3-10<br>3-10<br>12-60 | 1±1<br>1±1<br>2 <sup>+1</sup> <sub>-2</sub> | 1±1<br>1±1<br>2 <sup>+1</sup> <sub>-2</sub> |
|----|----|---|--------------|---------------|-----------------------|---|---|

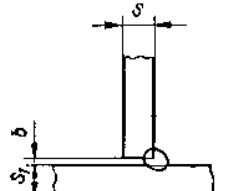
|    |    |  |              |               |               |            |  |
|----|----|--|--------------|---------------|---------------|------------|--|
| У8 | KS |  | Двусторонний | ИНп; ИП<br>УП | 6-20<br>6-100 | 1±1<br>1±1 | 2 <sup>+1</sup> <sub>-2</sub><br>2 <sup>+1</sup> <sub>-2</sub> |
|----|----|--|--------------|---------------|---------------|------------|--|

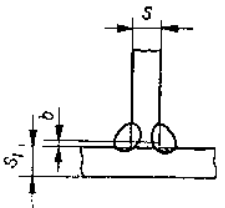
|    |    |   |               |               |                      |                   |   |
|----|----|---|---------------|---------------|----------------------|-------------------|---|
| У9 | VS |  | Односторонний | ИНп; ИП<br>УП | 3-20<br>3-8<br>10-60 | 1±1<br>1±1<br>2±1 | 1±1<br>1±1<br>2 <sup>+1</sup> <sub>-2</sub> |
|----|----|---|---------------|---------------|----------------------|-------------------|---|

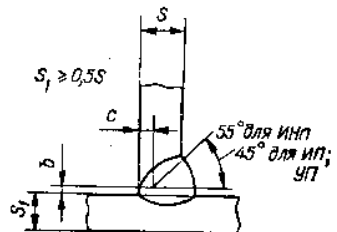
Продолжение табл. VI.16

| Условные обозначения швов |       | Эскиз соединения  | Характеристика сварного шва | Способ сварки | Конструктивные элементы соединения, мм |   |   |
|---------------------------|-------|---|-----------------------------|---------------|--|---|---|
| по ГОСТ                   | в КМД |   |                             |               | S                                      | b   | c   |
| У10                       | VS    |  | Двусторонний                | ИНп; ИП<br>УП | 3-20<br>3-8<br>10-60                   | 1±1<br>1±1<br>2 <sup>+1</sup> <sub>-2</sub> | 1±1<br>1±1<br>2 <sup>+1</sup> <sub>-2</sub> |

Тавровые соединения

|    |    |   |               |               |                             |                              |                  |
|----|----|---|---------------|---------------|-----------------------------|------------------------------|------------------|
| Т1 | DK |  | Односторонний | ИНп; ИП<br>УП | 2-3<br>4-8<br>6-20<br>22-40 | 0+0,5<br>0+1<br>0+1,5<br>0+2 | —<br>—<br>—<br>— |
|----|----|---|---------------|---------------|-----------------------------|------------------------------|------------------|

|    |    |  |              |                            |                             |                              |                  |
|----|----|--|--------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------|
| Т3 | DK |  | Двусторонний | ИНп; ИП; УП<br>ИНп; ИП; УП | 2-3<br>4-5<br>6-20<br>22-40 | 0+0,5<br>0+1<br>0+1,5<br>0+2 | —<br>—<br>—<br>— |
|----|----|--|--------------|----------------------------|-----------------------------|------------------------------|------------------|

|    |    |   |                             |                       |                        |                     |   |
|----|----|---|-----------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|---|
| Т6 | VS |  | Односторонний, двусторонний | ИНп; ИП; УП<br>ИП; УП | 3-10<br>12-30<br>32-60 | 0+1<br>0+2<br>0+3,2 | 1±1<br>2 <sup>+1</sup> <sub>-2</sub><br>2 <sup>+1</sup> <sub>-2</sub> |
|----|----|---|-----------------------------|-----------------------|------------------------|---------------------|---|



Продолжение табл. VI.16

| Условные обозначения швов |       | Эскиз соединения | Характеристика сварного шва          | Способ сварки         | Конструктивные элементы соединения, мм |            |               |
|---------------------------|-------|------------------|--------------------------------------|-----------------------|--|------------|---------------|
| по ГОСТ                   | в КМД |                  |                                      |                       | S                                      | b          | c             |
| T7                        | VS    |                  | Односторонний, двусторонний<br>То же | ИНп; ИП; УП<br>ИП; УП | 3-10<br>12-30                          | 0+1<br>0+2 | 1±1<br>2+1/-2 |
|                           |       |                  |                                      | ИП; УП                | 32-60                                  | 0+3        | 2+1/-2        |

|    |    |  |              |        |       |        |        |
|----|----|--|--------------|--------|-------|--------|--------|
| T8 | KS |  | Двусторонний | ИНп    | 6-20  | 1±1    | 1±1    |
|    |    |  | *            | ИП; УП | 6-8   | 1±1    | 1±1    |
|    |    |  | *            | ИП; УП | 10-80 | 2+1/-2 | 2+1/-2 |

|    |    |  |              |        |        |     |      |
|----|----|--|--------------|--------|--------|-----|------|
| T9 | KS |  | Двусторонний | ИП; УП | 12-34  | 0+2 | 1/3S |
|    |    |  | *            | ИП; УП | 36-100 | 0+3 | 1/3S |

Нахлесточные соединения при  $S_1 \geq S$

|    |    |  |               |     |      |       |      |
|----|----|--|---------------|-----|------|-------|------|
| Н1 | PK |  | Односторонний | ИН  | 2-3  | 0+0,2 | 5-12 |
|    |    |  | *             | ИН  | 4    | 0+0,5 | 5-16 |
|    |    |  | *             | ИНп | 2-5  | 0+0,5 | 5-20 |
|    |    |  | *             | ИНп | 6-10 | 0+1   | 8-40 |

Продолжение табл. VI.16

| Условные обозначения швов |       | Эскиз соединения | Характеристика сварного шва | Способ сварки | Конструктивные элементы соединения, мм |       |        |
|---------------------------|-------|------------------|-----------------------------|---------------|--|-------|--------|
| по ГОСТ                   | в КМД |                  |                             |               | S                                      | b     | c      |
| И12                       | PK    |                  | Двусторонний                | ИП; УП        | 2                                      | 0+0,5 | 3-20   |
|                           |       |                  | *                           | ИП; УП        | 3-5                                    | 0-1   | 3-20   |
|                           |       |                  | *                           | ИП; УП        | 6-10                                   | 0-1   | 8-40   |
|                           |       |                  | *                           | ИП; УП        | 12-28                                  | 0-1,5 | 12-160 |
|                           |       |                  | *                           | ИП; УП        | 30-60                                  | 0-2   | 30-240 |

Примечания: 1. Для сварных соединений С12, С21, У7, У10, Т7 с толщиной деталей  $S = 12$  мм и более, а также для соединений С13, У8, Т8 с толщиной деталей  $S = 20$  мм и более, выполняемых способом сварки УП, допускается припускание  $5 \pm 2$  мм. 2. Допускается перед сваркой сменение кромок относительно друг друга не более, мм: 0,2 S — для деталей толщиной до 4 мм;  $0,1S + 0,5$  мм — для деталей толщиной 5-25 мм; 3 — для деталей толщиной 25-50 мм;  $0,04S + 1$  мм — для деталей толщиной 30-100 мм; 0,01S — 4 мм, но не более 6 мм — для деталей толщиной более 100 мм. 3. При сварке в углекислом газе электродной проволокой диаметром 0,8-1 мм допускается применять основные типы сварных соединений и их конструктивные элементы по ГОСТ 5264-80. 4. Обозначения способов сварки в защитных газах: Ип — в инертных газах неплавающимся электродом без присадочного материала; Ипн — то же с присадочным материалом; Ип — в инертных газах и их смесях с углекислым газом и кислородом плавящимся электродом; ИУП — в углекислом газе и его смеси с кислородом плавящимся электродом.

Таблица VI.17. Швы сварных соединений. Автоматическая и полуавтоматическая сварка под флюсом. Основные типы, конструктивные элементы и размеры по ГОСТ 8713-79\*

| Условные обозначения швов  |       | Эскиз соединения | Способ сварки | Конструктивные элементы соединения, мм |       |   |              |
|----------------------------|-------|------------------|---------------|--|-------|---|--------------|
| по ГОСТ                    | в КМД |                  |               | S                                      | b     | c | m X n или α° |
| <i>Стыковые соединения</i> |       |                  |               |  |       |   |              |
| С47                        | S     |                  | АФ, ПФ        | 2                                      | 0-0,3 | — | —            |
|                            |       |                  | АФ, ПФ        | 3                                      | 0-0,5 | — | —            |
|                            |       |                  | АФ            | 4                                      | 0-0,8 | — | —            |
|                            |       |                  | АФ            | 5-12                                   | 0-1   | — | —            |
| $a \geq 0,65S$             |       |                  |               |  |       |   |              |
| С4                         | S     |                  | АФФ           | 2                                      | 0-1   | — | —            |
|                            |       |                  | АФФ           | 3-4                                    | 1±1   | — | —            |
|                            |       |                  | АФФ           | 4-6                                    | 1,5±1 | — | —            |
|                            |       |                  | АФФ           | 8-10                                   | 2±1,5 | — | —            |
|                            |       |                  | АФм           | 3-4                                    | 1+0,5 | — | —            |
|                            |       |                  | АФм           | 5-6                                    | 1,5+1 | — | —            |
|                            |       |                  | АФм           | 8-10                                   | 2+1   | — | —            |
|                            |       |                  | АФм           | 12                                     | 4+1   | — | —            |
| С5                         | S     |                  | АФо; ПФо      | 2-3                                    | 1,5±1 | — | 15x3         |
|                            |       |                  | АФо; ПФо      | 4-5                                    | 2±1   | — | 20x3         |
|                            |       |                  | АФо; ПФо      | 6                                      | 3±1,5 | — | 20x3         |
|                            |       |                  | АФо           | 8                                      | 3±1,5 | — | 25x3         |
|                            |       |                  | АФо           | 10                                     | 4±1,5 | — | 30x3         |
|                            |       |                  | АФо           | 12                                     | 5±1,5 | — | 30x3         |

Продолжение табл. VI.17

| Условные обозначения швов |       | Эскиз соединения | Способ сварки | Конструктивные элементы соединения, мм |         |       |              |
|---------------------------|-------|------------------|---------------|--|---------|-------|--------------|
| по ГОСТ                   | в КМД |                  |               | S                                      | b       | c     | m X n или α° |
| C7                        | II S  |                  | АФ; ПФ        | 2                                      | 0+0,3   | —     | —            |
|                           |       |                  | АФ; ПФ        | 3                                      | 0+0,5   | —     | —            |
|                           |       |                  | АФ; ПФ        | 4                                      | 0+0,8   | —     | —            |
|                           |       |                  | АФ; ПФ        | 5-6                                    | 0+1     | —     | —            |
|                           |       |                  | АФ            | 8-20                                   | 0+1     | —     | —            |
| АФш                       | II S  |                  | АФш           | 2                                      | 0,5+0,5 | —     | —            |
|                           |       |                  | АФш; ПФш      | 3-5                                    | 1±1     | —     | —            |
|                           |       |                  | АФш; ПФш      | 6                                      | 1,5+1,5 | —     | —            |
| АФш                       | 8-12  | 2+2              | —             | —                                      |         |       |              |
| C29                       | II S  |                  | АФФ           | 2                                      | 0±1     | —     | —            |
|                           |       |                  | АФФ           | 3-6                                    | 1±1     | —     | —            |
|                           |       |                  | АФФ           | 8-16                                   | 2±1     | —     | —            |
|                           |       |                  | АФФ           | 18-22                                  | 3±1     | —     | —            |
| C9                        | V S   |                  | АФФ; АФм      | 8-20                                   | 2±1     | 4±1   | α = 40°      |
|                           |       |                  |               |  |         |       |              |
| C10                       | V S   |                  | АФФ; ПФФ      | 8-12                                   | 2±1     | 1,5±1 | 25×3         |
|                           |       |                  | АФФ; ПФФ      | 14-16                                  | 3±1,5   | 1,5±1 | 25×4         |
|                           |       |                  | АФФ; ПФФ      | 18                                     | 4±1,5   | 1,5±1 | 30×4         |
|                           |       |                  | АФФ; ПФФ      | 20                                     | 4±1,5   | 1,5±1 | 30×6         |
|                           |       |                  | АФФ; ПФФ      | 22                                     | 5±1,5   | 1,5±1 | 30×6         |
|                           |       |                  | АФФ; ПФФ      | 24                                     | 3±1,5   | 1,5±1 | 46×6         |
| C12                       | V S   |                  | АФ            | 12-20                                  | 0+1     | 6±1   | α = 40°      |
|                           |       |                  |               |  |         |       |              |

Продолжение табл. VI.17

| Условные обозначения швов |       | Эскиз соединения | Способ сварки | Конструктивные элементы соединения, мм |     |       |              |
|---------------------------|-------|------------------|---------------|--|-----|-------|--------------|
| по ГОСТ                   | в КМД |                  |               | S                                      | b   | c     | m X n или α° |
| C15                       | KS    |                  | АФ            | 20-30                                  | 0+1 | 6±1   | α = 40°      |
|                           |       |                  |               |  |     |       |              |
| C18                       | VS    |                  | АФФ           | 8-12                                   | 4±1 | 3±1   | α = 25°      |
|                           |       |                  | АФФ           | 14-24                                  | 4±1 | 4±1   | α = 25°      |
| VS                        | VS    |                  | АФм           | 12-20                                  | 0+2 | 3±1   | 40×4         |
|                           |       |                  | АФм           | 22-26                                  | 0+2 | 4±1   | 40×6         |
|                           |       |                  | АФм           | 28-30                                  | 0+2 | 5±1   | 50×6         |
| C19                       | VS    |                  | АФФ; ПФФ      | 8-12                                   | 2±1 | 1,5±1 | 30×3         |
|                           |       |                  | АФФ; ПФФ      | 14-16                                  | 3±1 | 1,5±1 | 30×4         |
|                           |       |                  | АФФ; ПФФ      | 18                                     | 4±1 | 1,5±1 | 30×4         |
|                           |       |                  | АФФ; ПФФ      | 20                                     | 4±1 | 1,5±1 | 40×6         |
|                           |       |                  | АФФ; ПФФ      | 22-24                                  | 5±1 | 1,5±1 | 40×6         |
|                           |       |                  | АФФ; ПФФ      | 26-30                                  | 5±1 | 1,5±1 | 50×6         |
| C21                       | VS    |                  | АФ            | 14-16                                  | 0+1 | 6±2   | α = 30±3     |
|                           |       |                  | АФ            | 18-20                                  | 0+1 | 7±2   | α = 30±3     |
|                           |       |                  | АФ            | 22-30                                  | 0+1 | 7±2   | α = 30±3     |
| VS                        | VS    |                  | ПФ            | 14-30                                  | 0+1 | 3±1   | α = 30±3°    |
|                           |       |                  |               |  |     |       |              |

Продолжение табл. VI.17

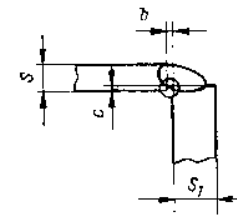
| Условные обозначения швов |       | Эскиз соединения | Способ сварки | Конструктивные элементы соединения, мм |                                 |                                 |              |
|---------------------------|-------|------------------|---------------|--|---------------------------------|---------------------------------|--------------|
| по ГОСТ                   | в КМД |                  |               | S                                      | b                               | c                               | m × n или α° |
| √S                        |       |                  | АФк; ПФк      | 14—30                                  | 2±2                             | 2±1                             | α=25±3°      |
|                           |       |                  | АФш; ПФш      | 5—6                                    | 2 <sup>+1</sup> / <sub>-2</sub> | 3±1                             | α=25±3°      |
|                           |       |                  | ПФш; АФш      | 8                                      | 2 <sup>+1</sup> / <sub>-2</sub> | 4±1                             | α=25±3°      |
|                           |       |                  | ПФш; АФш      | 10—12                                  | 2 <sup>+1</sup> / <sub>-2</sub> | 5±1                             | α=25±3°      |
|                           |       |                  | ПФш; АФш      | 14                                     | 2 <sup>+1</sup> / <sub>-2</sub> | 8±1                             | α=25±3°      |
| C33                       | XS    |                  | АФф           | 14—30                                  | 2±1                             | 6±1                             | α=30±3°      |
| C25                       | XS    |                  | АФ            | 18—60                                  | 0±1                             | 8 <sup>+2</sup> / <sub>-3</sub> | α=30±3°      |
|                           |       |                  | ПФ            | 18—60                                  | 0±1                             | 3±1                             | α=30±3°      |
|                           |       |                  | АФк           | 24—48                                  | 2±2                             | 2±1                             | α=30±3°      |
|                           |       |                  | АФк           | 50—60                                  | 2±2                             | 2±1                             | α=25±3°      |
| C38                       | XS    |                  | АФф           | 18—60                                  | 2 <sup>+2</sup> / <sub>-1</sub> | 6±1                             | α=30±3°      |
| C39                       | XS    |                  | АФш; ПФш      | 16—26                                  | 2 <sup>+1</sup> / <sub>-2</sub> | 8±1                             | α=25±3°      |
|                           |       |                  | АФш; ПФш      | 28—36                                  | 2 <sup>+1</sup> / <sub>-2</sub> | 9±1                             | α=25±3°      |
|                           |       |                  | АФш; ПФш      | 38                                     | 2 <sup>+1</sup> / <sub>-2</sub> | 10±1                            | α=25±3°      |
|                           |       |                  | АФш; ПФш      | 40—50                                  | 2 <sup>+1</sup> / <sub>-2</sub> | 10±1                            | α=22±2°      |
|                           |       |                  | АФш; ПФш      | 52—60                                  | 2 <sup>+1</sup> / <sub>-2</sub> | 10±1                            | α=20±2°      |

Продолжение табл. VI.17

| Условные обозначения швов |       | Эскиз соединения | Способ сварки | Конструктивные элементы соединения, мм |   |   |              |
|---------------------------|-------|------------------|---------------|--|---|---|--------------|
| по ГОСТ                   | в КМД |                  |               | S                                      | b | c | m × n или α° |

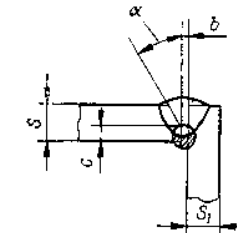
Угловые соединения при S<sub>1</sub> ≥ 0,5S

У5 Б.К



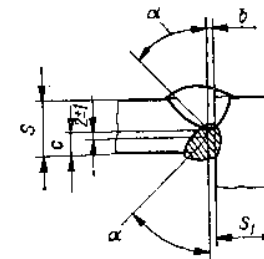
|          |       |     |       |   |
|----------|-------|-----|-------|---|
| АФш; ПФш | 4     | 0+3 | 1,5±1 | — |
| АФш; ПФш | 5—8   | 0+3 | 2±1   | — |
| АФш; ПФш | 10—14 | 0+3 | 3±1   | — |

У7 √S



|          |      |                                 |     |         |
|----------|------|---------------------------------|-----|---------|
| АФш; ПФш | 8—20 | 2 <sup>+1</sup> / <sub>-2</sub> | 2±1 | α=40±5° |
|----------|------|---------------------------------|-----|---------|

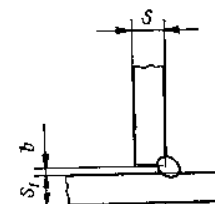
У3 KS



|          |       |                                 |      |         |
|----------|-------|---------------------------------|------|---------|
| АФш; ПФш | 20—24 | 2 <sup>+1</sup> / <sub>-2</sub> | 7±1  | α=45±2° |
| АФш; ПФш | 25—28 | 2 <sup>+1</sup> / <sub>-2</sub> | 8±1  | α=45±2° |
| АФш; ПФш | 30—34 | 2 <sup>+1</sup> / <sub>-2</sub> | 10±1 | α=45±2° |
| АФш; ПФш | 36—40 | 2 <sup>+1</sup> / <sub>-2</sub> | 12±1 | α=45±2° |

Тавровые соединения при S<sub>1</sub> ≥ 0,5S

Т1 Б.К



|        |      |       |   |   |
|--------|------|-------|---|---|
| АФ; ПФ | 3    | 0+0,8 | — | — |
| АФ; ПФ | 4—5  | 0+1   | — | — |
| АФ; ПФ | 6—40 | 0+1,5 | — | — |

Продолжение табл. VI.17

| Условные обозначения швов |       | Эскиз соединения | Способ сварки | Конструктивные элементы соединения, мм |       |     |              |
|---------------------------|-------|------------------|---------------|--|-------|-----|--------------|
| по ГОСТ                   | в КМД |                  |               | S                                      | b     | c   | m × n или α° |
| Т3                        | ДК    |                  | АФ; ПФ        | 3                                      | 0+0,8 | —   | —            |
|                           |       |                  | АФ; ПФ        | 4-5                                    | 0+1   | —   | —            |
|                           |       |                  | АФ; ПФ        | 6-40                                   | 0+1,5 | —   | —            |
| ДК                        |       | АФш; ПФш         | 3-5           | 0+1,5                                  | —     | —   |              |
|                           |       | АФш; ПФш         | 6-10          | 0+2                                    | —     | —   |              |
|                           |       | АФш; ПФш         | 12-20         | 0+3                                    | —     | —   |              |
| Т7                        | УС    |                  | АФш; ПФш      | 8-30                                   | 2+2/2 | 2±1 | α=50±5°      |
| Т8                        | КС    |                  | АФ; ПФ        | 16-40                                  | 0+1,5 | 4±1 | α=50±5°      |

Продолжение табл. VI.17

| Условные обозначения швов                     |       | Эскиз соединения | Способ сварки | Конструктивные элементы соединения, мм |         |      |              |
|---|-------|------------------|---------------|--|---------|------|--------------|
| по ГОСТ                                       | в КМД |                  |               | S                                      | b       | c    | m × n или α° |
| Т4  | КС    |                  | АФш; ПФш      | 20-24                                  | 1,5±1,5 | 7±1  | —            |
|   |       |                  | АФш; ПФш      | 25-28                                  | 1,5±1,5 | 8±1  | —            |
|   |       |                  | АФш; ПФш      | 30-34                                  | 1,5±1,5 | 10±1 | —            |
|   |       |                  | АФш; ПФш      | 36-40                                  | 1,5±1,5 | 12±1 | —            |
| Соединения «нахлестку» при S <sub>1</sub> ≅ S |       |                  |               |  |         |      |              |
| Н1  | ДК    |                  | АФ; ПФ        | 1-3                                    | 0+1     | —    | —            |
|   |       |                  | АФ; ПФ        | 6-10                                   | 0+2     | —    | —            |
|   |       |                  | АФ; ПФ        | 12-20                                  | 0+3     | —    | —            |
| Н2  | ДК    |                  | АФ; ПФ        | 1-3                                    | 0+1     | —    | —            |
|   |       |                  | АФ; ПФ        | 6-10                                   | 0+2     | —    | —            |
|   |       |                  | АФ; ПФ        | 12-20                                  | 0+3     | —    | —            |

Примечания: 1. Сечения предварительно наложенных подварочных сварных швов условно зачернены. 2. Сварные соединения Т7, Т8, Т4 следует выполнять в положении «в лодочку». 3. Угловые швы У5 допускается выполнять в нижнем положении и «в лодочку», подварочный шов и подварку корня шва — любым способом дуговой сварки. 4. Допускается смещение свариваемых кромок перед сваркой относительно друг друга не более, мм: 0,5 — для деталей толщиной до 4 мм; 1 — для деталей толщиной 4-10 мм; 0,1S, но не более 3 мм — для деталей толщиной более 10 мм. 5. Обозначения способов сварки под флюсом: АФ, ПФ — автоматическая, полуавтоматическая на весу; АФо, ПФо — то же, на остывшей подкладке; АФш, ПФш — то же, с предварительным наложением подварочного шва; АФк, ПФк — то же, с предварительной подваркой корня шва; АФф, ПФф — автоматическая, соответственно на флюсовой подушке, на флюсовой подкладке.



## Раздел VII

### БОЛТОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

#### VII.1. КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К БОЛТОВЫМ СОЕДИНЕНИЯМ

В соответствии с требованиями СНиП II-23-81\*, соединения конструкций на монтаже предусматривают преимущественно на болтах, в том числе на высокопрочных. Отверстия под болты в деталях металлических конструкций выполняют по СНиП III-18-75. Болты размещают

согласно табл. VII.1, соединительные болты, как правило, — на максимальных расстояниях, в стыках и узлах — на минимальных.

В креплениях элементов между собой через прокладку или другие промежуточные элементы, а также с односторонней накладкой количество болтов в соединении увеличивают против расчета на 10 %.

Таблица VII.1. Размещение болтов по СНиП II-23-81\*

| Характеристика расстояния  | Расстояние    |
|--|---------------|
| Между центрами болтов в любом направлении:   |               |
| минимальное в соединяемых элементах из стали с пределом текучести до 380 МПа (3900 кгс/см <sup>2</sup> ) | 2,5d          |
| то же, с пределом текучести свыше 380 МПа (3900 кгс/см <sup>2</sup> )                                    | 3,0d          |
| максимальное в крайних рядах при отсутствии окаймляющих уголков при растяжении и сжатии                  | 8d или 12t    |
| максимальное в средних, а также крайних рядах при наличии окаймляющих уголков:                           |               |
| при растяжении   | 16d или 24t   |
| при сжатии   | 12d или 18t   |
| От центра болта до края элемента:  |               |
| минимальное вдоль усилия   | 2d            |
| то же, поперек усилия:   |               |
| при обрезных кромках   | 1,5d          |
| при прокатных кромках  | 1,2d          |
| максимальное   | 4d или 8t     |
| минимальное для высокопрочных болтов при любой кромке и любом направлении усилия                         | 1,3d          |
| Между центрами болтов вдоль усилия при размещении болтов в шахматном порядке, не менее                   | $a \div 1,5d$ |

Примечания: 1. d — диаметр отверстия для болта; t — толщина наиболее тонкого наружного элемента; a — расстояние между рядами болтов поперек усилия.  
2. При размещении болтов в шахматном порядке сечение элемента определяют с учетом ослабления его отверстиями, расположенными только в одном сечении поперек усилия (не по «зигзагу»).

В креплениях коротышами выступающих полок уголков или швеллеров количество болтов, прикрепляющих одну из полок коротыша, увеличивают против расчета на 50 %.

Резьба болта, кроме высокопрочного, должна находиться вне пакета соединяемых элементов.

В соединениях с болтами классов точности A, B, C, кроме соединений на высокопрочных болтах и креплениях второстепенных конструкций, предусматривают меры против саморазвинчивания гаек (поставка контргаек или пружинных шайб).

Указания по применению болтов приведены в табл. VII.2.

Таблица VII.2. Рекомендации по применению болтов по СНиП II-23-81\*

| Условия применения   |  | Технологические требования по ГОСТ 1759.4—7 |  |  |            |
|--|--|---|--|--|------------|
| Климатический район строительства  | Условия работы болтов  | Класс прочности (табл. 1)                   | Дополнительные виды испытаний              | Марка стали болтов                         |            |
| <i>В конструкциях, не рассчитываемых на выносливость</i>                                 |  |   |  |  |            |
| Все районы, кроме I <sub>1</sub> ; I <sub>2</sub> ; II <sub>3</sub> ; II <sub>3</sub> ** | Растяжение или срез  | 4.6; 5.6;<br>4.8; 5.8                       | Разрыв                                     | 20; 30; 35;<br>10; 20                      |            |
|  | То же  | 6.6   | »  | 35; 40Г2                                   |            |
|  | »  | 8.8   | —  | 35Х; 38ХА                                  |            |
|  | »  | 10.9  | —  | 40Х  |            |
| I <sub>1</sub> ; I <sub>2</sub> ; II <sub>2</sub> ; II <sub>3</sub>                      | »  | 4.6; 5.6                                    | Разрыв; определение ударной вязкости       | 20; 30; 35                                 |            |
|  | »  | 4.8*; 5.8*                                  | Разрыв                                     | 10; 20                                     |            |
|  | »  | 8.8   | Растяжение образцов; разрыв на косой шайбе | 35Х; 38ХА                                  |            |
|  | Срез   | 4.8; 5.8                                    | Разрыв                                     | 10; 20                                     |            |
|  | »  | 8.8   | —  | 35Х; 38ХА                                  |            |
|  | »  | 10.9  | —  | 40Х  |            |
|  | <i>В конструкциях, рассчитываемых на выносливость</i>                                    |   |  |  |            |
|  | Все районы, кроме I <sub>1</sub> ; I <sub>2</sub> ; II <sub>2</sub> ; II <sub>3</sub> ** | Растяжение или срез                         | 4.6; 5.6                                   | Разрыв; определение ударной вязкости       | 20; 30; 35 |
| То же  |  | 6.6   | То же                                      | 35; 40Г2                                   |            |
| »  |  | 8.8   | —  | 35Х; 38ХА                                  |            |
| Все районы, кроме I <sub>1</sub> ; I <sub>2</sub> ; II <sub>2</sub> ; II <sub>3</sub> ** | Срез   | 4.8; 5.8                                    | Разрыв                                     | 10; 20                                     |            |
|  | I <sub>2</sub> ; II <sub>2</sub> ; II <sub>3</sub>                                       | Растяжение или срез                         | 4.6; 5.6                                   | Разрыв; определение ударной вязкости       | 20; 30; 35 |
|  |  | То же                                       | 8.8  | Растяжение образцов; разрыв на косой шайбе | 35Х; 38ХА  |
|  | Срез   | 4.8; 5.8                                    | Разрыв                                     | 10; 20                                     |            |
|  | »  | 8.8   | —  | 35Х; 38ХА                                  |            |
| I <sub>1</sub>   | Растяжение или срез  | 8.8   | Растяжение образцов; разрыв на косой шайбе | 35Х; 38ХА                                  |            |
|  | Срез   | 4.6; 5.6                                    | Разрыв; определение ударной вязкости       | 20; 30; 35                                 |            |
|  | »  | 4.8*; 5.8                                   | Разрыв                                     | 10; 20                                     |            |
|  | »  | 8.8   | —  | 35Х; 38ХА                                  |            |

\* Требуется дополнительный последующий отпуск при t = 650 °С.  
\*\* Применяется также для конструкций, возводимых в климатических районах I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub>, II<sub>3</sub>, но эксплуатируемых в отапливаемых помещениях.  
Примечания: 1. Для болтовых соединений используют болты и гайки, удовлетворяющие техническим требованиям ГОСТ 1759.4—84. 2. Для болтов классов прочности 4.8 и 5.8 применение автоматной стали не допускается.

## VII.2. РАСЧЕТ БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

При действии на болтовое соединение продольной силы  $N$ , проходящей через центр тяжести соединения, распределение этой силы между болтами принимают равномерным. Формулы расчетных сопротивлений болтовых соединений приведены в табл. VII.3, расчетные сопротивления — в табл. VII.4.

Таблица VII.3. Формулы расчетных сопротивлений болтовых соединений по СНиП II-23-81\*

| Напряженное состояние | Условное обозначение расчетного сопротивления | Формулы расчетных сопротивлений одноболтового соединения болтов классов |                       |                       |
|-----------------------|---|---|-----------------------|-----------------------|
|                       |   | 4.6; 5.6; 6.6   | 4.8; 5.8              | 8.8; 10.9             |
| Срез                  | $R_{bs}$                                      | $R_{bs} = 0,38R_{bun}$  | $R_{bs} = 0,4R_{bun}$ | $R_{bs} = 0,4R_{bun}$ |
| Растяжение            | $R_{bt}$                                      | $R_{bt} = 0,42R_{bun}$  | $R_{bt} = 0,4R_{bun}$ | $R_{bt} = 0,5R_{bun}$ |

Смятие, болтов

классов точности \*:

$$R_{bp} \begin{matrix} A \\ B \text{ и } C \end{matrix}$$

$$R_{bp} = (0,6 - 410R_{un}/E) R_{un}$$

$$R_{bp} = (0,6 + 340R_{un}/E) R_{un}$$

\* Для соединяемых элементов из стали с пределом текучести до 440 МПа (4500 кгс/см<sup>2</sup>).

Примечание. Допускается применять высокопрочные болты без регулируемого натяжения из стали марки 40Х «селект», при этом расчетные сопротивления  $R_{bs}$  и  $R_{bt}$  определяют как для болтов класса 10.9, а расчетное сопротивление  $R_{bp}$  — как для болтов классов точности B и C.

Таблица VII.4. Расчетные сопротивления болтовых соединений по СНиП II-23-81\*

| Временное сопротивление стали соединяемых элементов, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) или класс прочности болтов | Расчетные сопротивления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )    |                |                |                     |
|--|--|----------------|----------------|---------------------|
|  | смятие элементов, соединяемых болтами классов точности |                | срезу $R_{bs}$ | растяжению $R_{bt}$ |
|  | A $R_{bp}$   | B и C $R_{bp}$ |                |                     |
| 345 (3500)   | 445 (4550)   | 405 (4150)     | —              | —                   |
| 355 (3600)   | 465 (4750)   | 420 (4300)     | —              | —                   |
| 365 (3700)   | 485 (4950)   | 440 (4500)     | —              | —                   |
| 370 (3750)   | 495 (5050)   | 450 (4600)     | —              | —                   |
| 380 (3850)   | 515 (5250)   | 465 (4750)     | —              | —                   |
| 390 (4000)   | 535 (5450)   | 485 (4950)     | —              | —                   |
| 430 (4400)   | 625 (6400)   | 565 (5800)     | —              | —                   |
| 440 (4500)   | 650 (6650)   | 585 (6000)     | —              | —                   |
| 450 (4600)   | 675 (6900)   | 605 (6200)     | —              | —                   |
| 460 (4700)   | 695 (7150)   | 625 (6400)     | —              | —                   |
| 470 (4800)   | 720 (7350)   | 645 (6600)     | —              | —                   |
| 480 (4900)   | 745 (7600)   | 670 (6850)     | —              | —                   |
| 490 (5000)   | 770 (7850)   | 690 (7050)     | —              | —                   |
| 500 (5100)   | 795 (8150)   | 710 (7250)     | —              | —                   |
| 510 (5200)   | 825 (8400)   | 735 (7500)     | —              | —                   |
| 520 (5300)   | 850 (8650)   | 760 (7750)     | —              | —                   |

Продолжение табл. VII.4

| Временное сопротивление стали соединяемых элементов, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) или класс прочности болтов | Расчетные сопротивления, МПа (кгс/см <sup>2</sup> )    |                |                |                     |
|--|--|----------------|----------------|---------------------|
|  | смятие элементов, соединяемых болтами классов точности |                | срезу $R_{bs}$ | растяжению $R_{bt}$ |
|  | A $R_{bp}$   | B и C $R_{bp}$ |                |                     |
| 530 (5400)   | 875 (8950)   | 780 (7950)     | —              | —                   |
| 540 (5500)   | 905 (9200)   | 805 (8200)     | —              | —                   |
| 570 (5800)   | 990 (10 050)   | 880 (8950)     | —              | —                   |
| 590 (6000)   | 1045 (10 600)  | 930 (9450)     | —              | —                   |
| 4.6  | —  | —              | 150 (1500)     | 170 (1700)          |
| 4.8  | —  | —              | 160 (1600)     | 160 (1600)          |
| 5.6  | —  | —              | 190 (1950)     | 210 (2150)          |
| 5.8  | —  | —              | 200 (2050)     | 200 (2050)          |
| 6.6  | —  | —              | 230 (2350)     | 250 (2550)          |
| 8.8  | —  | —              | 320 (3250)     | 400 (4100)          |
| 10.9   | —  | —              | 400 (4100)     | 500 (5100)          |

Примечания: 1. Значения расчетных сопротивлений для одноболтовых соединений вычислены по формулам табл. VII.3 и округлены до 5 МПа (50 кгс/см<sup>2</sup>). 2. Пробел в строке означает отсутствие значения расчетного сопротивления.

Расчетное усилие, воспринимаемое одним болтом, определяют по формулам:

$$\text{на срез } N_b = R_{bs} \gamma_b A n_s; \quad (VII.1)$$

$$\text{на смятие } N_b = R_{bp} \gamma_b d \Sigma t; \quad (VII.2)$$

$$\text{на растяжение } N_b = R_{bt} A_{bt}. \quad (VII.3)$$

В этих формулах  $d$  — наружный диаметр стержня болта;  $A = 0,25\pi d^2$  — расчетная площадь сечения стержня болта;  $A_{bt}$  — площадь сечения болта нетто;  $\Sigma t$  — наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении;  $n_s$  — число расчетных срезов одного болта;  $\gamma_b$  — коэффициент условий работы соединения, принимаемый по табл. VII.5.

Таблица VII.5. Коэффициенты условий работы болтовых соединений  $\gamma_b$  по СНиП II-23-81\*

| № п/п | Характеристика соединения | Условия работы | Коэффициент $\gamma_b$ |
|-------|---------------------------|----------------|------------------------|
|-------|---------------------------|----------------|------------------------|

|   |  |               |             |
|---|--|---------------|-------------|
| 1 | Многоболтовое при болтах классов точности:   | Срез и смятие | 1,0         |
|   | A, B, C и высокопрочных с нерегулируемым натяжением  |               |             |
|   | Одноболтовое и многоболтовое при $a = 1,5d$ и $b = 2d$ в элементах конструкций из стали с пределом текучести МПа (кгс/см <sup>2</sup> ): | Смятие        | 0,9         |
|   | до 285 (2900)  |               |             |
|   | свыше 285 (2900) до 380 (3900)   |               | 0,8<br>0,75 |

Примечания: 1. Приняты обозначения:  $a$  — расстояние вдоль усилия от края элемента до центра ближайшего отверстия;  $b$  — расстояние между центрами отверстий;  $d$  — диаметр отверстия для болта. 2. При значениях  $a$  и  $b$  промежуточных между указанными в п. 2 и табл. VII.5 коэффициент  $\gamma_b$  определяют линейной интерполяцией. 2. Коэффициенты пп. 1, 2 следует учитывать одновременно.

Требуемое количество болтов при действии на соединении продольной силы  $N$  определяют по формуле  $n \geq N/(\gamma_c N_{\text{тип}})$ , в которой принимают меньшее из значений  $N_b$ , определенных по формулам (VII.1) — (VII.3).

При одновременной работе болтов на срез и растяжение их проверяют отдельно на срез и растяжение, при одновременной работе на срез от действия продольной силы и момента — на равнодействующее усилие. При действии на соединение момента, вызывающего сдвиг соединяемых элементов, усилие на болты принимают пропорционально расстояниям от центра тяжести соединения до рассматриваемого болта.

### VII.3. ПРЕДЕЛЬНЫЕ УСИЛИЯ БОЛТОВЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Таблица VII.6. Предельные усилия болтовых соединений [N] на один болт, кН

| Класс стали болтов, временное сопротивление стали сдвигаемых элементов $R_{\text{ст}}$ , МПа | Диаметр болта $d$ , мм                            |                     |                     |                     |
|--|---|---------------------|---------------------|---------------------|
|  | 12  | 16                  | 20                  | 24                  |
|  | Площадь болта $A/A_{\text{бл}}$ , см <sup>2</sup> |                     |                     |                     |
|  | $\frac{1,13}{0,84}$                               | $\frac{2,01}{1,57}$ | $\frac{3,14}{2,45}$ | $\frac{4,52}{3,52}$ |

#### Растяжение

|      |      |      |       |       |
|------|------|------|-------|-------|
| 4,6  | 14,7 | 27,4 | 42,8  | 61,6  |
| 4,8  | 13,4 | 25,1 | 39,2  | 56,3  |
| 5,6  | 17,6 | 32,9 | 51,4  | 73,9  |
| 5,8  | 16,8 | 31,4 | 49    | 70,4  |
| 6,6  | 21   | 39,2 | 61,2  | 88    |
| 8,8  | 33,6 | 62,8 | 98    | 140,8 |
| 10,9 | 42   | 78,4 | 122,4 | 176   |

#### Срез

|      |      |      |       |       |
|------|------|------|-------|-------|
| 4,6  | 16,9 | 30,1 | 47,1  | 67,8  |
| 4,8  | 18   | 32,1 | 50,2  | 72,3  |
| 5,6  | 21,4 | 38,2 | 59,6  | 85,8  |
| 5,8  | 22,6 | 40,2 | 62,8  | 90,4  |
| 6,6  | 26   | 46,2 | 72,2  | 103,9 |
| 8,8  | 36,1 | 64,3 | 100,4 | 144,6 |
| 10,9 | 42,8 | 76,2 | 119,2 | 171,6 |

#### Смятие элементов, соединяемых болтами класса точности А

|     |      |      |     |       |
|-----|------|------|-----|-------|
| 345 | 53,4 | 71,2 | 89  | 106,8 |
| 355 | 55,8 | 74,4 | 93  | 111,6 |
| 365 | 58,2 | 77,6 | 97  | 116,4 |
| 370 | 59,4 | 79,2 | 99  | 118,8 |
| 380 | 61,8 | 82,4 | 103 | 123,6 |
| 390 | 64,2 | 85,6 | 107 | 128,4 |
| 430 | 75   | 100  | 125 | 150   |

### Продолжение табл. VII.6

| Класс стали болтов, временное сопротивление стали сдвигаемых элементов $R_{\text{ст}}$ , МПа | Диаметр болта $d$ , мм                            |                     |                     |                     |
|--|---|---------------------|---------------------|---------------------|
|  | 12  | 16                  | 20                  | 24                  |
|  | Площадь болта $A/A_{\text{бл}}$ , см <sup>2</sup> |                     |                     |                     |
|  | $\frac{1,13}{0,84}$                               | $\frac{2,01}{1,57}$ | $\frac{3,14}{2,45}$ | $\frac{4,52}{3,52}$ |

|     |       |       |     |       |
|-----|-------|-------|-----|-------|
| 440 | 78    | 104   | 130 | 156   |
| 450 | 81    | 108   | 135 | 162   |
| 460 | 83,4  | 111,2 | 139 | 166,8 |
| 470 | 86,4  | 115,2 | 144 | 172,8 |
| 480 | 89,4  | 119,2 | 149 | 178,8 |
| 490 | 92,4  | 123,2 | 154 | 184,8 |
| 500 | 95,4  | 127,2 | 159 | 190,8 |
| 510 | 99    | 132   | 165 | 198   |
| 520 | 102   | 136   | 170 | 204   |
| 530 | 105   | 140   | 175 | 210   |
| 540 | 108,6 | 144,8 | 181 | 217,6 |
| 570 | 118,8 | 158,4 | 198 | 237,6 |
| 590 | 125,4 | 167,2 | 209 | 250,8 |

#### Смятие элементов, соединяемых болтами классов точности В и С, а также высокопрочными без регулируемого натяжения

|     |       |       |      |       |
|-----|-------|-------|------|-------|
| 345 | 48,6  | 64,8  | 81,0 | 97,2  |
| 355 | 50,4  | 67,2  | 84   | 100,8 |
| 365 | 52,8  | 70,4  | 88   | 105,6 |
| 370 | 54    | 72    | 90   | 108   |
| 380 | 55,8  | 74,4  | 93   | 111,6 |
| 390 | 58,2  | 77,6  | 97   | 116,4 |
| 430 | 67,8  | 90,4  | 113  | 135,6 |
| 440 | 70,2  | 93,6  | 117  | 140,4 |
| 450 | 72,6  | 96,8  | 121  | 145,2 |
| 460 | 75    | 100   | 125  | 150   |
| 470 | 77,4  | 103,2 | 129  | 154,8 |
| 480 | 80,4  | 107,2 | 134  | 160,8 |
| 490 | 82,8  | 110,4 | 138  | 165,6 |
| 500 | 85,2  | 113,6 | 142  | 170,4 |
| 510 | 88,2  | 117,6 | 147  | 176,4 |
| 520 | 91,2  | 121,6 | 152  | 182,4 |
| 530 | 93,6  | 124,8 | 156  | 187,2 |
| 540 | 96,6  | 128,8 | 161  | 193,2 |
| 570 | 105,6 | 140,8 | 177  | 211,2 |
| 590 | 111,6 | 148,8 | 186  | 223,2 |

Примечания: 1. При определении предельных усилий на срез и смятие принято  $\gamma_b = 1,0$ . 2. Предельные усилия на смятие определены при суммарной толщине элементов, сдвигаемых в одном направлении  $\Sigma t = 10$  мм. 3. При определении предельных усилий на срез принято  $\beta_s = 1$ .

VII.4. ТАБЛИЦЫ БОЛТОВ, ГАЕК И ШАЙБ

Таблица VII.7. Механические свойства болтов по ГОСТ 1759.4—87

| Класс прочности | Механические свойства                    |                                   |  |  |   | Марка стали    | ГОСТ                           |
|-----------------|--|-----------------------------------|--|--|---|----------------|--------------------------------|
|                 | Временное сопротивление $\sigma_B$ , МПа | Предел текучести $\sigma_T$ , МПа | Относительное удлинение $\delta_5$ , % | Ударная вязкость $\sigma_K$ , Дж/см <sup>2</sup> |   |                |                                |
|                 |  |                                   |  |  |   |                |                                |
| 4,6             | 400                                      | 240                               | 25                                     | —  | — | 20             | ГОСТ 1050—74**                 |
| 4,8             | 400—420                                  | 320                               | 14                                     | —  | — | 10; 10кп       | ГОСТ 10702—78*                 |
| 5,6             | 500                                      | 300                               | 20                                     | 50   | — | 30; 35         | ГОСТ 1050—74**; ГОСТ 10702—78* |
| 5,8             | 500—520                                  | 400                               | 10                                     | —  | — | 20; 20кп;      | ГОСТ 1050—74**                 |
| 6,6             | 600                                      | 360                               | 16                                     | —  | — | 35; 4; 40Г2    | ГОСТ 1050—74**; ГОСТ 10702—78* |
| 8,8             | 800—830                                  | 640                               | 12                                     | 60   | — | 35Х; 38ХА; 46Г | ГОСТ 10702—78*; ГОСТ 1050—74** |
| 10,9            | 1000—1040                                | 900                               | 9                                      | 40   | — | 40Х            | ГОСТ 4543—71*<br>ГОСТ 4543—71* |

Примечание. Для изготовления болтов классов прочности 4,8 и 5,8 не допускается применение автоматных сталей.

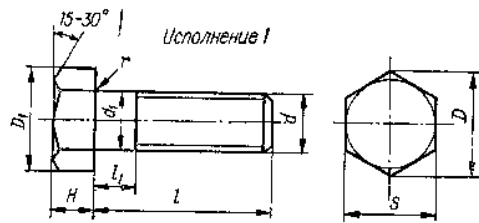


Таблица VII.8. Болты с шестигранной головкой классов точности В по ГОСТ 7798—70\*, А по ГОСТ 7805—70\*, С по ГОСТ 15588—80\*

| Номинальный диаметр резьбы d | Диаметр стержня болта d <sub>1</sub> | Размер «под ключ» S | Высота головки H | Диаметр описанной окружности D, мм, болтов |               |                | Радиусы под головкой болта r, мм, болтов |               |
|------------------------------|--------------------------------------|---------------------|------------------|--|---------------|----------------|--|---------------|
|                              |                                      |                     |                  | ГОСТ 7798—70*                              | ГОСТ 7805—70* | ГОСТ 15588—80* | ГОСТ 7798—80*<br>ГОСТ 15588—70*          | ГОСТ 7805—70* |
|                              |                                      |                     |                  |  |               |                |  |               |

|    |    |    |    |      |      |      |         |         |
|----|----|----|----|------|------|------|---------|---------|
| 12 | 12 | 19 | 8  | 20,9 | 21,1 | —    | 0,6—1,6 | 0,6—1,1 |
| 16 | 16 | 24 | 10 | 26,5 | 26,8 | —    | 0,6—1,6 | 0,6—1,1 |
| 20 | 20 | 30 | 13 | 33,3 | 33,6 | 32,4 | 0,8—2,2 | 0,8—1,2 |
| 24 | 24 | 36 | 15 | 39,6 | 40,3 | 38,8 | 0,8—2,2 | 0,8—1,2 |
| 30 | 30 | 46 | 19 | 50,9 | 51,6 | 50   | 1—2,7   | 1—1,7   |
| 36 | 36 | 55 | 23 | 60,8 | 61,7 | 59,7 | 1—3,2   | 1—1,7   |
| 42 | 42 | 65 | 26 | 72,1 | 73   | 70,8 | 1,2—3,3 | 1,2—1,8 |
| 48 | 48 | 75 | 30 | 83,4 | 84,3 | 81,9 | 1,6—4,3 | 1,6—2,3 |

Таблица VII.9. Длина и масса болтов по ГОСТ 7798—70\*, 7805—70\*, 15588—70\*

| Длина болта L, мм | Длина нарезанной части болта L <sub>1</sub> , мм | Масса 1000 шт. болтов, кг | Длина нарезанной части болта L <sub>1</sub> , мм | Масса 1000 шт. болтов, кг | Длина нарезанной части болта L <sub>1</sub> , мм | Масса 1000 шт. болтов, кг | Длина нарезанной части болта L <sub>1</sub> , мм | Масса 1000 шт. болтов, кг |
|-------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|
|                   |  |                           |  |                           |  |                           |  |                           |
| 30                | 0  | 44,05                     | 0  | 83,24                     | 0  | 147,9                     | —  | —                         |
| 35                | 5  | 48,43                     | 0  | 90,62                     | 0  | 159,4                     | 0  | 246,9                     |
| 40                | (10)   | (52,87)                   | 0  | 97,99                     | 0  | 170,9                     | 0  | 263,5                     |
| 45                | 15   | 57,31                     | 7  | 105,7                     | 0  | 182,5                     | 0  | 280,1                     |
| 50                | (20)   | (61,76)                   | (12)   | (113,6)                   | 0  | 194,0                     | 0  | 296,7                     |
| 55                | 25   | 66,20                     | (17)   | (121,5)                   | 9  | 205,8                     | 0  | 313,3                     |
| 60                | (30)   | (70,64)                   | (22)   | (129,4)                   | (14)   | (219,1)                   | 0  | 329,9                     |
| 65                | 35   | 75,08                     | (27)   | (137,3)                   | (19)   | (231,5)                   | 11   | 348,8                     |
| 70                | (40)   | (79,53)                   | (32)   | (145,2)                   | (24)   | (243,8)                   | (16)   | (366,5)                   |
| 75                | 45   | 83,97                     | 37   | 153,1                     | (29)   | (256,1)                   | (21)   | (384,3)                   |
| 80                | 50   | 88,42                     | (42)   | (161)                     | (34)   | (268,1)                   | (26)   | (402,1)                   |
| 90                | 60   | 97,29                     | (52)   | (176,8)                   | (44)   | (293,2)                   | (36)   | (437,6)                   |
| 100               | 70   | 106,2                     | (62)   | (192,6)                   | (54)   | (317,8)                   | (46)   | (473,2)                   |
| 110               | 80   | 115,1                     | 72   | 208,4                     | 64   | 342,5                     | 56   | 508,7                     |
| 120               | 90   | 124                       | 82   | 224,2                     | (74)   | (367,2)                   | (66)   | (544,2)                   |
| 130               | 100  | 132,8                     | 92   | 240,0                     | 84   | 391,9                     | 76   | 579,8                     |
| 140               | 110  | 141,7                     | 102  | 255,8                     | (94)   | (416,6)                   | (86)   | (615,3)                   |
| 150               | 120  | 150,6                     | 112  | 271,6                     | 104  | 441,2                     | 96   | 650,8                     |
| 160               | 124  | 159,5                     | 116  | 287,4                     | 108  | 465,9                     | (100)  | (686,4)                   |
| 170               | 134  | 168,4                     | 126  | 303,2                     | 118  | 490,6                     | 110  | 721,9                     |
| 180               | 144  | 177,3                     | 136  | 319                       | 128  | 515,3                     | (120)  | (757,5)                   |
| 190               | 154  | 186,2                     | 146  | 333,8                     | 138  | 540                       | 130  | 793                       |
| 200               | 164  | 195                       | 156  | 350,6                     | 148  | 564,6                     | 140  | 828,6                     |
| 220               | 184  | 212,8                     | 176  | 382,2                     | 168  | 614                       | 160  | 899,6                     |
| 240               | 204  | 230,6                     | 196  | 413,8                     | 188  | 663,4                     | 180  | 970,8                     |
| 260               | 224  | 248,3                     | 216  | 445,4                     | 208  | 712,7                     | 200  | 1042                      |
| 280               | —  | —                         | 236  | 476,8                     | 228  | 762,1                     | 220  | 1113                      |
| 300               | —  | —                         | 256  | 508,5                     | 248  | 811,4                     | 240  | 1184                      |

| M36 | M36 | M42 | M48 |
|-----|-----|-----|-----|
|-----|-----|-----|-----|

|     |    |       |    |       |    |      |    |
|-----|----|-------|----|-------|----|------|----|
| 40  | 0  | 479,1 | —  | —     | —  | —    | —  |
| 45  | 0  | 505,2 | —  | —     | —  | —    | —  |
| 50  | 0  | 531,2 | 0  | 844,8 | —  | —    | —  |
| 55  | 0  | 557,3 | 0  | 882,4 | 0  | 1304 | —  |
| 60  | 0  | 583,3 | 0  | 920,1 | 0  | 1356 | —  |
| 65  | 0  | 609,4 | 0  | 957,7 | 0  | 1407 | 0  |
| 70  | 0  | 635,4 | 0  | 995,3 | 0  | 1458 | 0  |
| 75  | 9  | 664   | 0  | 1033  | 0  | 1509 | 0  |
| 80  | 14 | 691,8 | 0  | 1071  | 0  | 1561 | 0  |
| 90  | 24 | 747,3 | 12 | 1151  | 0  | 1663 | 0  |
| 100 | 34 | 802,8 | 22 | 1231  | 0  | 1766 | 0  |
| 110 | 44 | 858,4 | 32 | 1311  | 20 | 1880 | 0  |
| 120 | 54 | 913,9 | 42 | 1391  | 30 | 1989 | 18 |
| 130 | 64 | 969,5 | 52 | 1471  | 40 | 2098 | 28 |
| 140 | 74 | 1025  | 62 | 1551  | 50 | 2207 | 38 |
| 150 | 84 | 1080  | 72 | 1631  | 60 | 2315 | 48 |



Продолжение табл. VII.9

| Длина болта $l$ , мм | М30  |                           | М36  |                           | М42  |                           | М48  |                           |
|----------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|--|---------------------------|
|                      | Длина неразрезанной части болта $l_1$ , мм | Масса 1000 шт. болтов, кг | Длина неразрезанной части болта $l_1$ , мм | Масса 1000 шт. болтов, кг | Длина неразрезанной части болта $l_1$ , мм | Масса 1000 шт. болтов, кг | Длина неразрезанной части болта $l_1$ , мм | Масса 1000 шт. болтов, кг |
| 160                  | 88   | 1136                      | 76   | 1711                      | 64   | 2424                      | 52   | 3229                      |
| 170                  | 98   | 1192                      | 86   | 1790                      | 74   | 2533                      | 62   | 3471                      |
| 180                  | 108  | 1247                      | 96   | 1870                      | 84   | 2642                      | 72   | 3614                      |
| 190                  | 118  | 1303                      | 106  | 1950                      | 94   | 2751                      | 82   | 3756                      |
| 200                  | 128  | 1358                      | 116  | 2030                      | 104  | 2860                      | 92   | 3898                      |
| 220                  | 148  | 1469                      | 136  | 2190                      | 124  | 3077                      | 112  | 4182                      |
| 240                  | 168  | 1580                      | 156  | 2350                      | 144  | 3295                      | 132  | 4466                      |
| 260                  | 188  | 1691                      | 176  | 2510                      | 164  | 3513                      | 152  | 4751                      |
| 280                  | 208  | 1802                      | 196  | 2670                      | 184  | 3730                      | 172  | 5035                      |
| 300                  | 228  | 1914                      | 216  | 2830                      | 204  | 3948                      | 192  | 5319                      |

Примечания: 1. По ГОСТ 15589—70\* болты класса точности С не используют диаметром 24—48 мм. 2. В скобках значения болтов по «Сокращенному сортику» крепежных изделий для строительных конструкций со следующими характеристиками: класс прочности болтов 5,3 и 8,8; гайки 4 и 6; шайбы 0,1; поле допуска резьбы для болтов — 8g, для гаек — 7H. 3. Сокращенный сортик не распространяется на металлоконструкции опор ЛЭП и мостов.

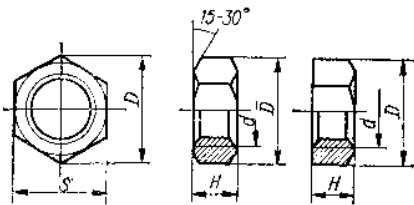
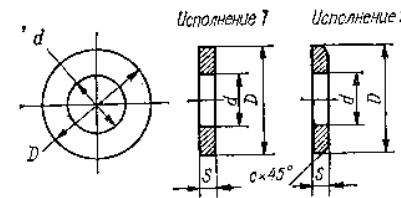


Таблица VII.10. Гайки шестигранные классов точности В по ГОСТ 5915—70\*, А по ГОСТ 5927—70\*, С по ГОСТ 15526—70\*

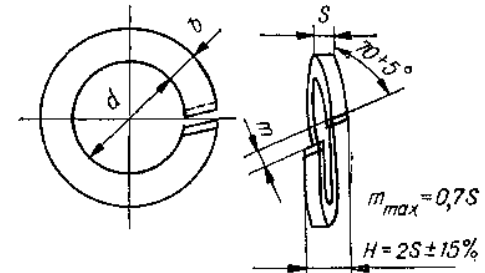
| Нормальный диаметр резьбы $d$ , мм | Размер «под ключ» $S$ , мм | Диаметр охватываемой окружности $D$ , мм, для гаек |               |                | Высота $H$ , мм | Масса 1000 шт. гаек, кг |
|------------------------------------|----------------------------|--|---------------|----------------|-----------------|-------------------------|
|                                    |                            | ГОСТ 5915—70*                                      | ГОСТ 5927—70* | ГОСТ 15526—70* |                 |                         |
| 12                                 | 19                         | 20,9   | 21,1          | —              | 10              | 15,40                   |
| 16                                 | 24                         | 26,5   | 26,8          | —              | 13              | 33,17                   |
| 20                                 | 30                         | 33,3   | 33,6          | 32,4           | 16              | 62,60                   |
| 24                                 | 36                         | 39,6   | 40,3          | 38,8           | 19              | 107,0                   |
| 30                                 | 46                         | 50,9   | 51,6          | 50,0           | 24              | 224,5                   |
| 36                                 | 55                         | 60,8   | 61,7          | 59,7           | 29              | 376,9                   |
| 42                                 | 65                         | 72,1   | 73,0          | 70,8           | 34              | 623,9                   |
| 48                                 | 75                         | 83,4   | 84,3          | 81,9           | 38              | 956,2                   |

Таблица VII.11. Шайбы по ГОСТ 11371—78\*



| Диаметр стержня крепежной детали, мм | Размеры шайбы, мм |     |     |     | Масса 1000 шт. шайб, кг |
|--------------------------------------|-------------------|-----|-----|-----|-------------------------|
|                                      | $d$               | $D$ | $S$ | $c$ |                         |
| 12                                   | 13                | 24  | 2,5 | 0,6 | 6,27                    |
| 16                                   | 17                | 30  | 3   | 0,8 | 11,3                    |
| 20                                   | 21                | 37  | 4   | 1   | 22,9                    |
| 24                                   | 25                | 44  | 4   | 1   | 32,3                    |
| 30                                   | 31                | 56  | 5   | 1,2 | 67,1                    |
| 36                                   | 37                | 66  | 6   | 1,6 | 110                     |
| 42                                   | 43                | 78  | 6   | 1,6 | 157                     |
| 48                                   | 50                | 90  | 8   | 2   | 276                     |

Таблица VII.12. Шайбы пружинные по ГОСТ 6402—70\*



| Номинальный диаметр резьбы крепежной детали, мм | Внутренний диаметр $d$ , мм | Размеры шайб, мм |     |                |             |                    |
|---|-----------------------------|------------------|-----|----------------|-------------|--------------------|
|   |                             | Легких (Л)       |     | Нормальных (Н) | Тяжелых (Т) | Особо тяжелых (ОТ) |
|   |                             | $S$              | $b$ | $S = b$        |             |                    |
| 12  | 12,1                        | 2,5              | 3,5 | 3              | 3,5         | 4                  |
| 16  | 16,3                        | 3,2              | 4,5 | 4              | 4,5         | 5                  |
| 20  | 20,5                        | 4                | 5,5 | 5              | 5,5         | 6                  |
| 24  | 24,5                        | 5                | 7   | 6              | 7           | 8                  |
| 30  | 30,5                        | 6                | 9   | 8              | 9           | 10                 |
| 36  | 36,5                        | —                | —   | 9              | 10          | 12                 |
| 42  | 42,5                        | —                | —   | 10             | 12          | —                  |
| 48  | 48,5                        | —                | —   | 12             | —           | —                  |

Примечание. Пружинные шайбы следует изготавливать из стали марки 65Г по ГОСТ 1050—74\*, термостойкие пружинные шайбы — из стали марки 3Х13 по ГОСТ 3949—75\* или других сталей с физико-механическими показателями не ниже указанных марок.

Таблица VII.13. Масса стальных пружинных шайб по ГОСТ 6402-70\*

| Шайба              | Масса 1000 шт. шайб, кг, при номинальном диаметре болта, мм |       |       |       |       |       |       |       |
|--------------------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                    | 12  | 16    | 20    | 24    | 30    | 36    | 42    | 48    |
| Легкие (Л)         | 3,369   | 7,392 | 14,12 | 27,21 | 52,64 | —     | —     | —     |
| Нормальные (Н)     | 3,357   | 8,022 | 15,75 | 27,12 | 60,87 | 91,03 | 129,7 | 215,2 |
| Тяжелые (Т)        | 4,723   | 10,41 | 19,43 | 38,14 | 79,07 | 114,9 | 193,9 | —     |
| Особо тяжелые (ОТ) | 6,369   | 13,16 | 23,58 | 51,43 | 100,1 | 172,7 | —     | —     |

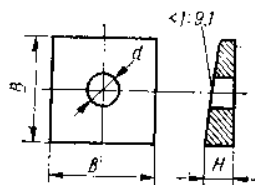


Таблица VII.14. Шайбы косые по ГОСТ 10906-78\*

| Номинальный диаметр резьбы болта, мм | Размеры, мм |    |     | Наименьший номер профиля |                          | Масса 1000 шт., кг |
|--------------------------------------|-------------|----|-----|--------------------------|--------------------------|--------------------|
|                                      | d           | b  | h   | двутавр по ГОСТ 8239-72* | швеллер по ГОСТ 8240-72* |                    |
| 12                                   | 13          | 30 | 5,7 | 18                       | 10                       | 34,3               |
| 16                                   | 17          | 30 | 5,7 | 18а                      | 14                       | 30,1               |
| 20                                   | 22          | 40 | 6,2 | 24а                      | 18а                      | 59,4               |
| 24                                   | 26          | 50 | 6,8 | 40                       | 22а                      | 105,1              |

Примечания: 1. Шайбы изготавливают из полосовой стали по ГОСТ 5157-83\*  
2. Косые шайбы предназначены для подкладывания под гайки или головки болтов для выравнивания уклонов полок швеллеров и двутавровых балок.

### VII.5. СОЕДИНЕНИЯ НА ВЫСОКОПРОЧНЫХ БОЛТАХ

Соединения на высокопрочных болтах — сдвигоустойчивые соединения, в которых сдвигающие усилия воспринимаются силами трения между соприкасающимися плоскостями, возникающими от натяжения болтов. Широко применяются в качестве монтажных соединений в конструкциях, воспринимающих динамические и вибрационные нагрузки, возводимых в климатических районах I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub> и III<sub>3</sub>.

Расчетное усилие воспринимаемое одним высокопрочным болтом на каждую плоскость трения

$$Q_{bh} = R_{bh} \gamma_b A_{bh} \mu / \gamma_n \quad (VII.4)$$

где  $R_{bh}$  — расчетное сопротивление растяжению высокопрочных болтов, равное  $0,7R_{bнт}$  (табл. VII.15);  $\mu$  — коэффициент трения, принимаемый: 0,58 — при дробебетной или дробеструйной обработке двух поверхностей дробью без консервации; 0,50 — то же, с консервацией металлизацией распылением цинка или алюминия, а также при обработке одной поверхности дробью с консервацией полимерным клеем и посыпкой карборундовым порошком, а другой стальными щетками без консервации; 0,42 — при газопламенной обработке двух поверх-

ностей без консервации; 0,35 — при обработке двух плоскостей стальными щетками без консервации; 0,25 — без обработки поверхности;  $\gamma_b$  — коэффициент условий работы соединения, принимаемый в зависимости от количества  $n$  болтов:  $\gamma_b = 0,8$  при  $n < 5$ ;  $\gamma_b = 0,9$  при  $5 \leq n \leq 10$ ;  $\gamma_b = 1$  при  $n \geq 10$ ;  $\gamma_n$  — коэффициент надежности, принимаемый по табл. VII.16.

Таблица VII.15. Механические свойства и марки стали высокопрочных болтов и гаек по ГОСТ 22356-77\*

| Номинальный диаметр резьбы d, мм | Болты                                    |                                | Марка стали по ГОСТ 4543-71*     | Напряжение от испытательной нагрузки, МПа | Гайки          |   |
|----------------------------------|--|--------------------------------|----------------------------------|---|----------------|---|
|                                  | Временное сопротивление $\sigma_b$ , МПа |                                |                                  |   | Сталь          |   |
|                                  | min                                      | max <sup>1</sup>               |                                  |   | марка          | ГОСТ  |
| 16-27                            | 1080                                     | 1275                           | 40X «селект»                     | 1080                                      | 35; 40         | ГОСТ 1050-74**, ГОСТ 10702-78*, ГОСТ 4543-71* |
|                                  | 1325                                     | 1665                           | 38XC «селект»<br>40XФА «селект»  |   | 40X            | ГОСТ 4543-71*, ГОСТ                           |
|                                  | 1520                                     | 1865                           | 30X3МФ;<br>30X2НМФА <sup>2</sup> |   | 40X<br>30X3МФ; | 10702-78*                                     |
| 30                               | 930                                      | 1125                           | 40X «селект»                     | 930                                       | 35; 40         | ГОСТ 1050-74**, ГОСТ                          |
|                                  |  |                                |                                  |   | 35X; 40X       | 10702-78*,                                    |
|                                  |  |                                |                                  |   |                | ГОСТ 4543-71*                                 |
| 1175                             | 1520                                     | 30X3МФ;<br>35X2АФ <sup>2</sup> | 1175                             | 40X                                       | 40X            | ГОСТ 4543-71, ГОСТ 10702-78*                  |
|                                  |  |                                |                                  |   | 35; 40         | ГОСТ 1050-74**, ГОСТ                          |
|                                  |  |                                |                                  |   | 35X; 40X       | 10702-78*,                                    |
| 36                               | 735                                      | 930                            | 40X «селект»                     | 735                                       | 35; 40         | ГОСТ 1050-74**, ГОСТ                          |
| 42                               | 635                                      | 835                            | 40X «селект»                     | 635                                       | 35X; 40X       | 10702-78*,                                    |
| 48                               | 590                                      | 785                            | 40X «селект»                     | 590                                       | 35X; 40X       | ГОСТ 4543-71*                                 |
| 36                               | 1080                                     | 1520                           | 30X3МФ                           | 1080                                      | 40X            | ГОСТ 4543-71*,                                |
| 42                               | 980                                      | 1520                           | 30X3МФ                           | 980                                       | 40X            | ГОСТ 10702-78*                                |
| 48                               | 880                                      | 1370                           | 30X3МФ                           | 880                                       | 40X            |   |

<sup>1</sup> Для применения в мостостроении.

<sup>2</sup> По стандартам и техническим условиям на материал.

Примечания. Диаметр резьбы болтов из стали марки 40XФА «селект» — не более 20 мм, из стали марки 38XC «селект» — не более 24 мм.

Таблица VII.16. Коэффициенты надежности по СНиП 11-23-81\*

| Коэффициент трения $\mu$                   | Нагрузка  |   |
|--|---|---|
|  | динамическая, $\delta = 3-6$ ;<br>статическая, $\delta = 5-6$ | динамическая, $\delta = 1$ ;<br>статическая, $\delta = 1-4$ |
| Способ регулирования натяжения болтов по M |   |   |
| 0,58; 0,50; 0,42                           | 1,35  | 1,12  |
| 0,35                                       | 1,35  | 1,17  |
| 0,25                                       | 1,70  | 1,30  |

Продолжение табл. VII.16

| Коэффициент трения $\mu$  | Нагрузка  |   |
|---|---|---|
|   | динамическая, $\delta = 3-6$ ;<br>статическая, $\delta = 5-6$ | динамическая, $\delta = 1$ ;<br>статическая, $\delta = 1-4$ |
| <i>Способ регулирования натяжения болтов по <math>\alpha</math></i> |   |   |
| 0,58; 0,50; 0,42  | 1,20  | 1,02  |
| 0,35  | 1,25  | 1,06  |
| 0,25  | 1,50  | 1,20  |

Примечания: 1. Способ регулирования натяжения по  $M$  означает регулирование по моменту закручивания, по  $\alpha$  — по углу поворота гайки. 2.  $\delta$  — разность номинальных диаметров отверстий и болтов.

Количество высокопрочных болтов в соединении с  $k$  поверхностями трения соединяемых элементов (принимая распределение усилия между болтами равномерным)

$$n \geq N / (k \gamma_c Q_{bh}) \quad (VII.5)$$

Натяжение высокопрочного болта производят осевым усилием (табл. VII.17)

$$P = R_{bh} A_{bh} \quad (VII.6)$$

и регулируют по моменту закручивания (по  $M$ ) или по углу поворота гайки (по  $\alpha$ ).

Количество высокопрочных болтов в соединении определяют также по формуле  $n \geq N / (k [N])$ , где  $[N]$  принимают по табл. VII.18.

Таблица VII.17. Осевые усилия натяжения высокопрочных болтов

| Материал болтов              |                          | Осевое усилие $P$ , кН, натяжения высокопрочных болтов диаметром $d$ , мм |              |              |              |              |
|------------------------------|--------------------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Марка стали по ГОСТ 4543-71* | $R_{bh}$ , МПа, не менее | 16  | 18           | 20           | 22           | 24           |
|                              |                          | Площадь сечения $A_{bh}/A_{bh}$ , см <sup>2</sup>                         |              |              |              |              |
|                              |                          | 2,01<br>1,57  | 2,51<br>1,92 | 3,14<br>2,45 | 3,80<br>3,03 | 4,52<br>3,52 |
| 40X «селект»                 | 755                      | 120,9   | 147,8        | 188,6        | 233,3        | 271          |
| 38XC «селект»                | 921                      | 147,5   | 179,5        | 230,3        | 284,8        | 330,8        |
| 40XФА «селект»               |                          |   |              |              |              |              |
| 30X3MФ                       | 1058                     | 169,5<br>27   | 207,3<br>30  | 246,6<br>36  | 327,2<br>42  | 380,1<br>48  |

| Материал болтов              |                          |              |              |               |                |                |
|------------------------------|--------------------------|--------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
| Марка стали по ГОСТ 4543-71* | $R_{bh}$ , МПа, не менее | 5,72<br>4,59 | 7,06<br>5,60 | 10,17<br>8,26 | 13,85<br>11,20 | 18,09<br>14,72 |
| 40X «селект»                 | 755                      | 353,4        | —            | —             | —              | —              |
| 30X3MФ                       | 1058                     | 495,7        | —            | —             | —              | —              |
| 40X «селект»                 | 652                      | —            | 372,4        | —             | —              | —              |
| 30X3MФ                       | 823                      | —            | 470,4        | —             | —              | —              |
| 40X «селект»                 | 515                      | —            | —            | 433,6         | —              | —              |

Продолжение табл. VII.17

| Марка стали по ГОСТ 4543-71* | $R_{bh}$ , МПа, не менее | Материал болтов |              |               |                |                |
|------------------------------|--------------------------|-----------------|--------------|---------------|----------------|----------------|
|                              |                          | 5,72<br>4,59    | 7,06<br>5,60 | 10,17<br>8,26 | 13,85<br>11,20 | 18,09<br>14,72 |
| 30X3MФ                       | 755                      | —               | —            | 636           | —              | —              |
| 40X «селект»                 | 446                      | —               | —            | —             | 509,6          | —              |
| 30X3MФ                       | 686                      | —               | —            | —             | 784            | —              |
| 40X «селект»                 | 412                      | —               | —            | —             | —              | 618,2          |
| 30X3MФ                       | 617                      | —               | —            | —             | —              | 927,3          |

Примечания: 1. Диаметр резьбы болтов из стали марок 40XФА «селект» — не более 20 мм, из стали 38XC «селект» — не более 24 мм. 2. Значения  $A_{bh}$  и  $A_{bh}$  приняты по СТ СЭВ 150-75, СТ СЭВ 151-75, СТ СЭВ 152-75.

Таблица VII.18. Несущая способность высокопрочных болтов

| Коэффициенты |                       | Несущая способность $[N]$ , кН, на одну плоскость трения одного болта из стали марок |                                  |        |
|--------------|-----------------------|--|----------------------------------|--------|
| трения $\mu$ | надёжности $\gamma_n$ | 40X «селект»   | 38XC «селект»,<br>40XФА «селект» | 30X3MФ |

Номинальный диаметр резьбы 16 мм

|      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|
| 0,58 | 1,35 | 52   | 63,4 | 72,9 |
| 0,58 | 1,12 | 62,6 | 76,4 | 87,8 |
| 0,58 | 1,20 | 58,4 | 71,2 | 81,8 |
| 0,58 | 1,02 | 68,6 | 83,8 | 96,3 |
| 0,50 | 1,35 | 44,7 | 54,6 | 62,7 |
| 0,50 | 1,12 | 53,9 | 65,8 | 75,6 |
| 0,50 | 1,20 | 50,3 | 61,3 | 70,5 |
| 0,50 | 1,02 | 59,2 | 72,3 | 83   |
| 0,42 | 1,35 | 37,6 | 45,8 | 52,7 |
| 0,42 | 1,12 | 45,3 | 55,3 | 63,5 |
| 0,42 | 1,20 | 42,3 | 51,6 | 59,3 |
| 0,42 | 1,02 | 49,7 | 60,6 | 69,6 |
| 0,35 | 1,35 | 31,3 | 38,2 | 43,9 |
| 0,35 | 1,17 | 36,1 | 44,1 | 50,7 |
| 0,35 | 1,25 | 33,8 | 41,3 | 47,4 |
| 0,35 | 1,06 | 39,9 | 48,7 | 55,9 |
| 0,25 | 1,70 | 17,7 | 21,7 | 24,9 |
| 0,25 | 1,30 | 23,2 | 28,3 | 32,5 |
| 0,25 | 1,50 | 20   | 24,5 | 28,1 |
| 0,25 | 1,20 | 25,1 | 30,7 | 35,2 |

Номинальный диаметр резьбы 18 мм

|      |      |      |       |       |
|------|------|------|-------|-------|
| 0,58 | 1,35 | 63,6 | 77,5  | 89,2  |
| 0,58 | 1,12 | 76,6 | 93,4  | 107,4 |
| 0,58 | 1,20 | 71,4 | 87,1  | 100   |
| 0,58 | 1,02 | 83,9 | 102,5 | 117,8 |
| 0,50 | 1,35 | 54,7 | 66,8  | 76,7  |
| 0,50 | 1,12 | 65,9 | 80,5  | 92,5  |
| 0,50 | 1,20 | 61,5 | 75    | 86,2  |
| 0,50 | 1,02 | 72,4 | 88,4  | 101,5 |
| 0,42 | 1,35 | 46   | 56    | 64,5  |
| 0,42 | 1,12 | 55,4 | 67,6  | 77,7  |
| 0,42 | 1,20 | 51,7 | 63,1  | 72,5  |
| 0,42 | 1,02 | 60,8 | 74,1  | 85,1  |

Продолжение табл. VII.18

| Коэффициенты                            |                       | Несущая способность [N], кН, на одну плоскость трения одного болта из стали марок |                                  |        |
|---|-----------------------|---|----------------------------------|--------|
| трения $\mu$                            | надежности $\gamma_h$ | 40X «селект»  | 38XС «селект»;<br>40XФА «селект» | 30X3МФ |
| 0,35                                    | 1,35                  | 38,3  | 46,7                             | 53,7   |
| 0,35                                    | 1,17                  | 44,2  | 53,9                             | 62     |
| 0,35                                    | 1,25                  | 41,3  | 50,5                             | 58     |
| 0,35                                    | 1,06                  | 48,8  | 59,6                             | 68,4   |
| 0,25                                    | 1,70                  | 21,6  | 26,5                             | 30,5   |
| 0,25                                    | 1,30                  | 28,4  | 34,6                             | 39,7   |
| 0,25                                    | 1,50                  | 24,5  | 30                               | 34,4   |
| 0,25                                    | 1,20                  | 30,7  | 37,5                             | 43     |
| <i>Номинальный диаметр резьбы 20 мм</i> |                       |   |                                  |        |
| 0,58                                    | 1,35                  | 81,1  | 99                               | 106    |
| 0,58                                    | 1,12                  | 97,7  | 119,3                            | 127,7  |
| 0,58                                    | 1,20                  | 91,1  | 111,2                            | 119,1  |
| 0,58                                    | 1,02                  | 107,1   | 130,8                            | 140    |
| 0,50                                    | 1,35                  | 69,8  | 85,2                             | 91,2   |
| 0,50                                    | 1,12                  | 84,1  | 102,7                            | 110    |
| 0,50                                    | 1,20                  | 78,4  | 95,8                             | 102,6  |
| 0,50                                    | 1,02                  | 92,4  | 112,8                            | 120,8  |
| 0,42                                    | 1,35                  | 58,6  | 71,6                             | 76,7   |
| 0,42                                    | 1,12                  | 70,7  | 86,3                             | 92,5   |
| 0,42                                    | 1,20                  | 66  | 80,6                             | 86,3   |
| 0,42                                    | 1,02                  | 77,5  | 94,6                             | 101,3  |
| 0,35                                    | 1,35                  | 48,8  | 59,6                             | 63,8   |
| 0,35                                    | 1,17                  | 56,4  | 68,8                             | 73,7   |
| 0,35                                    | 1,25                  | 52,8  | 64,5                             | 69     |
| 0,35                                    | 1,06                  | 62,2  | 76                               | 81,4   |
| 0,25                                    | 1,70                  | 27,7  | 33,8                             | 36,2   |
| 0,25                                    | 1,30                  | 36,2  | 44,2                             | 47,3   |
| 0,25                                    | 1,50                  | 31,3  | 38,2                             | 40,9   |
| 0,25                                    | 1,20                  | 39,2  | 47,9                             | 51,3   |
| <i>Номинальный диаметр резьбы 22 мм</i> |                       |   |                                  |        |
| 0,58                                    | 1,35                  | 100,3   | 122,4                            | 131,1  |
| 0,58                                    | 1,12                  | 120,8   | 147,5                            | 157,9  |
| 0,58                                    | 1,20                  | 112,7   | 137,5                            | 147,3  |
| 0,58                                    | 1,02                  | 132,5   | 161,8                            | 173,1  |
| 0,50                                    | 1,35                  | 86,3  | 105,4                            | 112,8  |
| 0,50                                    | 1,12                  | 104   | 127                              | 136    |
| 0,50                                    | 1,20                  | 97  | 118,5                            | 126,9  |
| 0,50                                    | 1,02                  | 114,3   | 139,5                            | 149,4  |
| 0,42                                    | 1,35                  | 72,5  | 88,5                             | 94,9   |
| 0,42                                    | 1,12                  | 87,4  | 106,7                            | 114,4  |
| 0,42                                    | 1,20                  | 81,6  | 99,7                             | 106,7  |
| 0,42                                    | 1,02                  | 95,8  | 117                              | 125,3  |
| 0,35                                    | 1,35                  | 60,4  | 73,7                             | 78,9   |
| 0,35                                    | 1,17                  | 69,7  | 85,1                             | 91,1   |
| 0,35                                    | 1,25                  | 65,3  | 79,8                             | 85,3   |
| 0,35                                    | 1,06                  | 76,9  | 94                               | 100,7  |
| 0,25                                    | 1,70                  | 34,3  | 41,8                             | 44,8   |
| 0,25                                    | 1,30                  | 44,8  | 54,7                             | 58,5   |
| 0,25                                    | 1,50                  | 38,7  | 47,2                             | 50,6   |
| 0,25                                    | 1,20                  | 48,5  | 59,2                             | 63,4   |

Продолжение табл. VII.18

| Коэффициенты                            |                       | Несущая способность [N], кН, на одну плоскость трения одного болта из стали марок |                                  |        |
|---|-----------------------|---|----------------------------------|--------|
| трения $\mu$                            | надежности $\gamma_h$ | 40X «селект»  | 38XС «селект»;<br>40XФА «селект» | 30X3МФ |
| <i>Номинальный диаметр резьбы 24 мм</i> |                       |   |                                  |        |
| 0,58                                    | 1,35                  | 116,5   | 142,2                            | 163,4  |
| 0,58                                    | 1,12                  | 140,4   | 171,3                            | 196,9  |
| 0,58                                    | 1,20                  | 130,9   | 159,8                            | 183,6  |
| 0,58                                    | 1,02                  | 153,9   | 187,9                            | 215,9  |
| 0,50                                    | 1,35                  | 100,2   | 122,4                            | 140,6  |
| 0,50                                    | 1,12                  | 120,8   | 147,5                            | 169,5  |
| 0,50                                    | 1,20                  | 112,7   | 137,6                            | 158,1  |
| 0,50                                    | 1,02                  | 132,8   | 162,1                            | 186,2  |
| 0,42                                    | 1,35                  | 84,3  | 102,9                            | 118,2  |
| 0,42                                    | 1,12                  | 101,6   | 124                              | 142,5  |
| 0,42                                    | 1,20                  | 94,8  | 115,8                            | 133    |
| 0,42                                    | 1,02                  | 111,4   | 135,9                            | 156,2  |
| 0,35                                    | 1,35                  | 70,2  | 85,7                             | 98,4   |
| 0,35                                    | 1,17                  | 81  | 98,9                             | 113,6  |
| 0,35                                    | 1,25                  | 75,9  | 92                               | 106,4  |
| 0,35                                    | 1,06                  | 89,4  | 109,1                            | 125,4  |
| 0,25                                    | 1,70                  | 39,8  | 48,6                             | 55,8   |
| 0,25                                    | 1,30                  | 52  | 63,5                             | 73     |
| 0,25                                    | 1,50                  | 45  | 54,9                             | 63,1   |
| 0,25                                    | 1,20                  | 56,3  | 68,8                             | 79     |
| <i>Номинальный диаметр резьбы 27 мм</i> |                       |   |                                  |        |
| 0,58                                    | 1,35                  | 151,9   | 185,4                            | 198,5  |
| 0,58                                    | 1,12                  | 183   | 223,4                            | 239,2  |
| 0,58                                    | 1,20                  | 170,6   | 208,3                            | 223,1  |
| 0,58                                    | 1,02                  | 200,6   | 245                              | 262,2  |
| 0,50                                    | 1,35                  | 130,7   | 159,6                            | 170,8  |
| 0,50                                    | 1,12                  | 157,5   | 192,4                            | 206    |
| 0,50                                    | 1,20                  | 146,8   | 179,4                            | 192,2  |
| 0,50                                    | 1,02                  | 173,1   | 211,3                            | 226,3  |
| 0,42                                    | 1,35                  | 109,8   | 134,1                            | 143,7  |
| 0,42                                    | 1,12                  | 132,4   | 161,6                            | 173,3  |
| 0,42                                    | 1,20                  | 123,6   | 151                              | 161,6  |
| 0,42                                    | 1,02                  | 145,2   | 177,2                            | 189,7  |
| 0,35                                    | 1,35                  | 91,4  | 111,6                            | 119,5  |
| 0,35                                    | 1,17                  | 105,6   | 128,9                            | 138    |
| 0,35                                    | 1,25                  | 98,9  | 120,8                            | 129,2  |
| 0,35                                    | 1,06                  | 116,5   | 142,3                            | 152,5  |
| 0,25                                    | 1,70                  | 51,9  | 63,3                             | 67,8   |
| 0,25                                    | 1,30                  | 67,8  | 82,8                             | 88,6   |
| 0,25                                    | 1,50                  | 58,6  | 71,5                             | 76,6   |
| 0,25                                    | 1,20                  | 73,4  | 89,7                             | 96,1   |
| <i>Номинальный диаметр резьбы 30 мм</i> |                       |   |                                  |        |
| 0,58                                    | 1,35                  | 160,1   | —                                | 202,2  |
| 0,58                                    | 1,12                  | 192,9   | —                                | 243,6  |
| 0,58                                    | 1,20                  | 179,8   | —                                | 227,2  |
| 0,58                                    | 1,02                  | 211,5   | —                                | 267,2  |
| 0,50                                    | 1,35                  | 137,8   | —                                | 174    |
| 0,50                                    | 1,12                  | 166,1   | —                                | 209,8  |
| 0,50                                    | 1,20                  | 154,9   | —                                | 195,7  |

Продолжение табл. VII.18

| Коэффициенты                            |                       | Несущая способность [N], кН, на одну плоскость трения одного болта из стали марок |                               |        |
|---|-----------------------|---|-------------------------------|--------|
| трения $\mu$                            | надежности $\gamma_n$ | 40X «селект»  | 38ХС «селект»; 40ХФА «селект» | 30Х3МФ |
| 0,50                                    | 1,02                  | 182,5   | —                             | 230,5  |
| 0,42                                    | 1,35                  | 115,8   | —                             | 146,3  |
| 0,42                                    | 1,12                  | 139,6   | —                             | 176,4  |
| 0,42                                    | 1,20                  | 130,3   | —                             | 164,6  |
| 0,42                                    | 1,02                  | 153   | —                             | 193,3  |
| 0,35                                    | 1,35                  | 96,4  | —                             | 121,8  |
| 0,35                                    | 1,17                  | 111,3   | —                             | 140,6  |
| 0,35                                    | 1,25                  | 104,2   | —                             | 131,7  |
| 0,35                                    | 1,06                  | 122,9   | —                             | 155,2  |
| 0,25                                    | 1,70                  | 54,7  | —                             | 69,1   |
| 0,25                                    | 1,30                  | 71,5  | —                             | 90,3   |
| 0,25                                    | 1,50                  | 61,8  | —                             | 78,1   |
| 0,25                                    | 1,20                  | 77,4  | —                             | 97,8   |
| <i>Номинальный диаметр резьбы 36 мм</i> |                       |   |                               |        |
| 0,58                                    | 1,35                  | 186,4   | —                             | 273,5  |
| 0,58                                    | 1,12                  | 224,6   | —                             | 329,4  |
| 0,58                                    | 1,20                  | 209,4   | —                             | 307,2  |
| 0,58                                    | 1,02                  | 246,3   | —                             | 361,2  |
| 0,50                                    | 1,35                  | 160,4   | —                             | 235,3  |
| 0,50                                    | 1,12                  | 193,4   | —                             | 283,6  |
| 0,50                                    | 1,20                  | 180,4   | —                             | 264,6  |
| 0,50                                    | 1,02                  | 212,4   | —                             | 311,6  |
| 0,42                                    | 1,35                  | 134,8   | —                             | 197,8  |
| 0,42                                    | 1,12                  | 162,6   | —                             | 238,5  |
| 0,42                                    | 1,20                  | 151,7   | —                             | 222,6  |
| 0,42                                    | 1,02                  | 178,2   | —                             | 261,4  |
| 0,35                                    | 1,35                  | 112,3   | —                             | 164,7  |
| 0,35                                    | 1,17                  | 129,6   | —                             | 190,1  |
| 0,35                                    | 1,25                  | 121,4   | —                             | 178,1  |
| 0,35                                    | 1,06                  | 143,1   | —                             | 209,9  |
| 0,25                                    | 1,70                  | 63,7  | —                             | 93,5   |
| 0,25                                    | 1,30                  | 83,2  | —                             | 122,1  |
| 0,25                                    | 1,50                  | 72  | —                             | 105,6  |
| 0,25                                    | 1,20                  | 90,2  | —                             | 132,3  |
| <i>Номинальный диаметр резьбы 42 мм</i> |                       |   |                               |        |
| 0,58                                    | 1,35                  | 219,1   | —                             | 337,1  |
| 0,58                                    | 1,12                  | 264   | —                             | 406,1  |
| 0,58                                    | 1,20                  | 246,1   | —                             | 378,6  |
| 0,58                                    | 1,02                  | 289,4   | —                             | 445,3  |
| 0,50                                    | 1,35                  | 188,5   | —                             | 290,1  |
| 0,50                                    | 1,12                  | 227,3   | —                             | 349,6  |
| 0,50                                    | 1,20                  | 212   | —                             | 326,1  |
| 0,50                                    | 1,02                  | 249,7   | —                             | 384,1  |
| 0,42                                    | 1,35                  | 158,5   | —                             | 243,8  |
| 0,42                                    | 1,12                  | 191,1   | —                             | 294    |
| 0,42                                    | 1,20                  | 178,3   | —                             | 274,4  |
| 0,42                                    | 1,02                  | 209,4   | —                             | 322,2  |
| 0,35                                    | 1,35                  | 132   | —                             | 203    |
| 0,35                                    | 1,17                  | 152,3   | —                             | 234,4  |
| 0,35                                    | 1,25                  | 142,7   | —                             | 219,5  |

Продолжение табл. VII.18

| Коэффициенты                            |                       | Несущая способность [N], кН, на одну плоскость трения одного болта из стали марок |                               |        |
|---|-----------------------|---|-------------------------------|--------|
| трения $\mu$                            | надежности $\gamma_n$ | 40X «селект»  | 38ХС «селект»; 40ХФА «селект» | 30Х3МФ |
| 0,35                                    | 1,06                  | 168,1   | —                             | 258,7  |
| 0,25                                    | 1,70                  | 74,9  | —                             | 115,2  |
| 0,25                                    | 1,30                  | 97,8  | —                             | 150,5  |
| 0,25                                    | 1,50                  | 84,6  | —                             | 130,1  |
| 0,25                                    | 1,20                  | 106   | —                             | 163    |
| <i>Номинальный диаметр резьбы 48 мм</i> |                       |   |                               |        |
| 0,58                                    | 1,35                  | 265,8   | —                             | 398,7  |
| 0,58                                    | 1,12                  | 320,2   | —                             | 480,3  |
| 0,58                                    | 1,20                  | 298,6   | —                             | 447,9  |
| 0,58                                    | 1,02                  | 351,1   | —                             | 526,7  |
| 0,50                                    | 1,35                  | 228,7   | —                             | 343,1  |
| 0,50                                    | 1,12                  | 275,7   | —                             | 413,6  |
| 0,50                                    | 1,20                  | 237,1   | —                             | 385,7  |
| 0,50                                    | 1,02                  | 302,9   | —                             | 454,4  |
| 0,42                                    | 1,35                  | 192,2   | —                             | 288,4  |
| 0,42                                    | 1,12                  | 231,8   | —                             | 347,7  |
| 0,42                                    | 1,20                  | 216,3   | —                             | 324,5  |
| 0,42                                    | 1,02                  | 254,1   | —                             | 381,1  |
| 0,35                                    | 1,35                  | 160,1   | —                             | 240,1  |
| 0,35                                    | 1,17                  | 184,8   | —                             | 277,2  |
| 0,35                                    | 1,25                  | 173,1   | —                             | 259,6  |
| 0,35                                    | 1,06                  | 204   | —                             | 306    |
| 0,25                                    | 1,70                  | 90,9  | —                             | 136,3  |
| 0,25                                    | 1,30                  | 118,7   | —                             | 178    |
| 0,25                                    | 1,50                  | 102,6   | —                             | 153,9  |
| 0,25                                    | 1,20                  | 128,6   | —                             | 192,9  |

Примечание. Значения [N] определены по формуле (VII.4) при  $\gamma_b = 1$  (количество болтов в соединении принято  $n \geq 10$ ). Для соединений с меньшим количеством болтов значение [N] из данной таблицы должно быть умножено на соответствующее значение  $\gamma_b$ .

При расчете на прочность элементов, ослабленных отверстиями под высокопрочные болты, учитывают, что половина усилия, приходящегося на каждый болт, в рассматриваемом сечении уже передана силами трения. При этом в расчете учитывают: при статических нагрузках при  $A_n \geq 0,85A$  —  $A$ , при  $A_n < 0,85A$  — условную площадь  $A_e = 1,184A_n$ ; при динамических —  $A_n$ .

Высокопрочные болты разрезают в соответствии с рекомендациями табл. VII.1.

Под головки и гайки высокопрочных болтов должны быть поставлены термически обработанные шайбы по ГОСТ 22355—77\*. Характеристики болтов, гаек и шайб приведены в табл. VII.19 — VII.23. При высокопрочных болтах с увеличенными головками и гайками и при разности номинальных диаметров отверстий и болта не более 3 мм в конструкциях из стали с временным сопротивлением до 440 МПа (4500 кгс/см<sup>2</sup>) и не более 4 мм в конструкциях из стали с временным сопротивлением более 440 МПа (4500 кгс/см<sup>2</sup>) допускается установка только одной шайбы под гайку.



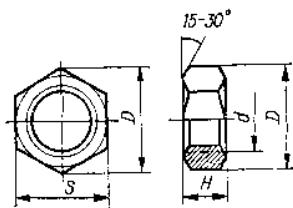


Таблица VII.21. Гайки высокопрочные (нормальной точности) по ГОСТ 22354—77\*

| Номинальный диаметр резьбы $d$ , мм | Параметры гайки, мм   |            |            |   | Теоретическая масса 1000 шт. гайк, кг |
|-------------------------------------|-----------------------|------------|------------|---|---------------------------------------|
|                                     | размер «под ключ» $S$ | шаг резьбы | высота $H$ | диаметр описанной окружности $D$ , не менее |                                       |
| 16                                  | 27                    | 2          | 15         | 29,9  | 50                                    |
| 18                                  | 30                    | 2,5        | 16         | 33,3  | 66                                    |
| 20                                  | 32                    | 2,5        | 18         | 35  | 80                                    |
| 22                                  | 36                    | 2,5        | 19         | 39,6  | 108                                   |
| 24                                  | 41                    | 3          | 22         | 45,2  | 171                                   |
| 27                                  | 46                    | 3          | 24         | 50,9  | 224                                   |
| 30                                  | 46                    | 3,5        | 24         | 50,9  | 213                                   |
| 36                                  | 55                    | 4          | 29         | 60,8  | 368                                   |
| 42                                  | 65                    | 4,5        | 34         | 72,1  | 611                                   |
| 48                                  | 75                    | 5          | 38         | 83,4  | 921                                   |

Примечание. Предельные отклонения для  $H$  и  $S$  — по  $k13$ .

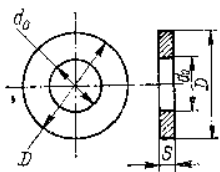


Таблица VII.22. Шайбы к высокопрочным болтам (нормальной точности) по ГОСТ 22355—77\*

| Номинальный диаметр резьбы болта $d$ , мм | Параметры шайбы, мм     |                   |                   | Теоретическая масса 1000 шт. шайб, кг |
|---|-------------------------|-------------------|-------------------|---------------------------------------|
|   | диаметр отверстия $d_0$ | диаметр шайбы $D$ | толщина шайбы $S$ |                                       |
| 16  | 18                      | 37                | 4                 | 25,8                                  |
| 18  | 20                      | 39                | 4                 | 27,6                                  |
| 20  | 22                      | 44                | 4                 | 35,8                                  |
| 22  | 24                      | 50                | 5 (6)             | 39,3                                  |
| 24  | 26                      | 56                | 5 (6)             | 75,8                                  |
| 27  | 30                      | 66                | 6                 | 127,8                                 |
| 30  | 33                      | 66                | 6                 | 140,8                                 |
| 36  | 39                      | 78                | 6                 | 168,7                                 |
| 42  | 45                      | 90                | 8                 | 299,5                                 |
| 48  | 52                      | 100               | 8                 | 359,7                                 |

Примечания: 1. Предельные отклонения для  $d_0$  и  $D$  — по  $k14$ . 2. В скобках толщина шайб, применяемых в мостостроении.

Таблица VII.23. Определение длины болта в соединениях на высокопрочных болтах

| Длина болта $L$ , мм | Толщина пакета в соединениях на высокопрочных болтах диаметром $d$ , мм |          |           |           |           |
|----------------------|---|----------|-----------|-----------|-----------|
|                      | 16  | 18       | 20        | 22        | 24        |
| 40                   | $\leq 8$  | —        | —         | —         | —         |
| 45                   | 9—18  | $\leq 9$ | —         | —         | —         |
| 50                   | 14—22   | 10—20    | $\leq 10$ | —         | —         |
| 55                   | 19—27   | 15—25    | 11—20     | $\leq 11$ | —         |
| 60                   | 24—32   | 20—30    | 16—25     | 12—25     | $\leq 13$ |
| 65                   | 29—37   | 25—35    | 21—30     | 17—30     | 14—25     |
| 70                   | 34—42   | 30—40    | 26—35     | 22—35     | 19—30     |
| 75                   | 39—47   | 35—45    | 31—40     | 27—40     | 24—35     |
| 80                   | 44—52   | 40—50    | 36—45     | 32—45     | 29—40     |
| 85                   | 49—57   | 45—55    | 41—50     | 37—50     | 34—45     |
| 90                   | 54—62   | 50—60    | 46—55     | 42—55     | 39—50     |
| 95                   | 59—67   | 55—65    | 51—60     | 47—60     | 44—55     |
| 100                  | 64—72   | 60—70    | 56—65     | 52—65     | 49—60     |
| 105                  | 69—77   | 65—75    | 61—70     | 57—70     | 54—65     |
| 110                  | 74—82   | 70—80    | 66—75     | 62—75     | 59—70     |
| 115                  | 79—87   | 75—85    | 71—80     | 67—80     | 64—75     |
| 120                  | 84—92   | 80—90    | 76—85     | 72—85     | 69—80     |
| 125                  | 89—97   | 85—95    | 81—90     | 77—90     | 74—85     |
| 130                  | 94—102  | 90—100   | 86—95     | 82—95     | 79—90     |
| 140                  | 104—112   | 100—110  | 96—105    | 92—105    | 88—100    |
| 150                  | 114—122   | 110—120  | 106—115   | 102—115   | 98—110    |
| 160                  | 118—132   | 114—130  | 110—125   | 106—125   | 102—120   |
| 170                  | 128—142   | 124—140  | 120—135   | 116—135   | 112—130   |
| 180                  | 138—152   | 134—150  | 130—145   | 126—145   | 122—140   |
| 190                  | 148—162   | 144—160  | 140—155   | 136—155   | 132—150   |
| 200                  | 158—172   | 154—170  | 150—165   | 146—165   | 142—160   |
| 220                  | 172—192   | 174—190  | 170—185   | 166—185   | 162—180   |
| 240                  | 198—212   | 194—210  | 190—205   | 186—205   | 182—200   |
| 260                  | 218—232   | 214—230  | 210—225   | 206—225   | 202—220   |
| 280                  | 238—252   | 234—250  | 230—245   | 226—245   | 222—240   |
| 300                  | 258—272   | 254—270  | 250—265   | 246—265   | 242—260   |

| $L$ , мм | 27    | 30    | 36    | 42 | 48 |
|----------|-------|-------|-------|----|----|
| 70       | 12—25 | —     | —     | —  | —  |
| 75       | 17—30 | 12—25 | —     | —  | —  |
| 80       | 22—35 | 17—30 | —     | —  | —  |
| 85       | 27—40 | 22—35 | —     | —  | —  |
| 90       | 32—45 | 27—40 | 15—35 | —  | —  |
| 95       | 37—50 | 32—45 | 20—40 | —  | —  |

| $t_1$ , мм | 27      | 30      | 36      | 42      | 48      |
|------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 100        | 42—53   | 37—50   | 25—45   | —       | —       |
| 105        | 47—60   | 42—55   | 30—50   | 20—45   | —       |
| 110        | 52—65   | 47—60   | 35—55   | 25—50   | —       |
| 115        | 57—70   | 52—65   | 40—60   | 30—55   | —       |
| 120        | 62—75   | 57—70   | 45—65   | 35—60   | 23—55   |
| 125        | 67—80   | 62—75   | 50—70   | 40—65   | 28—60   |
| 130        | 72—85   | 67—80   | 55—75   | 45—70   | 33—65   |
| 140        | 82—95   | 77—90   | 65—85   | 55—80   | 43—75   |
| 150        | 92—105  | 87—100  | 75—95   | 65—90   | 53—85   |
| 160        | 97—115  | 91—110  | 79—105  | 70—100  | 57—95   |
| 170        | 107—125 | 101—120 | 89—115  | 80—110  | 67—105  |
| 180        | 117—135 | 111—130 | 99—125  | 90—120  | 77—115  |
| 190        | 127—145 | 121—140 | 109—135 | 100—130 | 87—125  |
| 200        | 137—155 | 131—150 | 119—145 | 110—140 | 97—135  |
| 220        | 157—175 | 151—170 | 139—165 | 130—160 | 117—155 |
| 240        | 177—195 | 171—190 | 159—185 | 150—180 | 137—175 |
| 260        | 197—215 | 191—210 | 179—205 | 170—200 | 157—195 |
| 280        | 217—235 | 211—230 | 199—225 | 190—220 | 177—215 |
| 300        | 237—255 | 231—250 | 219—245 | 210—240 | 197—235 |

В соединениях на высокопрочных болтах разность толщин стыкуемых деталей, определяемая по линии первого от стыка ряда отверстий, не должна превышать 0,5 мм. При разности толщин от 0,5 до 3 мм на выступающей детали делают скос 1 : 10, при этом образование скосов кислородной и воздушнодуговой резкой не допускается. При разности толщин более 3 мм применяют прокладки из стали той же марки и обработанные с двух сторон тем же способом, что и стыкуемые детали.

Если в соединении наряду с высокопрочными болтами проектом предусмотрена приварка деталей валиковыми швами, ее производят после постановки и затяжки на проектное усилие всех высокопрочных болтов.

Натяжение болтов контролируют по следующим нормам: при количестве болтов в соединении до 5 шт. — 100 %; при количестве болтов 6—20 шт. — не менее 5 болтов; при большем количестве — не менее 25 % болтов в соединении. Если при контроле обнаружится хотя бы один болт, натяжение которого не соответствует заданному, то контролируют все 100 % болтов в соединении, доводя натяжение болтов до требуемого.

В болтах, воспринимающих сдвигающие усилия, резьба должна находиться в стягиваемых элементах на глубине не более 5 мм или половины толщины элемента, прилегающего к гайке.



**Раздел VIII**  
**НОРМАЛИ**

**VIII.1. РАССТОЯНИЯ МЕЖДУ ПРОКЛАДКАМИ СОСТАВНЫХ СЕЧЕНИЙ**

Таблица VIII.1. Расстояния между прокладками составных сечений

| Эскиз | Уголки равнополочные по ГОСТ 8509—86 |                            | $t_1$ , мм                     |              | Прокладка |      | Масса, кг |
|-------|--------------------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------|-----------|------|-----------|
|       | Ширина полка, мм                     | Сжатие $40t_x$ ( $40t_y$ ) | Растяжение $30t_x$ ( $30t_y$ ) | Размеры, мм  |           |      |           |
|       |                                      |                            |                                | $c \times b$ | $t_1$     |      |           |
|       | 25                                   | 295                        | 590                            | 40×5         | 50        | 0,08 |           |
|       | 28                                   | 340                        | 680                            | 40×6         | 50        | 0,09 |           |
|       | 32                                   | 380                        | 760                            | 40×8         | 50        | 0,13 |           |
|       | 35                                   | 420                        | 840                            | 40×10        | 50        | 0,16 |           |
|       | 40                                   | 485                        | 970                            | 40×5         | 60        | 0,09 |           |
|       | 45                                   | 545                        | 1090                           | 40×6         | 60        | 0,11 |           |
|       |                                      |                            |                                | 40×8         | 60        | 0,13 |           |
|       |                                      |                            |                                | 40×10        | 60        | 0,19 |           |
|       | 50                                   | 610                        | 1220                           | 50×6         | 80        | 0,19 |           |
|       | 56                                   | 685                        | 1370                           | 50×8         | 80        | 0,26 |           |
|       | 63                                   | 770                        | 1540                           | 50×10        | 80        | 0,31 |           |
|       |                                      |                            |                                | 50×12        | 80        | 0,38 |           |
|       |                                      |                            |                                | 50×14        | 80        | 0,44 |           |
|       | 70                                   | 850                        | 1700                           | 60×8         | 100       | 0,38 |           |
|       | 75                                   | 905                        | 1810                           | 60×10        | 100       | 0,47 |           |
|       | 80                                   | 975                        | 1950                           | 60×12        | 100       | 0,56 |           |
|       |                                      |                            |                                | 60×14        | 100       | 0,66 |           |
|       |                                      |                            |                                | 60×16        | 100       | 0,75 |           |
|       |                                      |                            |                                | 60×18        | 100       | 0,85 |           |
|       |                                      |                            |                                | 60×20        | 100       | 0,94 |           |
|       | 90                                   | 1100                       | 2200                           | 40×8         | 60        | 0,13 |           |
|       | 100                                  | 1190                       | 2380                           | 40×10        | 60        | 0,19 |           |
|       | 110                                  | 1350                       | 2710                           | 40×12        | 60        | 0,22 |           |
|       | 125                                  | 1540                       | 3030                           | 40×14        | 60        | 0,26 |           |
|       |                                      |                            |                                | 40×16        | 60        | 0,30 |           |
|       |                                      |                            |                                | 40×18        | 60        | 0,34 |           |
|       |                                      |                            |                                | 40×20        | 60        | 0,38 |           |
|       |                                      |                            |                                | 50×8         | 80        | 0,25 |           |
|       | 140                                  | 1720                       | 3440                           | 50×10        | 80        | 0,31 |           |
|       | 160                                  | 1940                       | 3880                           | 50×12        | 80        | 0,38 |           |
|       | 180                                  | 2235                       | 4470                           | 50×14        | 80        | 0,44 |           |
|       | 200                                  | 2400                       | 4800                           | 50×16        | 80        | 0,50 |           |
|       |                                      |                            |                                | 50×18        | 80        | 0,57 |           |
|       |                                      |                            |                                | 50×20        | 80        | 0,62 |           |



Продолжение табл. VIII.1

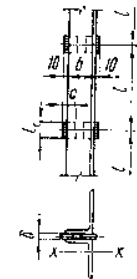
| Уголки равнополочные по ГОСТ 8509-86 |                  | $l$ , мм                       |                                    | Прокладка    |       |           |       |    |      |
|--------------------------------------|------------------|--------------------------------|------------------------------------|--------------|-------|-----------|-------|----|------|
| Эскиз                                | Ширина полок, мм | Сжатие $40l_x$ ( $40l_{y_0}$ ) | Растяжение $80l_x$ ( $80l_{y_0}$ ) | Размеры, мм  |       | Масса, кг |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | $c \times b$ | $l_1$ |           |       |    |      |
|                                      | 220              | 2720                           | 5440                               | 60×12        | 100   | 0,56      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 60×14        | 100   | 0,60      |       |    |      |
|                                      | 250              | 3030                           | 6060                               | 60×16        | 100   | 0,75      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 60×18        | 100   | 0,85      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    |              | 60×20 | 100       | 0,94  |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    |              | 60×25 | 100       | 1,17  |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    |              | 40×4  | 40        | 0,05  |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    |              | 40×5  | 40        | 0,06  |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    |              | 40×6  | 40        | 0,08  |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    |              | 40×8  | 40        | 0,10  |    |      |
| 40×10                                |                  |                                |                                    |              | 40    | 0,13      |       |    |      |
| 25                                   |                  |                                |                                    |              | 190   | 380       | 40×4  | 40 | 0,05 |
| 28                                   |                  |                                |                                    |              | 220   | 440       | 40×5  | 40 | 0,06 |
| 32                                   |                  |                                |                                    |              | 245   | 490       | 40×6  | 40 | 0,08 |
|                                      |                  |                                |                                    | 36           | 280   | 560       | 40×8  | 40 | 0,10 |
|                                      |                  |                                |                                    | 40           | 310   | 620       | 40×10 | 40 | 0,13 |
|                                      |                  |                                |                                    | 45           | 350   | 700       |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 50           | 390   | 780       | 50×6  | 50 | 0,12 |
|                                      |                  |                                |                                    | 56           | 440   | 880       | 50×8  | 50 | 0,16 |
|                                      | 63               | 495                            | 990                                | 50×10        | 50    | 0,20      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 50×12        | 50    | 0,24      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    |              | 50×14 | 50        | 0,27  |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    |              | 60×8  | 60        | 0,23  |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    |              | 60×10 | 60        | 0,28  |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    |              | 60×12 | 60        | 0,34  |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    |              | 60×14 | 60        | 0,40  |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    |              | 60×16 | 60        | 0,46  |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    |              | 60×18 | 60        | 0,51  |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    |              | 60×20 | 60        | 0,57  |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 60×8         | 80    | 0,30      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 60×10        | 80    | 0,38      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 60×12        | 80    | 0,45      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 60×14        | 80    | 0,52      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 60×16        | 80    | 0,60      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 60×18        | 80    | 0,68      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 60×20        | 80    | 0,75      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 80×12        | 100   | 0,75      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 80×14        | 100   | 0,88      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 80×16        | 100   | 1,00      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 80×18        | 100   | 1,13      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 80×20        | 100   | 1,26      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 80×25        | 100   | 1,57      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 200          | 1555  | 3110      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 220          | 1740  | 3480      |       |    |      |
|                                      |                  |                                |                                    | 250          | 1950  | 3900      |       |    |      |

Продолжение табл. VIII.1

| Уголки неравнополочные по ГОСТ 8510-86 |                                | $l$            |                    | Прокладка    |       |           |      |
|--|--------------------------------|----------------|--------------------|--------------|-------|-----------|------|
| Эскиз                                  | Полка уголка $a \times b$ , мм | сжатие $40l_x$ | растяжение $80l_x$ | Размеры      |       | Масса, кг |      |
|  |                                |                |                    | $c \times b$ | $l_1$ |           |      |
| мм                                     |                                |                |                    |              |       |           |      |
|  | 25×16                          | 175            | 350                | 40×5         | 50    | 0,08      |      |
|  |                                |                |                    | 40×6         | 50    | 0,09      |      |
|  | 32×20                          | 215            | 430                | 40×8         | 50    | 0,13      |      |
|  |                                |                |                    | 40×10        | 50    | 0,16      |      |
|  |                                |                |                    |              | 40×5  | 60        | 0,09 |
|  |                                |                |                    |              | 40×6  | 60        | 0,11 |
|  |                                |                |                    |              | 40×8  | 60        | 0,12 |
|  |                                |                |                    |              | 40×10 | 60        | 0,19 |
|  |                                |                |                    |              | 50×6  | 80        | 0,19 |
|  |                                |                |                    |              | 50×8  | 80        | 0,25 |
|  |                                |                |                    | 50×10        | 80    | 0,31      |      |
|  |                                |                |                    | 50×12        | 80    | 0,38      |      |
|  |                                |                |                    | 50×14        | 80    | 0,44      |      |
|  |                                |                |                    | 60×8         | 100   | 0,38      |      |
|  |                                |                |                    | 60×10        | 100   | 0,47      |      |
|  |                                |                |                    | 60×12        | 100   | 0,56      |      |
|  |                                |                |                    | 60×14        | 100   | 0,66      |      |
|  |                                |                |                    | 60×16        | 100   | 0,75      |      |
|  |                                |                |                    | 60×18        | 100   | 0,83      |      |
|  |                                |                |                    | 60×20        | 100   | 0,94      |      |
|  | 90×56                          | 625            | 1250               | 40×8         | 60    | 0,13      |      |
|  |                                |                |                    | 40×10        | 60    | 0,19      |      |
|  | 100×63                         | 700            | 1400               | 40×12        | 60    | 0,22      |      |
|  |                                |                |                    | 40×14        | 60    | 0,26      |      |
|  | 110×70                         | 790            | 1580               | 40×16        | 60    | 0,30      |      |
|  |                                |                |                    | 40×18        | 60    | 0,34      |      |
|  | 125×80                         | 895            | 1790               | 40×20        | 60    | 0,38      |      |
|  |                                |                |                    | 50×8         | 80    | 0,25      |      |
|  |                                |                |                    |              | 50×10 | 80        | 0,31 |
|  |                                |                |                    |              | 50×12 | 80        | 0,38 |
|  |                                |                |                    | 50×14        | 80    | 0,44      |      |
|  |                                |                |                    | 50×16        | 80    | 0,50      |      |
|  |                                |                |                    | 50×18        | 80    | 0,57      |      |
|  |                                |                |                    | 50×20        | 80    | 0,63      |      |
|  |                                |                |                    | 140×90       | 1025  | 2050      |      |
|  |                                |                |                    | 160×100      | 1120  | 2240      |      |
|  |                                |                |                    | 180×110      | 1240  | 2480      |      |
|  |                                |                |                    | 200×125      | 1410  | 2820      |      |
|  | 25×16                          | 310            | 620                | 40×4         | 40    | 0,05      |      |
|  |                                |                |                    | 40×5         | 40    | 0,06      |      |
|  | 32×20                          | 400            | 800                | 40×6         | 40    | 0,08      |      |
|  |                                |                |                    | 40×8         | 40    | 0,10      |      |
|  |                                |                |                    |              | 40×10 | 40        | 0,13 |
|  |                                |                |                    |              | 40×5  | 50        | 0,08 |
|  |                                |                |                    |              | 40×6  | 50        | 0,09 |
|  |                                |                |                    |              | 40×8  | 50        | 0,13 |
|  |                                |                |                    |              | 40×10 | 50        | 0,16 |

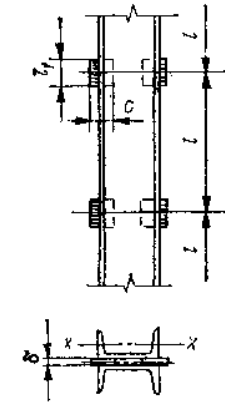
Продолжение табл. VIII.1

| Уголки неравнополочные по ГОСТ 8510-86 |                         | l, мм        |                  | Прокладка |                |           |
|--|-------------------------|--------------|------------------|-----------|----------------|-----------|
| Эскиз                                  | Полки уголка, а × б, мм | сжатие 40% x | растяжение 80% x | Размеры   |                | Масса, кг |
|  |                         |              |                  | с × б     | l <sub>1</sub> |           |
| мм                                     |                         |              |                  |           |                |           |
|  | 63×40                   | 785          | 1570             | 40×5      | 60             | 0,09      |
|  | 70×45                   | 890          | 1780             | 40×6      | 60             | 0,11      |
|  | 70×45                   | 890          | 1780             | 40×8      | 60             | 0,13      |
|  | 75×50                   | 940          | 1880             | 40×10     | 60             | 0,19      |
|  | 80×50                   | 1020         | 2040             | 50×6      | 80             | 0,19      |
|  | 80×50                   | 1020         | 2040             | 50×8      | 80             | 0,25      |
|  | 90×56                   | 1140         | 2280             | 50×10     | 80             | 0,31      |
|  | 100×63                  | 1260         | 2520             | 50×12     | 80             | 0,38      |
|  |                         |              |                  | 50×14     | 80             | 0,44      |
|  |                         |              |                  | 60×8      | 100            | 0,38      |
|  |                         |              | 60×10            | 100       | 0,47           |           |
|  |                         |              | 60×12            | 100       | 0,56           |           |
|  |                         |              | 60×14            | 100       | 0,60           |           |
|  |                         |              | 60×16            | 100       | 0,75           |           |
|  |                         |              | 60×18            | 100       | 0,85           |           |
|  |                         |              | 60×20            | 100       | 0,94           |           |
|  |                         |              | 40×8             | 60        | 0,13           |           |
|  |                         |              | 40×10            | 60        | 0,19           |           |
|  |                         |              | 40×12            | 60        | 0,23           |           |
|  |                         |              | 40×14            | 60        | 0,26           |           |
|  |                         |              | 40×16            | 60        | 0,30           |           |
|  |                         |              | 40×18            | 60        | 0,34           |           |
|  |                         |              | 40×20            | 60        | 0,38           |           |



Продолжение табл. VIII.1

| Швеллеры по ГОСТ 8240-72* |            | l, мм        |                  | Прокладка   |                |           |
|---------------------------|------------|--------------|------------------|-------------|----------------|-----------|
| Эскиз                     | № швеллера | сжатие 40% x | растяжение 80% x | Размеры, мм |                | Масса, кг |
|                           |            |              |                  | с × б       | l <sub>1</sub> |           |
|                           | 10         | 550          | 1100             | 40×8        | 60             | 0,15      |
|                           |            | (575)        | (1150)           | 40×10       | 60             | 0,19      |
|                           |            |              |                  | 40×12       | 60             | 0,22      |
|                           | 12         | 615          | 1230             | 40×14       | 60             | 0,26      |
|                           |            | (650)        | (1300)           | 50×8        | 80             | 0,25      |
|                           | 14         | 680          | 1360             | 50×8        | 80             | 0,25      |
|                           |            | (720)        | (1440)           | 50×8        | 80             | 0,25      |
|                           | 14a        | 735          | 1470             | 50×8        | 80             | 0,25      |
|                           |            | (780)        | (1560)           | 50×8        | 80             | 0,25      |
|                           | 16         | 750          | 1500             | 50×8        | 80             | 0,25      |
|                           |            | (800)        | (1720)           | 50×8        | 80             | 0,25      |
|                           | 16a        | 805          | 1610             | 50×8        | 80             | 0,25      |
|                           |            | (860)        | (1720)           | 50×8        | 80             | 0,25      |
|                           | 18         | 815          | 1630             | 50×10       | 80             | 0,31      |
|                           |            | (880)        | (1760)           | 50×12       | 80             | 0,38      |
|                           | 18a        | 870          | 1740             | 50×14       | 80             | 0,44      |
|                           |            | (940)        | (1880)           | 50×16       | 80             | 0,50      |
|                           | 20         | 880          | 1760             | 50×18       | 80             | 0,57      |
|                           |            | (995)        | (1910)           | 50×20       | 80             | 0,63      |
|                           | 20a        | 940          | 1880             | —           | —              | —         |
|                           |            | (1015)       | (2030)           | —           | —              | —         |
|                           | 22         | 950          | 1900             | —           | —              | —         |
|                           |            | (1030)       | (2060)           | —           | —              | —         |
|                           | 22a        | 1020         | 2040             | —           | —              | —         |
|                           |            | (1110)       | (2220)           | —           | —              | —         |
|                           | 24         | 1040         | 2080             | —           | —              | —         |
|                           |            | (1140)       | (2280)           | —           | —              | —         |
|                           | 24a        | 1110         | 2220             | —           | —              | —         |
|                           |            | (1210)       | (2420)           | —           | —              | —         |
|                           | 27         | 1090         | 2180             | —           | —              | —         |
|                           | (1195)     | (2390)       | 60×10            | 160         | 0,47           |           |
| 30                        | 1135       | 2270         | 60×12            | 100         | 0,96           |           |
|                           | (1245)     | (2490)       | 60×14            | 100         | 0,66           |           |
|                           |            |              | 60×16            | 100         | 0,75           |           |
|                           |            |              | 60×18            | 100         | 0,85           |           |
|                           |            |              | 60×20            | 100         | 0,94           |           |
|                           |            |              | 60×25            | 100         | 1,17           |           |
| 40                        | 1290       | 2580         | —                | —           | —              |           |
|                           | (1400)     | (2800)       | —                | —           | —              |           |



Примечания: 1. В пределах сжатого элемента следует ставить не менее двух прокладок. 2. Размеры в скобках даны для швеллеров с параллельными полками. 3. Материал прокладок — сталь марки ВСт3кп2 по ГОСТ 380-88.

### VIII.2. ВЫРЕЗЫ ПОД ПОЛКИ ШВЕЛЛЕРОВ И ДВУТАВРОВ

Таблица VIII.2. Размеры вырезов под полки швеллеров по ГОСТ 8240—72\*

| Номер швеллера | Тип I       |    | Тип II |    |    | Тип III |    |    | Тип IV |    |
|----------------|-------------|----|--------|----|----|---------|----|----|--------|----|
|                | Размеры, мм |    |        |    |    |         |    |    |        |    |
|                | a           | k  | a      | k  | m  | a       | k  | m  | a      | k  |
| 5              | 30          | 15 | 79     | 8  | 6  | 30      | 7  | 6  | 50     | 25 |
| 6,5            | 35          | 15 | 84     | 9  | 6  | 35      | 8  | 6  | 50     | 25 |
| 8              | 40          | 15 | 85     | 9  | 7  | 40      | 8  | 7  | 50     | 25 |
| 10             | 50          | 20 | 90     | 9  | 7  | 45      | 8  | 7  | 60     | 30 |
| 12             | 50          | 20 | 95     | 10 | 8  | 50      | 8  | 8  | 70     | 35 |
| 14             | 55          | 20 | 100    | 10 | 8  | 55      | 9  | 8  | 70     | 35 |
| 14a            | 60          | 20 | 110    | 11 | 8  | 60      | 9  | 8  | 80     | 40 |
| 16             | 60          | 20 | 105    | 11 | 9  | 60      | 9  | 9  | 80     | 40 |
| 16a            | 65          | 20 | 115    | 12 | 9  | 65      | 9  | 9  | 80     | 40 |
| 18             | 65          | 20 | 110    | 11 | 9  | 70      | 9  | 9  | 90     | 45 |
| 18a            | 70          | 20 | 120    | 12 | 9  | 75      | 10 | 9  | 90     | 45 |
| 20             | 75          | 25 | 120    | 12 | 10 | 75      | 10 | 10 | 90     | 45 |
| 20a            | 75          | 25 | 125    | 13 | 10 | 80      | 10 | 10 | 100    | 50 |
| 22             | 80          | 25 | 125    | 13 | 10 | 80      | 10 | 10 | 100    | 50 |
| 22a            | 85          | 25 | 135    | 14 | 10 | 85      | 11 | 10 | 110    | 55 |
| 24             | 85          | 25 | 135    | 14 | 11 | 90      | 11 | 11 | 110    | 55 |
| 24a            | 90          | 25 | 140    | 14 | 11 | 95      | 11 | 11 | 110    | 55 |
| 27             | 90          | 25 | 140    | 14 | 11 | 95      | 11 | 11 | 110    | 55 |
| 30             | 95          | 30 | 150    | 15 | 12 | 100     | 11 | 12 | 130    | 65 |
| 40             | 110         | 36 | 175    | 18 | 15 | 110     | 14 | 15 | 140    | 70 |

Таблица VIII.3. Размеры вырезов под полки двутавров по ГОСТ 8239—72\*

| Номер профиля | Тип I       |    | Тип II |    | Тип III |    |    |
|---------------|-------------|----|--------|----|---------|----|----|
|               | Размеры, мм |    |        |    |         |    |    |
|               | a           | k  | a      | k  | n       | k  | m  |
| 10            | 26          | 15 | 40     | 20 | 75      | 9  | 8  |
| 12            | 30          | 20 | 50     | 25 | 75      | 9  | 8  |
| 14            | 35          | 20 | 50     | 25 | 75      | 9  | 8  |
| 16            | 40          | 20 | 50     | 25 | 90      | 11 | 10 |
| 18            | 45          | 20 | 60     | 30 | 90      | 11 | 10 |
| 18a           | 50          | 20 | 60     | 30 | 90      | 11 | 10 |
| 20            | 50          | 20 | 60     | 30 | 90      | 11 | 10 |
| 20a           | 60          | 30 | 70     | 35 | 110     | 13 | 10 |

Продолжение табл. VIII.3

| Номер профиля | Тип I       |    | Тип II |    | Тип III |    |    |
|---------------|-------------|----|--------|----|---------|----|----|
|               | Размеры, мм |    |        |    |         |    |    |
|               | a           | k  | a      | k  | a       | k  | m  |
| 22            | 60          | 30 | 70     | 35 | 110     | 13 | 10 |
| 22a           | 60          | 30 | 70     | 35 | 110     | 13 | 10 |
| 24            | 60          | 25 | 70     | 35 | 110     | 13 | 10 |
| 24a           | 60          | 25 | 80     | 40 | 110     | 13 | 12 |
| 27            | 60          | 25 | 80     | 40 | 115     | 14 | 12 |
| 27a           | 65          | 25 | 80     | 40 | 115     | 14 | 12 |
| 30            | 70          | 30 | 80     | 40 | 115     | 14 | 12 |
| 30a           | 70          | 30 | 90     | 45 | 125     | 15 | 12 |
| 33            | 70          | 30 | 90     | 45 | 125     | 15 | 15 |
| 36            | 70          | 30 | 90     | 45 | 150     | 18 | 15 |
| 40            | 80          | 40 | 100    | 50 | 150     | 18 | 15 |
| 45            | 80          | 40 | 100    | 50 | 165     | 20 | 15 |
| 50            | 80          | 40 | 100    | 50 | 165     | 20 | 20 |
| 55            | 90          | 40 | 110    | 55 | 190     | 23 | 20 |
| 60            | 90          | 40 | 120    | 60 | 190     | 23 | 20 |

### VIII.3. СТЫКИ ЭЛЕМЕНТОВ ИЗ ПРОКАТЫХ И ГНУТЫХ ПРОФИЛЕЙ

Нормалы стыков разработаны для статических нагрузок при применении ручной дуговой сварки, выполняемой электродами Э42, Э42А —  $R_{wf} = 180$  МПа (1850 кгс/см<sup>2</sup>), Э50, Э50А —  $R_{wf} = 215$  МПа (2200 кгс/см<sup>2</sup>) по ГОСТ 9467—75\*, а также полуавтоматической сваркой электродами типа Э50, Э50А —  $R_{wf} = 215$  МПа (2200 кгс/см<sup>2</sup>) по ГОСТ 9467—75\* маркой проволоки ПП-АН8,  $\beta_f = 0,7$ ;  $\gamma_{wf} = 1$ ;  $\gamma_c = 1$  для элементов из углеродистых и низколегированных сталей.

Принятые расчетные сопротивления  $R_y$  стыкуемых элементов и стыковых уголков указываются в таблицах (значения указаны максимальными в соответствии со СНиП II-23-81\*), расчетные сопротивления  $R_y$  стыковых накладок приняты максимальными для соответствующих марок сталей и толщин проката.

Стыковые накладки приняты: для элементов из углеродистых сталей — из углеродистой, для элементов из низколегированной — из низколегированной. Расчетные сопротивления и марки стали для стыков указаны в табл. VIII.4. Стыки разработаны для конструкций, возводимых в районах с расчетными температурами наружного воздуха не ниже  $-40$  °С.

Площадь стыковых накладок определена с округлением до 5 мм по формуле  $A \geq A_0 R_{y_3} / R_{y_{II}}$ ;

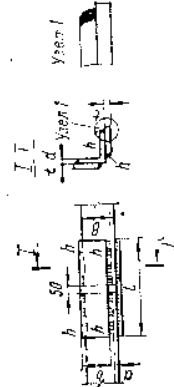
Длина стыковой накладки определена с округлением до 10 мм по формуле  $l \geq A_0 R_{y_3} / (0,7 K_f R_{of} n) - 1 - 8$ ,

где  $A_0$  — площадь стыкуемого элемента,  $R_{y_3}$ ,  $R_{y_{II}}$  — расчетные сопротивления соответственно стыкуемых элементов и накладок;  $K_f$  — катеты угловых швов;  $R_{of}$  — расчетные сопротивления угловых швов срезу (условному) по металлу шва;  $n$  — количество швов, воспринимающих несущую способность стыкуемого элемента ( $A_0 R_{y_3}$ ).

Таблица VIII.4. Расчетные сопротивления и марки сталей, принятых для расчета стыков

| ГОСТ                            | Марка стали                            | Прокат | Толщина | $R_y$ |      |
|---------------------------------|--|--------|---------|-------|------|
|                                 |  |        |         | тах   | п/п  |
| <i>Углеродистая сталь</i>       |  |        |         |       |      |
|                                 | ВСтЗкп2; ВСтЗпсб;<br>ВСтЗсп5           | Лист   | 4—20    | —     | 2200 |
| ГОСТ 23570 — 79;<br>ГОСТ 380—88 | ВСтЗпс; ВСтЗсп; ВСтЗГпс                | »      | 21—40   | —     | 2100 |
|                                 | ВСтЗкп2; ВСтЗпсб;<br>ВСтЗсп5; ВСтЗГпс5 | Фасон  | 4—20    | 2450  | —    |
|                                 | ВСтЗсп; ВСтЗГпс;<br>ВСтЗкп2            | »      | 21—40   | 2250  | —    |
| <i>Низколегированная сталь</i>  |  |        |         |       |      |
| ГОСТ 19282—73*                  | 14Г2; 09Г2; 09Г2С;<br>10Г2С1; 15ХСНД   | Лист   | 4—20    | —     | 2950 |
|                                 |  | »      | 21—32   | —     | 2850 |
|                                 | 09Г2С; 10Г2С1                          | »      | 33—60   | —     | 2650 |
| ГОСТ 19281—73*                  | 14Г2; 09Г2; 09Г2С; 10Г2С1;<br>15ХСНД   | Фасон  | 4       | 3450  | —    |
|                                 | 14Г2; 09Г2; 09Г2С; 10Г2С1;<br>15ХСНД   | »      | 5—9     | 3350  | —    |
|                                 | 14Г2; 09Г2; 09Г2С; 10Г2С1              | »      | 10—20   | 3250  | —    |
|                                 |  | »      | 21—32   | 3150  | —    |
|                                 | 10Г2С1                                 | »      | 33—60   | 3150  | —    |

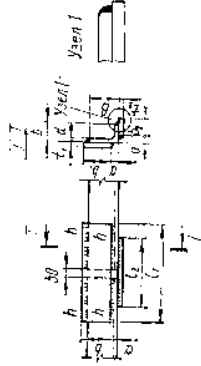
Таблица VIII.5. Стыки элементов из одиночных равнополочных уголков по ГОСТ 8509—86



| Уголки |     | Углеродистой                                 |                          |           |                          | низколегированной |  |                          |                          |           |
|--------|-----|--|--------------------------|-----------|--------------------------|-------------------|--|--------------------------|--------------------------|-----------|
| В      | d   | $R_y$ углового шва МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | При электродах Э42, Э42А |           | При электродах Э50, Э50А |                   | $R_y$ углового шва МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | Сечение накладок б×л, мм | При электродах Э50, Э50А |           |
|        |     |  | l, мм                    | масса, кг | l, мм                    | масса, кг         |  |                          | l, мм                    | масса, кг |
| 45     | 4   | 240 (2450)                                   | 190                      | 0,3       | 180                      | 0,3               | 340 (3450)                                   | 50×5                     | 210                      | 0,4       |
| 45     | 5   |  | 190                      | 0,4       | 170                      | 0,3               | 330 (3350)                                   | 50×5                     | 200                      | 0,4       |
| 50     | 4   |  | 210                      | 0,4       | 190                      | 0,4               | 340 (3450)                                   | 50×5                     | 230                      | 0,4       |
| 50     | 5   |  | 200                      | 0,5       | 180                      | 0,4               | 330 (3350)                                   | 50×6                     | 220                      | 0,5       |
| 50     | 6   |  | 230                      | 0,5       | 210                      | 0,5               | 330 (3350)                                   | 50×6                     | 250                      | 0,6       |
| 56     | 4   |  | 220                      | 0,5       | 200                      | 0,5               | 340 (3450)                                   | 60×5                     | 230                      | 0,5       |
| 56     | 5   |  | 210                      | 0,5       | 190                      | 0,5               | 330 (3350)                                   | 60×5                     | 220                      | 0,5       |
| 63     | 4   |  | 240                      | 0,6       | 180                      | 0,4               | 340 (3450)                                   | 60×5                     | 270                      | 0,6       |
| 63     | 5   |  | 230                      | 0,7       | 210                      | 0,6               | 340 (3450)                                   | 60×6                     | 250                      | 0,7       |
| 63     | 6   |  | 220                      | 0,7       | 200                      | 0,7               | 330 (3350)                                   | 70×8                     | 240                      | 1,1       |
| 70     | 4,5 |  | 280                      | 0,8       | 250                      | 0,7               | 340 (3450)                                   | 70×6                     | 320                      | 1,1       |
| 70     | 5   |  | 250                      | 0,8       | 220                      | 0,7               | 340 (3450)                                   | 70×6                     | 270                      | 0,9       |
| 70     | 6   |  | 240                      | 0,8       | 220                      | 0,8               | 330 (3350)                                   | 75×6                     | 260                      | 0,9       |
| 70     | 7   |  | 230                      | 0,9       | 210                      | 1,0               | 330 (3350)                                   | 70×8                     | 260                      | 1,0       |
| 70     | 8   | 230  | 1,1                      | 210       | 1,0                      | 330 (3350)        | 75×8   | 250                      | 1,2                      |           |
| 75     | 8   | 260  | 0,8                      | 230       | 0,7                      | 330 (3350)        | 75×8   | 280                      | 1,0                      |           |
| 75     | 6   | 250  | 1,0                      | 220       | 0,9                      | 330 (3350)        | 80×6   | 280                      | 1,1                      |           |
| 75     | 7   | 250  | 1,2                      | 220       | 1,0                      | 330 (3350)        | 75×8   | 270                      | 1,3                      |           |
| 75     | 8   | 240  | 1,2                      | 210       | 1,1                      | 330 (3350)        | 80×8   | 260                      | 1,3                      |           |

| Уголки |     | Стыковые накладки из стали                        |                        |                |      |   |                        |                |      |   |                        |         |    |    |
|--------|-----|---|------------------------|----------------|------|---|------------------------|----------------|------|---|------------------------|---------|----|----|
| В      | d   | Углеродистой                                      |                        |                |      |   | Никелированной         |                |      |   |                        |         |    |    |
|        |     | R <sub>н</sub> уголков, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | Сечение накладки b × l | При электродех |      | R <sub>н</sub> уголков, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | Сечение накладки b × l | При электродех |      | R <sub>н</sub> уголков, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | Сечение накладки b × l | Цифра и |    |    |
|        |     |   |                        | Эн.Э           | Эн.Э |   |                        | Эн.Э           | Эн.Э |   |                        |         |    |    |
| мм     | мм  | мм  | мм                     | мм             | мм   | мм  | мм                     | мм             | мм   | мм  | мм                     | мм      |    |    |
| 75     | 9   | 240 (2450)  | 75×10                  | 240            | 1,4  | 210   | 1,2                    | 260            | 1,5  | 75×10   | 260                    | 1,5     | 8  | 10 |
| 80     | 5,5 |   | 80×6                   | 290            | 1,1  | 260   | 1,0                    | 320            | 1,2  | 80×6  | 320                    | 1,2     | 4  | 10 |
| 80     | 6   |   | 85×6                   | 260            | 1,0  | 240   | 1,0                    | 290            | 1,5  | 85×8  | 290                    | 1,5     | 5  | 10 |
| 80     | 8   |   | 80×8                   | 260            | 1,3  | 230   | 1,2                    | 280            | 1,4  | 80×8  | 280                    | 1,4     | 6  | 10 |
| 80     | 8   |   | 85×8                   | 250            | 1,3  | 230   | 1,2                    | 280            | 1,5  | 85×8  | 280                    | 1,5     | 7  | 10 |
| 90     | 6   |   | 90×8                   | 290            | 1,3  | 250   | 1,4                    | 320            | 1,8  | 90×8  | 320                    | 1,8     | 5  | 10 |
| 90     | 7   |   | 90×8                   | 280            | 1,8  | 250   | 1,4                    | 310            | 1,8  | 90×8  | 310                    | 1,8     | 6  | 10 |
| 90     | 8   |   | 90×10                  | 270            | 1,9  | 240   | 1,7                    | 300            | 2,1  | 90×10   | 300                    | 2,1     | 7  | 10 |
| 90     | 8   |   | 90×10                  | 270            | 1,9  | 240   | 1,7                    | 300            | 2,1  | 90×10   | 300                    | 2,1     | 8  | 10 |
| 100    | 6,5 |   | 100×8                  | 330            | 2,1  | 290   | 1,8                    | 360            | 2,3  | 100×8   | 360                    | 2,3     | 5  | 10 |
| 100    | 7   |   | 100×8                  | 300            | 1,9  | 270   | 1,7                    | 330            | 2,1  | 100×8   | 330                    | 2,1     | 6  | 10 |
| 100    | 8   |   | 100×10                 | 300            | 2,4  | 260   | 2,0                    | 330            | 2,6  | 100×10  | 330                    | 2,6     | 7  | 10 |
| 100    | 10  |   | 100×12                 | 290            | 2,7  | 260   | 2,5                    | 310            | 2,9  | 100×12  | 310                    | 2,9     | 9  | 10 |
| 100    | 12  |   | 105×12                 | 310            | 3,1  | 270   | 2,7                    | 330            | 3,3  | 105×12  | 330                    | 3,3     | 10 | 15 |
| 100    | 14  |   | 105×14                 | 290            | 3,4  | 260   | 3,0                    | 320            | 3,7  | 105×14  | 320                    | 3,7     | 12 | 15 |
| 100    | 16  | 240 (2450)  | 105×16                 | 290            | 3,8  | 250   | 3,3                    | 310            | 4,1  | 105×16  | 310                    | 4,1     | 14 | 20 |
| 110    | 7   |   | 110×8                  | 330            | 2,3  | 290   | 2,0                    | 360            | 2,5  | 110×8   | 360                    | 2,5     | 6  | 10 |
| 110    | 8   |   | 110×10                 | 330            | 2,8  | 280   | 2,4                    | 350            | 3,0  | 110×10  | 350                    | 3,0     | 7  | 10 |
| 125    | 8   |   | 130×10                 | 350            | 3,6  | 310   | 3,2                    | 390            | 4,0  | 130×10  | 390                    | 4,0     | 7  | 10 |
| 125    | 9   |   | 130×10                 | 350            | 3,6  | 300   | 3,1                    | 380            | 3,9  | 130×10  | 380                    | 3,9     | 8  | 10 |
| 125    | 10  |   | 130×12                 | 340            | 4,2  | 300   | 3,7                    | 370            | 4,5  | 130×12  | 370                    | 4,5     | 9  | 15 |
| 125    | 12  |   | 130×14                 | 360            | 5,2  | 310   | 5,3                    | 390            | 4,8  | 130×12  | 390                    | 4,8     | 10 | 15 |
| 125    | 14  |   | 130×16                 | 350            | 5,7  | 310   | 5,1                    | 380            | 5,4  | 130×14  | 380                    | 5,4     | 12 | 20 |
| 125    | 16  |   | 130×16                 | 340            | 5,5  | 300   | 4,9                    | 370            | 6,0  | 130×16  | 370                    | 6,0     | 14 | 20 |
| 140    | 9   |   | 140×10                 | 380            | 4,2  | 330   | 3,6                    | 420            | 4,6  | 140×10  | 420                    | 4,6     | 8  | 10 |
| 140    | 10  |   | 140×12                 | 370            | 4,9  | 330   | 4,4                    | 410            | 5,4  | 140×12  | 410                    | 5,4     | 9  | 15 |
| 140    | 12  |   | 140×14                 | 390            | 6,0  | 340   | 5,2                    | 430            | 6,5  | 140×14  | 430                    | 6,5     | 10 | 15 |
| 160    | 10  |   | 165×12                 | 420            | 6,5  | 360   | 5,6                    | 450            | 7,0  | 165×12  | 450                    | 7,0     | 9  | 15 |
| 160    | 11  |   | 165×12                 | 450            | 7,0  | 390   | 6,0                    | 480            | 7,6  | 165×12  | 480                    | 7,6     | 9  | 15 |
| 160    | 12  |   | 165×14                 | 440            | 8,0  | 380   | 6,9                    | 470            | 8,7  | 165×14  | 470                    | 8,7     | 10 | 15 |
| 160    | 14  |   | 165×16                 | 450            | 9,3  | 370   | 7,7                    | 460            | 9,8  | 165×16  | 460                    | 9,8     | 12 | 15 |
| 160    | 16  |   | 165×16                 | 420            | 8,7  | 370   | 7,7                    | 450            | 10,5 | 165×16  | 450                    | 10,5    | 14 | 20 |
| 160    | 18  |   | 165×20                 | 410            | 10,7 | 350   | 9,1                    | 440            | 11,4 | 165×18  | 440                    | 11,4    | 16 | 20 |
| 160    | 20  |   | 165×20                 | 400            | 10,4 | 350   | 9,1                    | 440            | 11,4 | 165×20  | 440                    | 11,4    | 18 | 20 |
| 180    | 11  |   | 185×12                 | 490            | 8,6  | 430   | 7,5                    | 530            | 9,4  | 185×12  | 530                    | 9,4     | 9  | 15 |
| 180    | 12  |   | 185×14                 | 480            | 9,8  | 420   | 8,5                    | 520            | 10,8 | 185×14  | 520                    | 10,8    | 10 | 15 |
| 200    | 12  |   | 200×14                 | 530            | 11,6 | 460   | 10,0                   | 580            | 12,3 | 200×14  | 580                    | 12,3    | 10 | 15 |
| 200    | 13  |   | 200×14                 | 520            | 11,4 | 450   | 9,8                    | 570            | 12,5 | 200×14  | 570                    | 12,5    | 11 | 15 |
| 200    | 14  |   | 205×16                 | 510            | 13,2 | 450   | 11,7                   | 560            | 14,5 | 205×16  | 560                    | 14,5    | 12 | 25 |
| 200    | 16  |   | 205×18                 | 500            | 14,5 | 440   | 12,7                   | 550            | 15,9 | 205×18  | 550                    | 15,9    | 14 | 20 |
| 200    | 20  |   | 210×20                 | 490            | 16,1 | 430   | 14,2                   | 530            | 17,5 | 210×20  | 530                    | 17,5    | 18 | 20 |
| 200    | 25  |   | 210×24                 | 500            | 19,8 | 430   | 17,0                   | 570            | 23,4 | 210×25  | 570                    | 23,4    | 20 | 25 |
| 200    | 30  |   | 210×30                 | 570            | 28,2 | 490   | 24,2                   | 660            | 32,6 | 210×30  | 660                    | 32,6    | 20 | 25 |
| 220    | 14  |   | 230×16                 | 560            | 18,2 | 490   | 14,2                   | 610            | 17,7 | 230×16  | 610                    | 17,7    | 12 | 15 |
| 220    | 16  |   | 230×16                 | 550            | 15,9 | 480   | 13,8                   | 600            | 19,5 | 230×18  | 600                    | 19,5    | 14 | 20 |
| 250    | 16  |   | 250×18                 | 620            | 22,0 | 530   | 18,7                   | 670            | 23,6 | 250×18  | 670                    | 23,6    | 14 | 20 |
| 250    | 18  |   | 250×20                 | 600            | 23,5 | 520   | 20,4                   | 660            | 25,9 | 250×20  | 660                    | 25,9    | 16 | 20 |
| 250    | 20  |   | 250×22                 | 600            | 25,9 | 490   | 21,1                   | 650            | 28,0 | 250×22  | 650                    | 28,0    | 18 | 20 |
| 250    | 20  |   | 250×24                 | 550            | 25,8 | 470   | 22,1                   | 630            | 30,7 | 250×25  | 630                    | 30,7    | 20 | 25 |
| 250    | 25  |   | 250×28                 | 610            | 33,6 | 520   | 28,5                   | 700            | 42,8 | 250×30  | 700                    | 42,8    | 20 | 25 |
| 250    | 28  |   | 260×28                 | 660            | 37,9 | 570   | 32,8                   | 770            | 47,2 | 260×30  | 770                    | 47,2    | 20 | 25 |
| 250    | 30  |   | 260×30                 | 700            | 42,8 | 600   | 36,9                   | 810            | 49,5 | 260×30  | 810                    | 49,5    | 20 | 25 |

Таблица VIII.6. Стыки элементов из одиночных неравнополочных уголков по ГОСТ 8610—86



| Уголки: |     | Стыковые накладки на боковой полке из стали |                                 |     |                                     |                   |                   |                          |                   |                                     |                                 |                   |                          |    |       |   |
|---------|-----|---|---------------------------------|-----|-------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------|-------------------|-------------------------------------|---------------------------------|-------------------|--------------------------|----|-------|---|
|         |     | Углеродистый                                |                                 |     |                                     |                   |                   |                          | низколегированный |                                     |                                 |                   |                          |    |       |   |
| В × б   | d   | R <sub>p</sub> Углов., МПа (кг/см²)         | b <sub>1</sub> × l <sub>1</sub> |     | При электродах Э42, Э42А, Э50, Э50А |                   |                   | При электродах Э50, Э50А |                   | R <sub>p</sub> Углов., МПа (кг/см²) | b <sub>1</sub> × l <sub>1</sub> |                   | При электродах Э50, Э50А |    | Шов h | а |
|         |     |   | мм                              | мм  | l <sub>1</sub>                      | l <sub>2</sub> мм | l <sub>3</sub> мм | Масса, кг                | l <sub>1</sub>    |                                     | l <sub>2</sub> мм               | l <sub>3</sub> мм | Масса, кг                | мм |       |   |
| 45×28   | 4   |   | 50×4                            | 200 | 0,3                                 | 180               | 0,3               |                          |                   |                                     | 50×5                            | 210               | 0,4                      | 3  | 10    |   |
| 50×32   | 4   |   | 55×4                            | 210 | 0,4                                 | 190               | 0,3               |                          |                   | 340 (3450)                          | 50×5                            | 230               | 0,5                      | 3  | 10    |   |
| 56×36   | 4   |   | 60×5                            | 230 | 0,5                                 | 200               | 0,5               |                          |                   |                                     | 60×5                            | 250               | 0,6                      | 3  | 10    |   |
| 56×36   | 5   |   | 60×5                            | 230 | 0,5                                 | 200               | 0,5               |                          |                   | 330 (3350)                          | 60×5                            | 230               | 0,5                      | 4  | 10    |   |
| 63×40   | 4   |   | 70×4                            | 240 | 0,5                                 | 210               | 0,5               |                          |                   | 340 (3450)                          | 60×5                            | 270               | 0,6                      | 3  | 10    |   |
| 63×40   | 5   | 240 (2450)                                  | 70×5                            | 240 | 0,7                                 | 210               | 0,6               |                          |                   |                                     | 60×6                            | 250               | 0,7                      | 4  | 10    |   |
| 63×40   | 6   |   | 70×6                            | 220 | 0,7                                 | 200               | 0,7               |                          |                   |                                     | 60×8                            | 240               | 0,9                      | 5  | 10    |   |
| 63×40   | 8   |   | 70×8                            | 220 | 1,0                                 | 200               | 0,9               |                          |                   | 330 (3350)                          | 70×8                            | 230               | 1,0                      | 7  | 10    |   |
| 70×45   | 5   |   | 75×6                            | 260 | 0,9                                 | 220               | 0,8               |                          |                   |                                     | 70×6                            | 270               | 0,9                      | 4  | 10    |   |
| 75×50   | 5   |   | 80×6                            | 260 | 1,0                                 | 230               | 0,9               |                          |                   |                                     | 75×6                            | 290               | 1,0                      | 4  | 10    |   |
| 75×50   | 6   |   | 80×6                            | 260 | 1,0                                 | 230               | 0,9               |                          |                   |                                     | 80×8                            | 280               | 1,4                      | 5  | 10    |   |
| 75×50   | 8   |   | 80×8                            | 260 | 1,3                                 | 220               | 1,1               |                          |                   |                                     | 80×10                           | 260               | 1,6                      | 7  | 10    |   |
| 80×50   | 5   |   | 80×6                            | 270 | 1,0                                 | 240               | 0,9               |                          |                   |                                     | 80×6                            | 300               | 2,0                      | 7  | 10    |   |
| 80×50   | 6   |   | 80×8                            | 270 | 1,4                                 | 240               | 1,2               |                          |                   |                                     | 105×10                          | 310               | 2,6                      | 9  | 15    |   |
| 90×56   | 5,5 |   | 90×6                            | 310 | 1,3                                 | 280               | 1,2               |                          |                   |                                     | 110×8                           | 390               | 2,7                      | 5  | 10    |   |
| 90×56   | 6   |   | 90×8                            | 240 | 1,4                                 | 250               | 1,4               |                          |                   | 330 (3350)                          | 110×10                          | 350               | 3,0                      | 7  | 10    |   |
| 90×56   | 8   |   | 90×10                           | 280 | 2,0                                 | 250               | 1,8               |                          |                   |                                     | 125×8                           | 400               | 3,1                      | 6  | 10    |   |
| 100×63  | 6   |   | 100×8                           | 320 | 2,0                                 | 270               | 1,7               |                          |                   |                                     | 125×10                          | 390               | 3,8                      | 7  | 10    |   |
| 100×63  | 7   |   | 100×8                           | 300 | 1,9                                 | 260               | 1,6               |                          |                   |                                     | 125×10                          | 330               | 2,6                      | 7  | 10    |   |
| 100×63  | 8   |   | 100×10                          | 300 | 2,3                                 | 260               | 2,0               |                          |                   |                                     | 150×10                          | 310               | 2,6                      | 9  | 15    |   |
| 100×63  | 10  |   | 100×12                          | 280 | 2,6                                 | 250               | 2,4               |                          |                   | 320 (3250)                          | 150×10                          | 310               | 2,6                      | 9  | 15    |   |
| 110×70  | 6,5 |   | 110×8                           | 350 | 2,4                                 | 310               | 2,1               |                          |                   | 330 (3350)                          | 110×8                           | 390               | 2,7                      | 5  | 10    |   |
| 110×70  | 8   | 240 (2450)                                  | 110×10                          | 320 | 2,8                                 | 280               | 2,4               |                          |                   |                                     | 110×10                          | 350               | 3,0                      | 7  | 10    |   |
| 125×80  | 7   |   | 130×8                           | 350 | 2,9                                 | 310               | 2,5               |                          |                   |                                     | 125×8                           | 400               | 3,1                      | 6  | 10    |   |
| 125×80  | 8   |   | 130×10                          | 350 | 3,6                                 | 310               | 3,2               |                          |                   |                                     | 125×10                          | 390               | 3,8                      | 7  | 10    |   |
| 125×80  | 10  |   | 130×12                          | 350 | 4,3                                 | 300               | 3,7               |                          |                   | 320 (3250)                          | 125×12                          | 370               | 4,4                      | 9  | 15    |   |
| 125×80  | 12  |   | 130×14                          | 350 | 5,0                                 | 310               | 4,4               |                          |                   | 320 (3250)                          | 130×12                          | 390               | 4,8                      | 10 | 15    |   |
| 140×90  | 8   |   | 140×10                          | 380 | 4,2                                 | 330               | 3,6               |                          |                   |                                     | 140×10                          | 430               | 4,7                      | 7  | 10    |   |
| 140×90  | 10  |   | 140×12                          | 380 | 5,0                                 | 330               | 4,4               |                          |                   | 320 (3250)                          | 140×12                          | 400               | 5,3                      | 9  | 15    |   |
| 160×100 | 9   |   | 160×10                          | 420 | 5,3                                 | 360               | 4,5               |                          |                   |                                     | 160×10                          | 470               | 5,9                      | 8  | 10    |   |
| 160×100 | 10  |   | 160×12                          | 410 | 6,2                                 | 360               | 5,4               |                          |                   | 320 (3250)                          | 160×12                          | 450               | 6,8                      | 9  | 15    |   |
| 160×100 | 12  |   | 160×14                          | 430 | 7,5                                 | 380               | 6,7               |                          |                   |                                     | 160×14                          | 480               | 8,4                      | 10 | 15    |   |
| 180×110 | 14  |   | 160×16                          | 420 | 8,4                                 | 370               | 7,4               |                          |                   |                                     | 160×16                          | 460               | 9,2                      | 12 | 15    |   |
| 180×110 | 10  |   | 180×12                          | 460 | 7,8                                 | 400               | 6,8               |                          |                   |                                     | 180×12                          | 480               | 8,1                      | 9  | 15    |   |
| 180×110 | 12  |   | 180×14                          | 480 | 9,5                                 | 420               | 8,3               |                          |                   |                                     | 180×14                          | 530               | 10,5                     | 10 | 15    |   |
| 200×125 | 11  |   | 200×12                          | 540 | 10,2                                | 470               | 8,8               |                          |                   | 320 (3250)                          | 200×12                          | 590               | 11,1                     | 9  | 15    |   |
| 200×125 | 12  | 240 (2450)                                  | 200×14                          | 530 | 11,6                                | 460               | 10,1              |                          |                   |                                     | 200×14                          | 580               | 12,7                     | 10 | 15    |   |
| 200×125 | 14  |   | 200×16                          | 520 | 13,0                                | 450               | 11,3              |                          |                   |                                     | 200×16                          | 560               | 14,0                     | 12 | 15    |   |
| 200×125 | 16  |   | 200×18                          | 500 | 14,1                                | 440               | 12,4              |                          |                   |                                     | 200×18                          | 550               | 15,5                     | 14 | 20    |   |

| Уголок |     | Стыковые накладки по меньшей полке из стали      |                                 |     |                |                |  |                                 |                |                |           |    |
|--------|-----|--|---------------------------------|-----|----------------|----------------|--|---------------------------------|----------------|----------------|-----------|----|
|        |     | углеродистой                                     |                                 |     |                |                | низколегированной                                |                                 |                |                |           |    |
| B × b  | d   | R <sub>y</sub> уголка, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | h <sub>2</sub> × l <sub>2</sub> |     | Электроды      |                | R <sub>y</sub> уголка, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | h <sub>2</sub> × l <sub>2</sub> |                | Электроды      |           | n  |
|        |     |  | мм                              | мм  | Э42, Э42А      | Э50, Э50А      |  | мм                              | мм             | Э50, Э50А      | Э50, Э50А |    |
| мм     | мм  |  | мм                              | мм  | l <sub>1</sub> | l <sub>2</sub> | мм   | мм                              | l <sub>1</sub> | l <sub>2</sub> | Э50, Э50А | мм |
| 45×28  | 4   | 240 (2450)                                       | 30×4                            | 160 | 0,2            | 140            | 0,1  | 30×5                            | 160            | 0,2            | 3         | 10 |
| 50×32  | 4   |  | 35×4                            | 170 | 0,2            | 150            | 0,2  | 35×5                            | 180            | 0,2            | 3         | 10 |
| 56×36  | 4   | 240 (2450)                                       | 40×5                            | 180 | 0,3            | 160            | 0,3  | 40×5                            | 190            | 0,3            | 3         | 10 |
| 56×36  | 5   |  | 40×5                            | 180 | 0,3            | 160            | 0,3  | 40×5                            | 180            | 0,3            | 4         | 10 |
| 63×40  | 4   | 240 (2450)                                       | 45×4                            | 200 | 0,3            | 170            | 0,2  | 40×5                            | 200            | 0,3            | 3         | 10 |
| 63×40  | 5   |  | 45×5                            | 180 | 0,3            | 170            | 0,3  | 40×6                            | 190            | 0,4            | 4         | 10 |
| 63×40  | 6   | 240 (2450)                                       | 45×6                            | 180 | 0,4            | 170            | 0,4  | 45×8                            | 180            | 0,5            | 5         | 10 |
| 63×40  | 8   |  | 45×8                            | 180 | 0,5            | 150            | 0,4  | 45×6                            | 180            | 0,5            | 7         | 10 |
| 70×45  | 5   | 240 (2450)                                       | 45×6                            | 200 | 0,4            | 180            | 0,4  | 50×6                            | 200            | 0,4            | 4         | 10 |
| 75×50  | 5   |  | 50×6                            | 200 | 0,5            | 190            | 0,5  | 50×6                            | 220            | 0,5            | 4         | 10 |
| 75×50  | 6   | 240 (2450)                                       | 55×6                            | 200 | 0,5            | 180            | 0,5  | 50×8                            | 210            | 0,5            | 5         | 10 |
| 75×50  | 8   |  | 55×8                            | 180 | 0,6            | 170            | 0,6  | 50×10                           | 200            | 0,8            | 7         | 10 |
| 80×50  | 5   | 240 (2450)                                       | 50×6                            | 210 | 0,5            | 190            | 0,5  | 50×6                            | 220            | 0,5            | 4         | 10 |
| 80×50  | 6   |  | 50×8                            | 210 | 0,7            | 180            | 0,6  | 50×8                            | 210            | 0,7            | 5         | 10 |
| 90×56  | 5,5 | 240 (2450)                                       | 60×6                            | 270 | 0,8            | 200            | 0,6  | 60×6                            | 250            | 0,7            | 4         | 10 |
| 90×56  | 6   |  | 60×8                            | 210 | 0,8            | 190            | 0,7  | 60×8                            | 230            | 0,9            | 5         | 10 |
| 90×56  | 8   | 240 (2450)                                       | 60×10                           | 210 | 1,0            | 190            | 0,9  | 60×10                           | 210            | 1,0            | 7         | 10 |
| 100×63 | 6   |  | 65×8                            | 220 | 0,9            | 200            | 0,8  | 60×8                            | 250            | 0,9            | 5         | 10 |
| 100×63 | 7   | 240 (2450)                                       | 65×8                            | 220 | 0,9            | 200            | 0,8  | 60×8                            | 240            | 0,9            | 6         | 10 |
| 100×63 | 8   |  | 65×10                           | 220 | 1,1            | 200            | 1,0  | 60×10                           | 230            | 1,1            | 7         | 10 |
| 100×63 | 10  | 240 (2450)                                       | 65×12                           | 220 | 1,3            | 190            | 1,2  | 65×10                           | 220            | 1,1            | 9         | 15 |
| 110×70 | 6,5 |  | 70×8                            | 250 | 1,1            | 230            | 1,0  | 70×8                            | 280            | 1,2            | 5         | 10 |

| Уголки  |    | Стыковые уголки из стали                         |                     |           |                     |           |  |                     |           |           |     |                |
|---------|----|--|---------------------|-----------|---------------------|-----------|--|---------------------|-----------|-----------|-----|----------------|
|         |    | углеродистой                                     |                     |           |                     |           | низколегированной                                |                     |           |           |     |                |
| B       | d  | R <sub>y</sub> уголка, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | при электродах      |           | Э50, Э50А           |           | R <sub>y</sub> уголка, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | при электродах      |           | Э50, Э50А |     | l <sub>2</sub> |
|         |    |  | l <sub>1</sub> , мм | масса, кг | l <sub>1</sub> , мм | масса, кг |  | l <sub>1</sub> , мм | масса, кг |           |     |                |
| мм      | мм |  | мм                  | кг        | мм                  | кг        | мм   | кг                  | мм        | кг        | мм  | мм             |
| 45      | 4  | 240 (2450)                                       | 300                 | 0,8       | 270                 | 0,7       | 340 (3450)                                       | 340                 | 0,9       | 3         | 4   | 50             |
| 50      | 5  |  | 290                 | 1,0       | 260                 | 0,9       | 330 (3350)                                       | 320                 | 1,1       | 3         | 4   | 50             |
| 50      | 4  | 240 (2450)                                       | 330                 | 1,0       | 290                 | 0,9       | 340 (3450)                                       | 380                 | 1,2       | 3         | 4   | 50             |
| 110×70  | 8  |  | 70×10               | 240       | 1,3                 | 210       | 1,2  | 330 (3350)          | 70×10     | 250       | 1,4 | 7              |
| 125×80  | 7  | 240 (2450)                                       | 80×8                | 260       | 1,3                 | 230       | 1,2  | 80×8                | 280       | 1,4       | 6   | 10             |
| 125×80  | 8  |  | 80×10               | 260       | 1,6                 | 230       | 1,4  | 80×10               | 280       | 1,8       | 7   | 10             |
| 125×80  | 10 | 240 (2450)                                       | 80×12               | 260       | 2,0                 | 230       | 1,7  | 80×12               | 260       | 2,0       | 9   | 15             |
| 125×80  | 12 |  | 80×14               | 260       | 2,3                 | 230       | 2,0  | 85×12               | 270       | 2,2       | 10  | 15             |
| 140×90  | 8  | 240 (2450)                                       | 90×10               | 280       | 2,0                 | 250       | 1,8  | 90×10               | 300       | 2,1       | 7   | 10             |
| 140×90  | 10 |  | 90×12               | 280       | 2,4                 | 240       | 2,0  | 90×12               | 290       | 2,5       | 9   | 15             |
| 160×100 | 9  | 240 (2450)                                       | 100×10              | 290       | 2,3                 | 260       | 2,0  | 100×10              | 360       | 2,8       | 8   | 10             |
| 160×100 | 10 |  | 100×12              | 290       | 2,7                 | 260       | 2,4  | 100×12              | 310       | 2,9       | 9   | 15             |
| 160×100 | 12 | 240 (2450)                                       | 100×14              | 300       | 3,3                 | 270       | 3,0  | 100×14              | 330       | 3,6       | 10  | 15             |
| 160×100 | 14 |  | 100×16              | 300       | 3,8                 | 280       | 3,5  | 100×16              | 330       | 4,0       | 12  | 15             |
| 180×110 | 10 | 240 (2450)                                       | 110×12              | 310       | 3,2                 | 280       | 2,9  | 110×12              | 330       | 3,4       | 9   | 15             |
| 180×110 | 12 |  | 110×14              | 330       | 4,0                 | 290       | 3,5  | 110×14              | 350       | 4,2       | 10  | 15             |
| 200×125 | 11 | 240 (2450)                                       | 125×12              | 360       | 4,1                 | 320       | 3,8  | 125×12              | 400       | 4,7       | 9   | 15             |
| 200×125 | 12 |  | 125×14              | 360       | 5,0                 | 300       | 4,1  | 125×14              | 390       | 5,4       | 10  | 15             |
| 200×125 | 14 | 240 (2450)                                       | 125×16              | 360       | 5,7                 | 310       | 4,9  | 125×16              | 380       | 6,0       | 12  | 15             |
| 200×125 | 16 |  | 125×18              | 340       | 6,0                 | 300       | 5,3  | 125×18              | 370       | 6,5       | 14  | 20             |



Таблица VIII.7. Стыки элементов из парных равнополочных уголков по ГОСТ 8509—86

Продолжение табл. VIII.7

| Уголки |     | Стыковые уголки из стали                           |           |                          |           |                     |                   |  |           |                          |           | мм    |   |                    |     |                |                |
|--------|-----|--|-----------|--------------------------|-----------|---------------------|-------------------|--|-----------|--------------------------|-----------|-------|---|--------------------|-----|----------------|----------------|
| В      | d   | углеродистой                                       |           |                          |           |                     | низколегированной |  |           |                          |           | Шов h | a | Шов h <sub>1</sub> | k   | b <sub>2</sub> | t <sub>s</sub> |
|        |     | R <sub>g</sub> Уголков, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |           | при электродах Э42, Э42А |           | Э50, Э50А           |                   | R <sub>g</sub> Уголков, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |           | при электродах Э50, Э50А |           |       |   |                    |     |                |                |
| мм     |     | t <sub>1</sub> , мм                                | масса, кг | t <sub>1</sub> , мм      | масса, кг | t <sub>1</sub> , мм | масса, кг         | t <sub>1</sub> , мм                                | масса, кг | t <sub>1</sub> , мм      | масса, кг |       |   |                    |     |                |                |
| 56     | 5   | 240 (2450)   | 310       | 1,2                      | 280       | 1,1                 | 330 (3350)        | 350  | 1,3       | 4                        | 3         | 4     | 5 | 50                 | 150 |                |                |
|        | 6   | 370  | 2,1       | 330                      | 1,4       | 330 (3350)          | 410               | 2,4  | 4         | 3                        | 4         | 4     | 5 | 50                 | 150 |                |                |
| 63     | 4   | 360  | 1,2       | 320                      | 1,1       | 340 (3450)          | 450               | 1,4  | 4         | 4                        | 4         | 4     | 5 | 60                 | 150 |                |                |
|        | 5   | 340  | 1,4       | 300                      | 1,3       | 330 (3350)          | 380               | 1,6  | 4         | 4                        | 4         | 4     | 5 | 60                 | 150 |                |                |
|        | 4   | 400  | 1,6       | 350                      | 1,4       | 340 (3450)          | 460               | 1,8  | 4         | 4                        | 4         | 4     | 5 | 70                 | 150 |                |                |
|        | 5   | 370  | 1,8       | 330                      | 1,6       | 330 (3350)          | 420               | 2  | 4         | 4                        | 4         | 4     | 5 | 70                 | 150 |                |                |
| 70     | 6   | 360  | 2,1       | 320                      | 1,8       |                     | 400               | 2,3  | 4         | 4                        | 4         | 5     | 6 | 70                 | 150 |                |                |
|        | 4,5 | 480  | 2,3       | 410                      | 2,0       | 340 (3450)          | 550               | 2,7  | 3         | 4                        | 4         | 4     | 5 | 70                 | 150 |                |                |
| 75     | 5   | 410  | 2,2       | 360                      | 1,9       |                     | 460               | 2,5  | 4         | 4                        | 4         | 4     | 5 | 70                 | 150 |                |                |
|        | 6   | 390  | 2,5       | 340                      | 2,2       |                     | 440               | 2,8  | 5         | 4                        | 4         | 5     | 6 | 70                 | 150 |                |                |
|        | 7   | 380  | 2,8       | 330                      | 2,4       |                     | 430               | 3,2  | 6         | 4                        | 4         | 5     | 6 | 70                 | 150 |                |                |
|        | 8   | 370  | 3,1       | 330                      | 2,8       |                     | 420               | 3,5  | 7         | 4                        | 4         | 5     | 6 | 70                 | 150 |                |                |
| 80     | 5   | 430  | 2,5       | 380                      | 2,2       |                     | 490               | 2,8  | 4         | 5                        | 5         | 5     | 6 | 80                 | 150 |                |                |
|        | 6   | 360  | 2,5       | 340                      | 2,3       | 330 (3350)          | 470               | 3,2  | 5         | 5                        | 5         | 5     | 6 | 80                 | 150 |                |                |
|        | 7   | 400  | 3,2       | 350                      | 2,8       |                     | 460               | 3,6  | 5         | 5                        | 5         | 5     | 6 | 80                 | 150 |                |                |
|        | 8   | 390  | 3,5       | 350                      | 3,2       |                     | 430               | 3,9  | 7         | 5                        | 5         | 5     | 6 | 80                 | 150 |                |                |
| 90     | 9   | 390  | 3,9       | 340                      | 3,4       |                     | 440               | 4,5  | 8         | 5                        | 5         | 5     | 6 | 80                 | 150 |                |                |
|        | 5,5 | 490  | 3,3       | 430                      | 2,9       |                     | 560               | 3,8  | 4         | 5                        | 4         | 4     | 6 | 80                 | 150 |                |                |
| 110    | 6   | 420  | 2,9       | 380                      | 2,8       |                     | 490               | 3,6  | 5         | 5                        | 5         | 5     | 6 | 80                 | 150 |                |                |
|        | 7   | 420  | 3,6       | 360                      | 3,1       |                     | 470               | 4,0  | 6         | 5                        | 5         | 5     | 6 | 80                 | 150 |                |                |
| 125    | 8   | 420  | 4,1       | 360                      | 3,5       |                     | 470               | 4,5  | 7         | 5                        | 5         | 5     | 6 | 80                 | 150 |                |                |
|        | 6   | 420  | 3,5       | 370                      | 3,1       |                     | 550               | 4,6  | 5         | 6                        | 5         | 5     | 6 | 90                 | 150 |                |                |
| 140    | 7   | 470  | 4,5       | 410                      | 4,0       |                     | 530               | 5,1  | 6         | 6                        | 6         | 6     | 6 | 90                 | 150 |                |                |
|        | 8   | 460  | 5,0       | 400                      | 4,4       |                     | 520               | 5,7  | 7         | 6                        | 6         | 6     | 6 | 90                 | 150 |                |                |
|        | 9   | 450  | 5,5       | 390                      | 4,8       |                     | 510               | 6,2  | 8         | 6                        | 6         | 6     | 6 | 90                 | 150 |                |                |
|        | 6,5 | 570  | 6,0       | 490                      | 5,2       | 330 (3350)          | 640               | 6,8  | 5         | 8                        | 5         | 5     | 6 | 100                | 150 |                |                |
| 160    | 7   | 520  | 6,6       | 450                      | 4,8       |                     | 580               | 6,2  | 6         | 8                        | 5         | 5     | 6 | 100                | 150 |                |                |
|        | 8   | 510  | 6,2       | 440                      | 5,4       |                     | 570               | 7,0  | 7         | 8                        | 5         | 5     | 6 | 100                | 150 |                |                |
|        | 10  | 540  | 8,1       | 470                      | 7,1       |                     | 540               | 8,2  | 8         | 8                        | 5         | 5     | 6 | 100                | 150 |                |                |
|        | 12  | 520  | 9,3       | 450                      | 8,1       |                     | 570               | 10,2   | 10        | 8                        | 6         | 6     | 7 | 100                | 150 |                |                |
| 180    | 14  | 500  | 10,3      | 430                      | 8,8       | 320 (3250)          | 550               | 11,4   | 12        | 8                        | 6         | 6     | 7 | 100                | 150 |                |                |
|        | 16  | 490  | 11,4      | 420                      | 9,8       |                     | 540               | 12,6   | 14        | 8                        | 6         | 6     | 7 | 100                | 150 |                |                |
|        | 7   | 570  | 6,8       | 500                      | 5,9       |                     | 640               | 7,6  | 6         | 8                        | 5         | 5     | 6 | 110                | 150 |                |                |
|        | 8   | 580  | 7,8       | 470                      | 6,3       | 330 (3350)          | 620               | 8,4  | 7         | 8                        | 5         | 5     | 6 | 110                | 150 |                |                |
| 125    | 8   | 620  | 9,6       | 530                      | 8,2       |                     | 700               | 10,8   | 7         | 8                        | 5         | 5     | 6 | 110                | 150 |                |                |
|        | 9   | 680  | 11,8      | 590                      | 10,2      |                     | 680               | 11,8   | 8         | 8                        | 5         | 5     | 6 | 110                | 150 |                |                |
| 140    | 10  | 660  | 12,6      | 570                      | 10,9      | 320 (3250)          | 660               | 12,6   | 8         | 8                        | 5         | 5     | 6 | 110                | 150 |                |                |
|        | 12  | 630  | 14,3      | 550                      | 12,5      |                     | 700               | 15,9   | 10        | 9                        | 6         | 6     | 7 | 130                | 180 |                |                |
|        | 14  | 610  | 16,0      | 530                      | 13,9      |                     | 670               | 17,5   | 12        | 9                        | 6         | 6     | 7 | 130                | 180 |                |                |
|        | 16  | 600  | 17,8      | 520                      | 15,4      |                     | 660               | 19,6   | 14        | 9                        | 6         | 6     | 7 | 130                | 160 |                |                |
| 160    | 9   | 670  | 13,0      | 580                      | 11,3      | 330 (3350)          | 760               | 14,8   | 8         | 9                        | 5         | 5     | 6 | 140                | 160 |                |                |
|        | 10  | 730  | 15,6      | 630                      | 13,6      |                     | 730               | 15,7   | 8         | 9                        | 5         | 5     | 6 | 140                | 160 |                |                |
| 180    | 12  | 700  | 17,8      | 600                      | 15,3      |                     | 770               | 19,6   | 10        | 9                        | 6         | 6     | 7 | 140                | 160 |                |                |
|        | 10  | 830  | 20,5      | 710                      | 17,5      |                     | 820               | 20,2   | 8         | 10                       | 5         | 5     | 6 | 170                | 160 |                |                |
|        | 11  | 810  | 21,9      | 690                      | 18,7      |                     | 900               | 24,3   | 9         | 10                       | 6         | 6     | 7 | 170                | 160 |                |                |
|        | 12  | 790  | 23,2      | 680                      | 19,9      | 320 (3250)          | 870               | 26,5   | 10        | 10                       | 6         | 6     | 7 | 170                | 160 |                |                |
| 180    | 14  | 770  | 26,2      | 670                      | 22,7      |                     | 850               | 28,9   | 12        | 10                       | 6         | 6     | 7 | 170                | 160 |                |                |
|        | 16  | 750  | 28,8      | 640                      | 24,6      |                     | 820               | 31,5   | 14        | 10                       | 6         | 6     | 7 | 170                | 160 |                |                |
|        | 18  | 730  | 31,4      | 630                      | 27,1      |                     | 810               | 34,8   | 16        | 10                       | 7         | 8     | 8 | 170                | 160 |                |                |
|        | 20  | 720  | 34,1      | 620                      | 29,4      |                     | 790               | 37,4   | 18        | 10                       | 7         | 8     | 8 | 170                | 160 |                |                |
| 180    | 11  | 900  | 27,4      | 770                      | 23,5      |                     | 1000              | 30,5   | 9         | 10                       | 6         | 6     | 6 | 190                | 160 |                |                |
|        | 12  | 880  | 29,2      | 780                      | 25,8      |                     | 980               | 32,5   | 10        | 10                       | 6         | 6     | 7 | 190                | 160 |                |                |



| Уголки |    | Стыковые уголки из стали                          |                            |                          |           |                          |           |   |                            |   |           |   |                            |       |   |   |                |                |                     |           |
|--------|----|---|----------------------------|--------------------------|-----------|--------------------------|-----------|---|----------------------------|---|-----------|---|----------------------------|-------|---|---|----------------|----------------|---------------------|-----------|
| В      | d  | углеродистой                                      |                            | при электродах Э42, Э42А |           | при электродах Э50, Э60А |           | R <sub>н</sub> уголок, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |                            | R <sub>н</sub> уголок, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |           | при электродах Э50, Э60А                          |                            | Шов h | a | k | b <sub>2</sub> | l <sub>2</sub> |                     |           |
|        |    | R <sub>н</sub> уголок, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | l <sub>1</sub> , мм      | масса, кг | l <sub>1</sub> , мм      | масса, кг | R <sub>н</sub> уголок, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | l <sub>1</sub> , мм                               | масса, кг | R <sub>н</sub> уголок, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |       |   |   |                |                | l <sub>1</sub> , мм | масса, кг |
|        |    |   |                            |                          |           |                          |           |   |                            |   |           |   |                            |       |   |   |                |                |                     |           |
| 200    | 12 | 980   | 36,2                       | 830                      | 30,7      | 1080                     | 39,9      | 10  | 12                         | 6   | 7         | 210   | 200                        |       |   |   |                |                |                     |           |
|        | 13 | 960   | 38,3                       | 820                      | 32,7      | 1060                     | 42,3      | 11  | 12                         | 6   | 7         | 210   | 200                        |       |   |   |                |                |                     |           |
|        | 14 | 950   | 41,6                       | 810                      | 34,5      | 1040                     | 44,6      | 12  | 12                         | 6   | 7         | 210   | 200                        |       |   |   |                |                |                     |           |
|        | 16 | 920   | 44,8                       | 790                      | 38,4      | 1020                     | 49,5      | 14  | 12                         | 6   | 7         | 210   | 200                        |       |   |   |                |                |                     |           |
|        | 20 | 890   | 54,0                       | 760                      | 46,2      | 980                      | 58,9      | 18  | 12                         | 7   | 8         | 210   | 200                        |       |   |   |                |                |                     |           |
| 200    | 25 | 220 (2250)  | 66,5                       | 770                      | 57,0      | 1050                     | 77,8      | 20  | 12                         | 8   | 9         | 210   | 200                        |       |   |   |                |                |                     |           |
|        | 30 | 220 (2250)  | 92,0                       | 900                      | 78,8      | 1230                     | 107,7     | 20  | 12                         | 8   | 9         | 210   | 200                        |       |   |   |                |                |                     |           |
| 220    | 14 | 1040  | 49,3                       | 880                      | 41,7      | 1150                     | 54,5      | 12  | 15                         | 6   | 7         | 230   | 200                        |       |   |   |                |                |                     |           |
|        | 16 | 1010  | 54,5                       | 860                      | 46,2      | 1120                     | 60,2      | 14  | 15                         | 6   | 7         | 230   | 200                        |       |   |   |                |                |                     |           |
| 250    | 16 | 240 (2450)  | 70,2                       | 980                      | 60,3      | 320 (3250)               | 71,4      | 14  | 17                         | 6   | 7         | 260   | 200                        |       |   |   |                |                |                     |           |
|        | 18 | 1120  | 77,0                       | 960                      | 66,0      | 1230                     | 84,7      | 16  | 17                         | 7   | 8         | 260   | 200                        |       |   |   |                |                |                     |           |
|        | 20 | 1100  | 83,8                       | 940                      | 71,7      | 1220                     | 93,0      | 18  | 17                         | 7   | 8         | 260   | 200                        |       |   |   |                |                |                     |           |
| 22     | 22 | 1020  | 85,0                       | 860                      | 71,5      | 1180                     | 98,3      | 20  | 17                         | 7   | 8         | 260   | 200                        |       |   |   |                |                |                     |           |
| 25     | 25 | 1120  | 105,0                      | 960                      | 90,0      | 1310                     | 123,1     | 20  | 17                         | 8   | 9         | 260   | 200                        |       |   |   |                |                |                     |           |
| 28     | 28 | 1240  | 129,5                      | 960                      | 100,0     | 1450                     | 151,5     | 20  | 17                         | 8   | 9         | 260   | 200                        |       |   |   |                |                |                     |           |
| 30     | 30 | 1320  | 147,5                      | 1120                     | 125,0     | 1540                     | 171,6     | 20  | 17                         | 8   | 9         | 260   | 200                        |       |   |   |                |                |                     |           |

Примечание. Сечение стыковых уголков принято равным сечению стыкуемых.

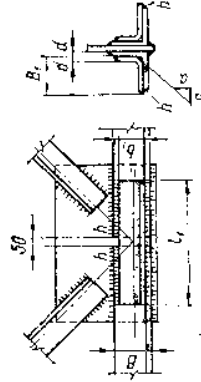


Таблица VIII.8. Стыки элементов из парных равнополочных уголков по ГОСТ 8509—86

| Уголки |     | Стыковые уголки из стали                          |                            |                          |           |                          |            |   |                            |   |           |   |                            |       |   |                     |           |
|--------|-----|---|----------------------------|--------------------------|-----------|--------------------------|------------|---|----------------------------|---|-----------|---|----------------------------|-------|---|---------------------|-----------|
| В      | d   | углеродистой                                      |                            | при электродах Э42, Э42А |           | при электродах Э50, Э60А |            | R <sub>н</sub> уголок, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |                            | R <sub>н</sub> уголок, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |           | при электродах Э50, Э60А                          |                            | Шов h | a |                     |           |
|        |     | R <sub>н</sub> уголок, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | l <sub>1</sub> , мм      | масса, кг | l <sub>1</sub> , мм      | масса, кг  | R <sub>н</sub> уголок, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | l <sub>1</sub> , мм                               | масса, кг | R <sub>н</sub> уголок, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) | МПа (кгс/см <sup>2</sup> ) |       |   | l <sub>1</sub> , мм | масса, кг |
|        |     |   |                            |                          |           |                          |            |   |                            |   |           |   |                            |       |   |                     |           |
| 45     | 4   | 45×30×4   | 300                        | 0,7                      | 270       | 0,6                      | 340 (3450) | 340   | 0,8                        | 3   | 3         | 3   |                            |       |   |                     |           |
| 45     | 5   | 50×35×4   | 290                        | 0,9                      | 260       | 0,8                      | 330 (3350) | 320   | 1,0                        | 4   | 4         | 3   |                            |       |   |                     |           |
| 50     | 4   | 50×35×4   | 320                        | 0,9                      | 290       | 0,8                      | 340 (3450) | 380   | 1,1                        | 3   | 3         | 3   |                            |       |   |                     |           |
| 50     | 5   | 50×35×5   | 310                        | 1,1                      | 290       | 0,8                      | 330 (3350) | 350   | 1,2                        | 4   | 4         | 3   |                            |       |   |                     |           |
| 50     | 6   | 56×45×4   | 370                        | 2,1                      | 330       | 1,9                      | 330 (3350) | 410   | 2,4                        | 4   | 4         | 3   |                            |       |   |                     |           |
| 56     | 4   | 56×45×4   | 360                        | 1,1                      | 320       | 1,0                      | 340 (3450) | 450   | 1,3                        | 3   | 3         | 4   |                            |       |   |                     |           |
| 56     | 5   | 56×45×5   | 340                        | 1,3                      | 300       | 1,2                      | 330 (3350) | 380   | 1,4                        | 4   | 4         | 4   |                            |       |   |                     |           |
| 63     | 4   | 63×45×4   | 400                        | 1,4                      | 320       | 1,0                      | 340 (3450) | 450   | 1,6                        | 3   | 3         | 4   |                            |       |   |                     |           |
| 63     | 5   | 70×55×5   | 370                        | 1,6                      | 330       | 1,4                      | 330 (3350) | 420   | 1,8                        | 4   | 4         | 4   |                            |       |   |                     |           |
| 63     | 6   | 70×55×6   | 360                        | 1,9                      | 320       | 1,6                      | 330 (3350) | 400   | 2,1                        | 5   | 5         | 4   |                            |       |   |                     |           |
| 70     | 4,5 | 70×50×4,5   | 480                        | 2,1                      | 410       | 1,8                      | 340 (3450) | 550   | 2,4                        | 3   | 3         | 4   |                            |       |   |                     |           |
| 70     | 5   | 70×50×5   | 410                        | 2,0                      | 360       | 1,7                      | 340 (3450) | 460   | 2,3                        | 4   | 4         | 4   |                            |       |   |                     |           |
| 70     | 6   | 70×50×6   | 390                        | 2,3                      | 340       | 2,0                      | 330 (3350) | 440   | 2,5                        | 5   | 5         | 4   |                            |       |   |                     |           |
| 70     | 7   | 70×50×7   | 380                        | 2,5                      | 330       | 2,2                      | 340 (3450) | 430   | 2,9                        | 6   | 6         | 4   |                            |       |   |                     |           |
| 70     | 8   | 70×50×8   | 370                        | 2,8                      | 330       | 2,5                      | 330 (3350) | 420   | 3,2                        | 7   | 7         | 4   |                            |       |   |                     |           |
| 75     | 5   | 75×55×5   | 430                        | 2,3                      | 380       | 2,0                      | 340 (3450) | 490   | 2,5                        | 4   | 4         | 5   |                            |       |   |                     |           |
| 75     | 6   | 75×55×6   | 360                        | 2,3                      | 340       | 2,1                      | 340 (3450) | 470   | 2,9                        | 5   | 5         | 5   |                            |       |   |                     |           |

| Уголки |     | Стыковые уголки из стали            |    |  |           |                          |           |  |           |                          |           |          |            |      |       |    |    |
|--------|-----|-------------------------------------|----|--|-----------|--------------------------|-----------|--|-----------|--------------------------|-----------|----------|------------|------|-------|----|----|
| H      | d   | H <sub>1</sub> × b <sub>1</sub> × d |    | Углеродистой   |           |                          |           | низколегированной                                    |           |                          |           | Шов<br>h | a          |      |       |    |    |
|        |     |                                     |    | R <sub>g</sub> Углерод,<br>МПа (кг/см <sup>2</sup> ) |           | при электродах Э42, Э42А |           | R <sub>g</sub> Углерод,<br>МПа (кг/см <sup>2</sup> ) |           | при электродах Э50, Э50А |           |          |            |      |       |    |    |
|        |     |                                     |    | l <sub>1</sub> , мм                                  | масса, кг | l <sub>1</sub> , мм      | масса, кг | l <sub>1</sub> , мм                                  | масса, кг | l <sub>1</sub> , мм      | масса, кг |          |            |      |       |    |    |
| 75     | 7   | 7                                   | 7  | 400  | 2,9       | 350                      | 2,5       | 240 (2450)   | 400       | 2,9                      | 350       | 2,5      | 330 (3350) | 460  | 3,3   | 6  | 5  |
| 75     | 8   | 8                                   | 8  | 390  | 3,2       | 350                      | 2,9       |  | 390       | 3,2                      | 350       | 2,9      |            | 430  | 3,6   | 7  | 5  |
| 75     | 9   | 9                                   | 9  | 390  | 3,5       | 340                      | 3,1       |  | 390       | 3,5                      | 340       | 3,1      |            | 440  | 3,9   | 8  | 5  |
| 80     | 5,5 | 80×60×5,5                           |    | 490  | 3,0       | 430                      | 2,6       |  | 490       | 3,0                      | 430       | 2,6      |            | 560  | 3,3   | 4  | 5  |
| 80     | 6   | 6                                   | 6  | 400  | 2,6       | 380                      | 2,5       |  | 400       | 2,6                      | 380       | 2,5      |            | 490  | 3,2   | 5  | 5  |
| 80     | 7   | 7                                   | 7  | 420  | 3,3       | 360                      | 2,8       |  | 420       | 3,3                      | 360       | 2,8      |            | 480  | 3,6   | 6  | 5  |
| 80     | 8   | 8                                   | 8  | 420  | 3,7       | 360                      | 3,2       |  | 420       | 3,7                      | 360       | 3,2      |            | 470  | 4,1   | 7  | 5  |
| 90     | 6   | 90×70×6                             |    | 420  | 3,2       | 370                      | 2,8       |  | 420       | 3,2                      | 370       | 2,8      |            | 550  | 4,1   | 5  | 6  |
| 90     | 7   | 7                                   | 7  | 470  | 4,1       | 410                      | 3,6       |  | 470       | 4,1                      | 410       | 3,6      |            | 530  | 4,6   | 6  | 6  |
| 90     | 8   | 8                                   | 8  | 460  | 4,5       | 400                      | 4,0       |  | 460       | 4,5                      | 400       | 4,0      |            | 520  | 5,1   | 7  | 6  |
| 90     | 9   | 9                                   | 9  | 450  | 5,0       | 390                      | 4,3       |  | 450       | 5,0                      | 390       | 4,3      |            | 510  | 5,6   | 8  | 6  |
| 100    | 6,5 | 100×75×6,5                          |    | 570  | 5,4       | 490                      | 4,7       |  | 570       | 5,4                      | 490       | 4,7      |            | 640  | 6,1   | 5  | 8  |
| 100    | 7   | 7                                   | 7  | 520  | 5         | 450                      | 4,3       |  | 520       | 5                        | 450       | 4,3      |            | 580  | 5,6   | 6  | 8  |
| 100    | 8   | 8                                   | 8  | 510  | 5,6       | 440                      | 4,9       |  | 510       | 5,6                      | 440       | 4,9      |            | 570  | 6,3   | 7  | 8  |
| 100    | 10  | 10                                  | 10 | 660  | 11,3      | 570                      | 9,8       |  | 660       | 11,3                     | 570       | 9,8      |            | 660  | 11,3  | 8  | 9  |
| 100    | 10  | 10                                  | 10 | 540  | 7,3       | 470                      | 6,4       |  | 540       | 7,3                      | 470       | 6,4      |            | 540  | 7,4   | 8  | 8  |
| 100    | 12  | 100×65×12                           |    | 520  | 8,4       | 450                      | 7,3       |  | 520       | 8,4                      | 450       | 7,3      |            | 570  | 9,2   | 10 | 8  |
| 100    | 14  | 14                                  | 14 | 500  | 9,3       | 430                      | 7,9       |  | 500       | 9,3                      | 430       | 7,9      |            | 550  | 10,3  | 12 | 8  |
| 100    | 16  | 16                                  | 16 | 490  | 10,4      | 420                      | 8,8       |  | 490       | 10,4                     | 420       | 8,8      |            | 540  | 11,3  | 14 | 8  |
| 110    | 7   | 110×90×7                            |    | 570  | 6,1       | 500                      | 5,3       |  | 570       | 6,1                      | 500       | 5,3      |            | 680  | 6,9   | 6  | 8  |
| 110    | 8   | 8                                   | 8  | 580  | 7         | 470                      | 5,7       |  | 580       | 7                        | 470       | 5,7      |            | 620  | 7,6   | 7  | 8  |
| 125    | 8   | 125×100×8                           |    | 620  | 8,6       | 530                      | 7,4       |  | 620       | 8,6                      | 530       | 7,4      |            | 700  | 9,6   | 7  | 9  |
| 125    | 9   | 9                                   | 9  | 680  | 10,6      | 590                      | 9,2       |  | 680       | 10,6                     | 590       | 9,2      |            | 680  | 10,6  | 8  | 9  |
| 125    | 10  | 10                                  | 10 | 660  | 11,3      | 570                      | 9,8       |  | 660       | 11,3                     | 570       | 9,8      |            | 660  | 11,3  | 8  | 9  |
| 140    | 9   | 140×110×9                           |    | 670  | 11,7      | 580                      | 10,2      |  | 670       | 11,7                     | 580       | 10,2     |            | 760  | 13,3  | 8  | 9  |
| 140    | 10  | 10                                  | 10 | 730  | 14        | 630                      | 12,2      |  | 730       | 14                       | 630       | 12,2     |            | 730  | 14,1  | 8  | 9  |
| 140    | 12  | 12                                  | 12 | 700  | 16,0      | 600                      | 13,8      |  | 700       | 16,0                     | 600       | 13,8     |            | 770  | 17,6  | 10 | 9  |
| 160    | 10  | 160×125×10                          |    | 830  | 18,5      | 710                      | 15,8      |  | 830       | 18,5                     | 710       | 15,8     |            | 820  | 18,2  | 8  | 10 |
| 160    | 11  | 11                                  | 11 | 810  | 19,7      | 690                      | 16,8      |  | 810       | 19,7                     | 690       | 16,8     |            | 900  | 21,7  | 9  | 10 |
| 160    | 12  | 12                                  | 12 | 790  | 20,9      | 680                      | 17,9      |  | 790       | 20,9                     | 680       | 17,9     |            | 870  | 23,0  | 10 | 10 |
| 160    | 14  | 14                                  | 14 | 770  | 23,6      | 670                      | 20,4      |  | 770       | 23,6                     | 670       | 20,4     |            | 850  | 26,0  | 12 | 10 |
| 160    | 16  | 160×115×16                          |    | 750  | 25,9      | 640                      | 22,1      |  | 750       | 25,9                     | 640       | 22,1     |            | 820  | 28,3  | 14 | 10 |
| 160    | 18  | 18                                  | 18 | 730  | 28,3      | 630                      | 24,4      |  | 730       | 28,3                     | 630       | 24,4     |            | 810  | 31,3  | 16 | 10 |
| 180    | 20  | 20                                  | 20 | 720  | 30,7      | 620                      | 26,5      |  | 720       | 30,7                     | 620       | 26,5     |            | 790  | 35,7  | 18 | 10 |
| 180    | 11  | 180×150×11                          |    | 900  | 24,7      | 770                      | 21,2      |  | 900       | 24,7                     | 770       | 21,2     |            | 1000 | 27,5  | 9  | 10 |
| 180    | 12  | 12                                  | 12 | 880  | 26,3      | 780                      | 23,2      |  | 880       | 26,3                     | 780       | 23,2     |            | 980  | 28,9  | 10 | 10 |
| 200    | 12  | 200×170×12                          |    | 980  | 32,6      | 830                      | 27,7      |  | 980       | 32,6                     | 830       | 27,7     |            | 1080 | 35,9  | 10 | 12 |
| 200    | 13  | 13                                  | 13 | 960  | 34,5      | 820                      | 29,4      |  | 960       | 34,5                     | 820       | 29,4     |            | 1060 | 38,1  | 11 | 12 |
| 200    | 14  | 200×155×14                          |    | 950  | 37,4      | 810                      | 31,0      |  | 950       | 37,4                     | 810       | 31,0     |            | 1040 | 40,1  | 12 | 12 |
| 200    | 16  | 16                                  | 16 | 920  | 40,3      | 790                      | 34,6      |  | 920       | 40,3                     | 790       | 34,6     |            | 1020 | 44,5  | 14 | 12 |
| 200    | 20  | 20                                  | 20 | 890  | 48,6      | 760                      | 41,6      |  | 890       | 48,6                     | 760       | 41,6     |            | 980  | 53,0  | 18 | 12 |
| 200    | 25  | 200×145×25                          |    | 900  | 59,8      | 770                      | 51,3      |  | 900       | 59,8                     | 770       | 51,3     |            | 1050 | 70,0  | 20 | 12 |
| 200    | 30  | 30                                  | 30 | 1050   | 82,8      | 900                      | 70,9      |  | 1050      | 82,8                     | 900       | 70,9     |            | 1230 | 97,0  | 20 | 12 |
| 220    | 14  | 220×180×14                          |    | 1040   | 44,4      | 880                      | 37,5      |  | 1040      | 44,4                     | 880       | 37,5     |            | 1150 | 49,0  | 12 | 15 |
| 220    | 16  | 16                                  | 16 | 1010   | 49        | 860                      | 41,6      |  | 1010      | 49                       | 860       | 41,6     |            | 1120 | 54,2  | 14 | 15 |
| 250    | 16  | 250×200×16                          |    | 1140   | 63,2      | 980                      | 54,3      |  | 1140      | 63,2                     | 980       | 54,3     |            | 1160 | 64,8  | 14 | 17 |
| 250    | 18  | 18                                  | 18 | 1120   | 69,3      | 960                      | 59,4      |  | 1120      | 69,3                     | 960       | 59,4     |            | 1230 | 77,0  | 16 | 17 |
| 250    | 20  | 20                                  | 20 | 1100   | 74,4      | 940                      | 64,5      |  | 1100      | 74,4                     | 940       | 64,5     |            | 1220 | 83,7  | 18 | 17 |
| 250    | 22  | 250×190×22                          |    | 1020   | 76,5      | 860                      | 64,3      |  | 1020      | 76,5                     | 860       | 64,3     |            | 1180 | 78,3  | 20 | 17 |
| 250    | 25  | 25                                  | 25 | 1120   | 94,5      | 960                      | 81,0      |  | 1120      | 94,5                     | 960       | 81,0     |            | 1310 | 110,8 | 20 | 17 |
| 250    | 28  | 28                                  | 28 | 1240   | 116,6     | 960                      | 90,0      |  | 1240      | 116,6                    | 960       | 90,0     |            | 1450 | 136,6 | 20 | 17 |
| 250    | 30  | 30                                  | 30 | 1320   | 132,8     | 1120                     | 112,5     |  | 1320      | 132,8                    | 1120      | 112,5    |            | 1540 | 154,5 | 20 | 17 |

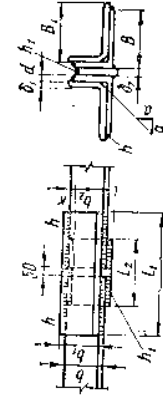
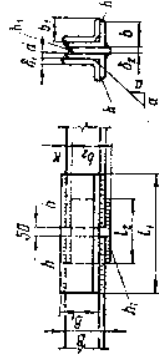


Таблица VI.9. Стыки элементов из парных неравнополочных уголков по ГОСТ 8510—86

| УГОЛКИ              |           | Стыковые уголки из стали    |           |                     |           |   |                          |                |     |    |    |     |                |
|---------------------|-----------|-----------------------------|-----------|---------------------|-----------|---|--------------------------|----------------|-----|----|----|-----|----------------|
|                     |           | Углеродистой при электродах |           |                     |           |   | Низколегированной        |                |     |    |    |     |                |
|                     |           | Э42, Э42А                   |           | Э50, Э50А           |           | R <sub>т</sub> уголков, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | при электродах Э50, Э50А |                | Шов |    | а  | Шов | b <sub>2</sub> |
| l <sub>1</sub> , мм | масса, кг | l <sub>1</sub> , мм         | масса, кг | l <sub>1</sub> , мм | масса, кг |   | h <sub>1</sub>           | h <sub>2</sub> |     |    |    |     |                |
| B × b               | мм        | d                           | мм        | мм                  | кг        | мм  | кг                       | мм             | кг  | мм | мм | мм  | мм             |
| 45×28               | 4         | 260                         | 0,6       | 240                 | 0,5       | 300   | 0,7                      | 3              | 3   | 4  | 5  | 30  | 150            |
| 50×32               | 4         | 280                         | 0,7       | 260                 | 0,6       | 320   | 0,8                      | 3              | 3   | 4  | 5  | 40  | 150            |
| 56×36               | 4         | 310                         | 0,9       | 280                 | 0,8       | 350   | 1,0                      | 3              | 3   | 4  | 5  | 40  | 150            |
| 56×36               | 5         | 290                         | 1,0       | 270                 | 0,9       | 330   | 1,1                      | 4              | 3   | 4  | 5  | 40  | 150            |
| 63×40               | 4         | 340                         | 1,1       | 300                 | 1,0       | 390   | 1,2                      | 3              | 4   | 4  | 5  | 40  | 150            |
| 63×40               | 5         | 320                         | 1,3       | 290                 | 1,1       | 360   | 1,4                      | 4              | 4   | 4  | 5  | 40  | 150            |
| 63×40               | 6         | 310                         | 1,4       | 280                 | 1,3       | 340   | 1,6                      | 5              | 4   | 4  | 5  | 40  | 150            |
| 63×40               | 8         | 290                         | 1,8       | 270                 | 1,6       | 320   | 1,9                      | 7              | 4   | 5  | 6  | 40  | 150            |
| 70×45               | 5         | 350                         | 1,5       | 320                 | 1,4       | 390   | 1,7                      | 4              | 5   | 4  | 5  | 50  | 150            |
| 75×50               | 5         | 370                         | 1,8       | 340                 | 1,6       | 420   | 2,0                      | 4              | 5   | 4  | 5  | 50  | 150            |
| 75×50               | 6         | 360                         | 2,1       | 330                 | 1,9       | 400   | 2,3                      | 5              | 5   | 5  | 5  | 50  | 150            |
| 75×50               | 8         | 340                         | 2,5       | 310                 | 2,3       | 380   | 2,8                      | 7              | 5   | 6  | 6  | 50  | 150            |
| 80×50               | 5         | 400                         | 2,0       | 350                 | 1,8       | 430   | 2,2                      | 4              | 5   | 5  | 5  | 50  | 150            |
| 80×50               | 6         | 370                         | 2,2       | 340                 | 2,0       | 410   | 2,4                      | 5              | 5   | 5  | 5  | 50  | 150            |
| 90×56               | 5,5       | 460                         | 2,8       | 400                 | 2,5       | 520   | 3,2                      | 4              | 5   | 4  | 5  | 60  | 150            |
| 90×56               | 6         | 370                         | 2,5       | 360                 | 2,4       | 470   | 3,2                      | 5              | 5   | 5  | 6  | 60  | 150            |
| 90×56               | 8         | 400                         | 3,5       | 350                 | 3,1       | 490   | 3,8                      | 7              | 5   | 5  | 6  | 60  | 150            |
| 100×63              | 6         | 450                         | 3,4       | 390                 | 2,9       | 500   | 3,8                      | 5              | 6   | 5  | 6  | 70  | 150            |
| 100×63              | 7         | 430                         | 3,7       | 380                 | 3,3       | 490   | 4,3                      | 6              | 6   | 5  | 6  | 70  | 150            |
| 100×63              | 8         | 430                         | 4,3       | 370                 | 3,7       | 480   | 4,8                      | 7              | 6   | 5  | 6  | 70  | 150            |
| 100×63              | 10        | 410                         | 5,0       | 360                 | 4,4       | 450   | 5,5                      | 9              | 6   | 5  | 6  | 70  | 150            |
| 110×70              | 6,5       | 520                         | 4,7       | 450                 | 4,0       | 580   | 5,2                      | 5              | 6   | 5  | 6  | 70  | 150            |
| 110×70              | 8         | 470                         | 5,1       | 410                 | 4,5       | 520   | 5,7                      | 7              | 6   | 5  | 6  | 70  | 150            |
| 125×80              | 7         | 530                         | 5,9       | 460                 | 5,1       | 600   | 6,6                      | 6              | 8   | 5  | 6  | 80  | 160            |
| 125×80              | 8         | 520                         | 6,5       | 450                 | 5,6       | 580   | 7,3                      | 7              | 8   | 5  | 6  | 80  | 160            |
| 125×80              | 10        | 510                         | 7,9       | 440                 | 6,8       | 550   | 8,5                      | 9              | 8   | 5  | 6  | 80  | 160            |
| 125×80              | 12        | 530                         | 9,7       | 460                 | 8,5       | 580   | 10,7                     | 10             | 8   | 6  | 7  | 80  | 160            |
| 140×90              | 8         | 570                         | 8,1       | 490                 | 6,9       | 640   | 9,1                      | 7              | 8   | 5  | 6  | 90  | 160            |
| 140×90              | 10        | 560                         | 9,8       | 480                 | 8,4       | 610   | 10,7                     | 9              | 8   | 5  | 6  | 90  | 160            |
| 160×100             | 9         | 630                         | 11,3      | 540                 | 9,7       | 740   | 13,3                     | 8              | 8   | 5  | 6  | 100 | 160            |
| 160×100             | 10        | 620                         | 12,3      | 530                 | 10,5      | 680   | 13,5                     | 9              | 8   | 5  | 6  | 100 | 160            |
| 160×100             | 12        | 650                         | 15,3      | 570                 | 13,5      | 720   | 17,0                     | 10             | 8   | 6  | 7  | 100 | 160            |
| 160×100             | 14        | 630                         | 17,2      | 550                 | 15,0      | 700   | 19,0                     | 12             | 8   | 6  | 7  | 100 | 160            |
| 180×110             | 10        | 680                         | 15,2      | 590                 | 13,1      | 730   | 16,2                     | 9              | 10  | 5  | 6  | 110 | 160            |
| 180×110             | 12        | 720                         | 19,0      | 630                 | 16,7      | 800   | 21,2                     | 10             | 10  | 6  | 7  | 110 | 160            |
| 200×125             | 11        | 820                         | 22,4      | 700                 | 19,1      | 900   | 24,6                     | 9              | 10  | 6  | 7  | 130 | 200            |
| 200×125             | 12        | 810                         | 24,0      | 690                 | 20,5      | 880   | 26,1                     | 10             | 10  | 6  | 7  | 130 | 200            |
| 200×125             | 14        | 780                         | 26,8      | 680                 | 23,4      | 850   | 29,2                     | 12             | 10  | 6  | 7  | 130 | 200            |
| 200×125             | 16        | 760                         | 29,7      | 650                 | 25,4      | 810   | 32,8                     | 14             | 10  | 6  | 7  | 130 | 200            |

Примечания: 1. R<sub>т</sub> уголков из углеродистой стали 240 (2450) МПа (кг/см<sup>2</sup>), 2. Сечение стыковых уголков приято равным сечению стыкуемых.

Таблица VIII.10. Стяжки элементов из парных неравнополочных уголков по ГОСТ 8510—86



| В × b   | Стяжковые уголки из стали   |           |                     |           |   |                          |           |       |                    |   |                |                |     |     |     |
|---------|-----------------------------|-----------|---------------------|-----------|---|--------------------------|-----------|-------|--------------------|---|----------------|----------------|-----|-----|-----|
|         | Углеродистой при электродах |           |                     |           |   | низколегированной        |           |       |                    |   |                |                |     |     |     |
|         | Э42, Э42А                   |           | Э60, Э60А           |           | R <sub>y</sub> уголков, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | при электродах Э60, Э60А |           | Шов а | Шов а <sub>1</sub> | а | b <sub>1</sub> | l <sub>2</sub> |     |     |     |
|         | l <sub>1</sub> , мм         | масса, кг | l <sub>1</sub> , мм | масса, кг |   | l <sub>1</sub> , мм      | масса, кг |       |                    |   |                |                |     |     |     |
| 45×38   | 4                           | 260       | 0,6                 | 240       | 0,5   | 300                      | 0,7       | 3     | 4                  | 3 | 4              | 5              | 50  | 150 |     |
| 50×32   | 4                           | 280       | 0,7                 | 260       | 0,6   | 320                      | 0,8       | 3     | 4                  | 3 | 4              | 5              | 50  | 150 |     |
| 56×36   | 4                           | 310       | 0,9                 | 280       | 0,8   | 350                      | 1         | 3     | 4                  | 3 | 4              | 5              | 60  | 150 |     |
| 56×36   | 5                           | 290       | 1                   | 270       | 0,9   | 330                      | 1,1       | 4     | 3                  | 4 | 3              | 4              | 5   | 60  | 150 |
| 63×40   | 4                           | 340       | 1,1                 | 300       | 1   | 340                      | 1,2       | 3     | 4                  | 4 | 5              | 5              | 70  | 150 |     |
| 63×40   | 5                           | 320       | 1,3                 | 290       | 1,1   | 360                      | 1,4       | 4     | 4                  | 4 | 4              | 5              | 70  | 150 |     |
| 63×40   | 6                           | 310       | 1,4                 | 280       | 1,3   | 340                      | 1,5       | 5     | 4                  | 4 | 5              | 6              | 70  | 150 |     |
| 63×40   | 8                           | 290       | 1,8                 | 270       | 1,6   | 320                      | 1,9       | 7     | 4                  | 4 | 5              | 6              | 70  | 150 |     |
| 70×45   | 5                           | 350       | 1,5                 | 320       | 1,4   | 390                      | 1,7       | 4     | 5                  | 4 | 4              | 5              | 70  | 150 |     |
| 75×50   | 5                           | 370       | 1,8                 | 340       | 1,6   | 420                      | 2,0       | 4     | 5                  | 4 | 4              | 5              | 80  | 150 |     |
| 75×50   | 6                           | 360       | 2,1                 | 330       | 1,9   | 400                      | 2,3       | 5     | 5                  | 5 | 5              | 6              | 80  | 150 |     |
| 75×50   | 8                           | 340       | 2,5                 | 310       | 2,3   | 380                      | 2,8       | 7     | 5                  | 5 | 5              | 6              | 80  | 150 |     |
| 80×50   | 5                           | 400       | 2                   | 350       | 1,8   | 430                      | 2,2       | 4     | 5                  | 4 | 4              | 5              | 90  | 150 |     |
| 80×50   | 6                           | 370       | 2,2                 | 340       | 2   | 410                      | 2,4       | 5     | 5                  | 5 | 5              | 6              | 90  | 150 |     |
| 90×56   | 5,5                         | 460       | 2,8                 | 400       | 2,5   | 520                      | 3,2       | 4     | 5                  | 6 | 5              | 6              | 100 | 150 |     |
| 90×56   | 6                           | 370       | 2,5                 | 350       | 2,1   | 470                      | 3,2       | 5     | 5                  | 6 | 5              | 6              | 90  | 150 |     |
| 90×56   | 8                           | 400       | 3,5                 | 350       | 3,1   | 500                      | 3,8       | 7     | 5                  | 6 | 5              | 6              | 90  | 150 |     |
| 100×63  | 6                           | 450       | 3,4                 | 390       | 2,9   | 580                      | 4,3       | 6     | 6                  | 6 | 6              | 6              | 100 | 150 |     |
| 100×63  | 7                           | 430       | 3,7                 | 380       | 3,3   | 490                      | 4,3       | 6     | 6                  | 6 | 6              | 6              | 100 | 150 |     |
| 100×63  | 8                           | 430       | 4,3                 | 370       | 3,7   | 480                      | 4,8       | 7     | 6                  | 6 | 6              | 6              | 100 | 150 |     |
| 100×63  | 10                          | 410       | 5,0                 | 360       | 4,4   | 450                      | 5,5       | 9     | 6                  | 6 | 6              | 6              | 100 | 150 |     |
| 110×70  | 6,5                         | 520       | 4,7                 | 450       | 4,0   | 580                      | 5,2       | 5     | 6                  | 6 | 5              | 6              | 110 | 150 |     |
| 110×70  | 8                           | 470       | 5,1                 | 410       | 4,5   | 520                      | 5,7       | 7     | 6                  | 6 | 5              | 6              | 110 | 150 |     |
| 125×80  | 7                           | 530       | 5,9                 | 460       | 5,1   | 600                      | 6,6       | 6     | 8                  | 6 | 6              | 6              | 130 | 150 |     |
| 125×80  | 8                           | 520       | 6,5                 | 450       | 5,6   | 580                      | 7,3       | 7     | 8                  | 6 | 6              | 6              | 130 | 150 |     |
| 125×80  | 10                          | 510       | 7,9                 | 440       | 6,8   | 550                      | 8,5       | 9     | 8                  | 6 | 6              | 6              | 130 | 150 |     |
| 125×80  | 12                          | 530       | 9,7                 | 460       | 8,5   | 580                      | 10,7      | 10    | 8                  | 6 | 6              | 7              | 130 | 150 |     |
| 140×90  | 8                           | 570       | 8,1                 | 490       | 6,9   | 640                      | 9,1       | 7     | 8                  | 6 | 5              | 6              | 140 | 150 |     |
| 140×90  | 10                          | 560       | 9,8                 | 480       | 8,4   | 610                      | 10,7      | 9     | 8                  | 6 | 5              | 6              | 140 | 150 |     |
| 160×100 | 9                           | 630       | 11,3                | 540       | 9,7   | 740                      | 13,3      | 8     | 8                  | 6 | 5              | 6              | 160 | 160 |     |
| 160×100 | 10                          | 620       | 12,3                | 530       | 10,5  | 680                      | 13,5      | 9     | 8                  | 6 | 5              | 6              | 160 | 160 |     |
| 160×100 | 12                          | 650       | 15,3                | 570       | 13,5  | 720                      | 17,0      | 10    | 8                  | 6 | 6              | 7              | 160 | 160 |     |
| 160×100 | 14                          | 630       | 17,2                | 550       | 15  | 700                      | 19,0      | 12    | 8                  | 6 | 6              | 7              | 160 | 160 |     |
| 180×110 | 10                          | 680       | 15,2                | 590       | 13,1  | 730                      | 16,2      | 9     | 10                 | 6 | 5              | 6              | 180 | 160 |     |
| 180×110 | 12                          | 720       | 19                  | 630       | 16,7  | 800                      | 21,2      | 10    | 10                 | 6 | 6              | 7              | 180 | 160 |     |
| 200×125 | 11                          | 820       | 22,4                | 700       | 19,1  | 900                      | 24,6      | 9     | 10                 | 6 | 6              | 7              | 200 | 200 |     |
| 200×125 | 12                          | 810       | 24                  | 690       | 20,5  | 880                      | 26,1      | 10    | 10                 | 6 | 6              | 7              | 200 | 200 |     |
| 200×125 | 14                          | 780       | 26,8                | 680       | 23,4  | 850                      | 29,2      | 12    | 10                 | 6 | 6              | 7              | 200 | 200 |     |
| 200×125 | 16                          | 760       | 29,7                | 650       | 25,4  | 840                      | 32,8      | 14    | 10                 | 6 | 6              | 7              | 200 | 200 |     |

Примечания: 1. R<sub>y</sub> уголков из углеродистой стали 340 (3450) МПа (кг/см<sup>2</sup>); 2. Сечение стыковых уголков принято равным сечению стыкуемых.

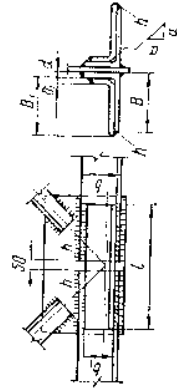


Таблица УИЛ.1.1. Стыки элементов из парных неравнополочных уголков по ГОСТ 8510—88

| Уголки<br>$B \times b$ | д | $B_1 \times b_1 \times b_2$ | Стыковые уголки из стали    |              |           |                   |  |                              | Шов<br>II | а |              |
|------------------------|---|-----------------------------|-----------------------------|--------------|-----------|-------------------|--|------------------------------|-----------|---|--------------|
|                        |   |                             | Углеродистой при электродах |              |           | низколегированной |  |                              |           |   |              |
|                        |   |                             | Э42, Э42А                   |              | Э50, Э50А |                   | $R_{\sigma T}$ уголков,<br>МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | при электр-<br>дах Э42, Э50А |           |   |              |
|                        |   |                             | l, мм                       | масса,<br>кг | l, мм     | масса,<br>кг      |  | l, мм                        |           |   | масса,<br>кг |
| 45×28                  | 4 | 45×18×4                     | 260                         | 0,5          | 240       | 0,4               | 300  | 0,6                          | 3         |   |              |
| 50×32                  | 4 | 50×22×4                     | 280                         | 0,6          | 260       | 0,5               | 320  | 0,7                          | 3         |   |              |
| 56×36                  | 4 | 56×25×4                     | 300                         | 0,8          | 280       | 0,7               | 350  | 0,9                          | 3         |   |              |
| 56×36                  | 5 | 5                           | 290                         | 0,9          | 270       | 0,8               | 330  | 1                            | 3         |   |              |
| 63×40                  | 4 | 63×22×4                     | 340                         | 1            | 300       | 0,9               | 340  | 1,1                          | 4         |   |              |
| 63×40                  | 5 | 5                           | 320                         | 1,2          | 290       | 1                 | 360  | 1,3                          | 4         |   |              |
| 63×40                  | 6 | 6                           | 310                         | 1,3          | 280       | 1,2               | 340  | 1,4                          | 4         |   |              |
| 63×40                  | 8 | 8                           | 290                         | 1,6          | 270       | 1,4               | 320  | 1,7                          | 4         |   |              |
| 70×45                  | 5 | 70×30×5                     | 350                         | 1,3          | 320       | 1,3               | 390  | 1,5                          | 5         |   |              |
| 75×50                  | 5 | 75×30×5                     | 370                         | 1,6          | 340       | 1,4               | 420  | 1,8                          | 5         |   |              |
| 75×50                  | 6 | 6                           | 340                         | 1,9          | 330       | 1,7               | 400  | 2,1                          | 5         |   |              |
| 75×50                  | 8 | 8                           | 340                         | 2,3          | 310       | 2,1               | 380  | 2,5                          | 5         |   |              |
| 80×50                  | 5 | 80×35×5                     | 400                         | 1,8          | 350       | 1,6               | 430  | 2,0                          | 5         |   |              |

|         |     |            |     |      |     |      |     |      |    |
|---------|-----|------------|-----|------|-----|------|-----|------|----|
| 80×50   | 6   | 6          | 370 | 2    | 340 | 1,8  | 410 | 2,2  | 5  |
| 90×56   | 5,5 | 90×35×5,5  | 460 | 2,5  | 400 | 2,3  | 520 | 2,9  | 5  |
| 90×56   | 6   | 6          | 370 | 2,3  | 360 | 2,2  | 470 | 2,9  | 5  |
| 90×56   | 8   | 8          | 400 | 3,1  | 350 | 2,8  | 430 | 3,4  | 5  |
| 100×63  | 6   | 100×40×6   | 450 | 3,1  | 390 | 2,6  | 500 | 3,4  | 6  |
| 100×63  | 7   | 7          | 430 | 3,3  | 380 | 3,0  | 490 | 3,9  | 6  |
| 100×63  | 8   | 8          | 430 | 3,9  | 370 | 3,3  | 480 | 4,3  | 6  |
| 100×63  | 10  | 10         | 410 | 4,5  | 360 | 4,0  | 450 | 4,9  | 6  |
| 110×70  | 6,5 | 110×50×6,5 | 520 | 4,2  | 450 | 3,6  | 580 | 4,7  | 6  |
| 110×70  | 8   | 8          | 470 | 4,6  | 410 | 4,0  | 520 | 5,1  | 6  |
| 125×80  | 7   | 125×55×7   | 530 | 5,3  | 460 | 4,6  | 600 | 5,9  | 8  |
| 125×80  | 8   | 8          | 520 | 5,8  | 450 | 5,0  | 580 | 6,6  | 8  |
| 125×80  | 10  | 10         | 510 | 7,1  | 440 | 6,1  | 550 | 7,5  | 8  |
| 125×80  | 12  | 12         | 530 | 8,7  | 460 | 7,8  | 580 | 9,6  | 8  |
| 140×90  | 8   | 140×65×8   | 570 | 7,3  | 490 | 6,2  | 640 | 8,2  | 8  |
| 140×90  | 10  | 10         | 560 | 8,8  | 480 | 7,6  | 610 | 9,6  | 8  |
| 160×100 | 9   | 160×70×9   | 630 | 10   | 540 | 8,7  | 740 | 12,0 | 8  |
| 160×100 | 10  | 10         | 620 | 11,1 | 530 | 9,5  | 680 | 12,2 | 8  |
| 160×100 | 12  | 12         | 650 | 13,8 | 570 | 12,2 | 720 | 15,7 | 8  |
| 160×100 | 14  | 14         | 630 | 15   | 550 | 13,2 | 700 | 16,7 | 8  |
| 180×110 | 10  | 180×70×10  | 680 | 12,9 | 590 | 11,2 | 730 | 13,9 | 10 |
| 180×110 | 12  | 12         | 720 | 16,3 | 630 | 14,2 | 800 | 18,1 | 10 |
| 200×125 | 11  | 200×90×11  | 820 | 20   | 700 | 17,1 | 900 | 21,9 | 10 |
| 200×125 | 12  | 12         | 810 | 21,4 | 690 | 18,2 | 880 | 23,2 | 10 |
| 200×125 | 14  | 14         | 780 | 23,9 | 680 | 20,8 | 850 | 26   | 10 |
| 200×125 | 16  | 16         | 760 | 26,4 | 650 | 22,5 | 840 | 29,1 | 10 |

Примечание.  $R_{\sigma T}$  уголков из углеродистой стали 240 (2450) МПа (кг/см<sup>2</sup>).

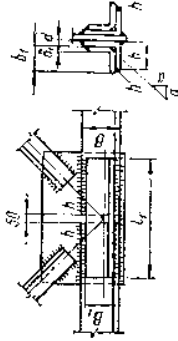
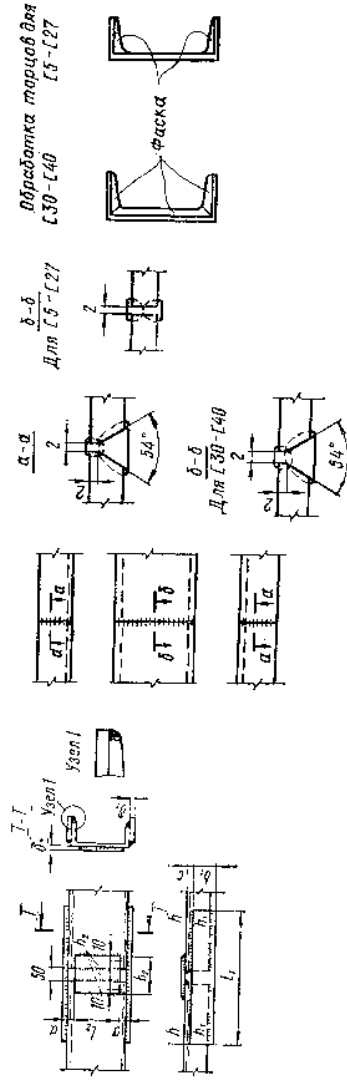


Таблица VIII.12. Стыки элементов из парных неравнополочных уголков по ГОСТ 8510—86

| Уголки                         |     | Стыковые уголки из стали    |           |            |           |            |  |            |                          |    |         |
|--------------------------------|-----|-----------------------------|-----------|------------|-----------|------------|--|------------|--------------------------|----|---------|
|                                |     | углеродистой при электродах |           |            |           |            | никелегированной                         |            |                          |    |         |
|                                |     | Э42, Э42А                   |           | Э50, Э50А  |           |            | $R_y$ уголков, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) |            | при электродах Э50, Э50А |    | Шов $h$ |
| $B_1 \times b_1 \times \delta$ |     | $l_1$ , мм                  | масса, кг | $l_1$ , мм | масса, кг | $l_1$ , мм | масса, кг                                | $l_1$ , мм | масса, кг                | мм |         |
| $B \times b$                   | $d$ | мм                          |           |            |           |            |  |            |                          |    |         |
| 45×28                          | 4   | 35×28×4                     | 260       | 0,5        | 240       | 0,4        | 300                                      | 0,6        | 300                      | 3  | 3       |
| 50×32                          | 4   | 40×32×4                     | 280       | 0,6        | 260       | 0,5        | 320                                      | 0,7        | 320                      | 3  | 3       |
| 56×36                          | 4   | 45×36×4                     | 310       | 0,8        | 280       | 0,7        | 350                                      | 0,9        | 350                      | 3  | 3       |
| 56×36                          | 5   | 5                           | 290       | 0,9        | 270       | 0,8        | 330                                      | 1,0        | 330                      | 4  | 3       |
| 63×40                          | 4   | 45×40×4                     | 340       | 1          | 300       | 0,9        | 390                                      | 1,1        | 390                      | 3  | 4       |
| 63×40                          | 5   | 5                           | 320       | 1,2        | 290       | 1          | 360                                      | 1,3        | 360                      | 4  | 4       |
| 63×40                          | 6   | 6                           | 310       | 1,3        | 280       | 1,2        | 340                                      | 1,4        | 340                      | 5  | 4       |
| 63×40                          | 8   | 8                           | 290       | 1,6        | 270       | 1,4        | 320                                      | 1,7        | 320                      | 7  | 4       |
| 70×45                          | 5   | 55×45×5                     | 350       | 1,3        | 320       | 1,3        | 390                                      | 1,5        | 390                      | 4  | 5       |
| 75×50                          | 5   | 55×60×5                     | 370       | 1,6        | 340       | 1,4        | 420                                      | 1,8        | 420                      | 4  | 5       |
| 75×50                          | 6   | 6                           | 360       | 1,9        | 330       | 1,7        | 400                                      | 2,1        | 400                      | 5  | 5       |
| 75×50                          | 8   | 8                           | 340       | 2,3        | 310       | 2,1        | 380                                      | 2,5        | 380                      | 7  | 5       |
| 80×50                          | 5   | 80×35×5                     | 400       | 1,8        | 350       | 1,6        | 430                                      | 2          | 430                      | 4  | 5       |
| 80×50                          | 6   | 6                           | 370       | 2          | 340       | 1,8        | 410                                      | 2,2        | 410                      | 4  | 5       |
| 90×56                          | 5,5 | 90×35×5,5                   | 460       | 2,5        | 400       | 2,3        | 450                                      | 2,9        | 450                      | 4  | 5       |
| 90×56                          | 6   | 6                           | 370       | 2,3        | 360       | 2,2        | 470                                      | 2,9        | 470                      | 5  | 5       |
| 90×56                          | 8   | 8                           | 400       | 3,1        | 350       | 2,8        | 430                                      | 3,4        | 430                      | 7  | 5       |
| 100×63                         | 6   | 100×40×6                    | 450       | 3,1        | 390       | 2,6        | 500                                      | 3,4        | 500                      | 5  | 6       |
| 100×63                         | 7   | 7                           | 430       | 3,3        | 380       | 3          | 490                                      | 3,9        | 490                      | 6  | 6       |
| 100×63                         | 8   | 8                           | 430       | 3,9        | 370       | 3,3        | 480                                      | 4,3        | 480                      | 7  | 6       |
| 100×63                         | 10  | 10                          | 410       | 4,5        | 360       | 4          | 450                                      | 4,9        | 450                      | 9  | 6       |
| 110×70                         | 6,5 | 110×50×6,5                  | 520       | 4,2        | 450       | 3,6        | 580                                      | 4,7        | 580                      | 5  | 6       |
| 110×70                         | 8   | 8                           | 470       | 4,6        | 410       | 4          | 520                                      | 5,1        | 520                      | 7  | 6       |
| 125×80                         | 7   | 125×55×7                    | 530       | 5,3        | 460       | 4,6        | 600                                      | 5,9        | 600                      | 6  | 8       |
| 125×80                         | 8   | 8                           | 520       | 5,8        | 450       | 5          | 580                                      | 6,6        | 580                      | 7  | 8       |
| 125×80                         | 10  | 10                          | 410       | 4,5        | 360       | 4          | 450                                      | 4,9        | 450                      | 9  | 6       |
| 125×80                         | 12  | 12                          | 530       | 8,7        | 460       | 7,8        | 580                                      | 9,6        | 580                      | 10 | 8       |
| 140×90                         | 8   | 140×65×8                    | 570       | 7,3        | 490       | 6,2        | 640                                      | 8,2        | 640                      | 7  | 8       |
| 140×90                         | 10  | 10                          | 560       | 8,8        | 480       | 7,6        | 610                                      | 9,6        | 610                      | 9  | 8       |
| 160×100                        | 9   | 160×70×9                    | 630       | 10         | 540       | 8,7        | 740                                      | 12         | 740                      | 8  | 8       |
| 160×100                        | 10  | 10                          | 620       | 11,1       | 530       | 9,5        | 680                                      | 12,2       | 680                      | 9  | 8       |
| 160×100                        | 12  | 12                          | 650       | 13,8       | 570       | 12,2       | 720                                      | 15,7       | 720                      | 10 | 8       |
| 160×100                        | 14  | 14                          | 630       | 15,5       | 550       | 13,5       | 700                                      | 17         | 700                      | 12 | 8       |
| 180×110                        | 10  | 150×110×10                  | 680       | 13,7       | 590       | 11,8       | 730                                      | 14,6       | 730                      | 9  | 10      |
| 180×110                        | 12  | 12                          | 720       | 17         | 630       | 15         | 800                                      | 19         | 800                      | 10 | 10      |
| 200×125                        | 11  | 165×125×11                  | 820       | 20,2       | 700       | 17         | 900                                      | 22         | 900                      | 9  | 10      |
| 200×125                        | 12  | 12                          | 810       | 21,6       | 690       | 18,5       | 880                                      | 23,5       | 880                      | 10 | 10      |
| 200×125                        | 14  | 14                          | 780       | 24,1       | 680       | 21,1       | 850                                      | 26         | 850                      | 12 | 10      |
| 200×125                        | 16  | 16                          | 760       | 26,7       | 650       | 22,9       | 840                                      | 29,5       | 840                      | 14 | 10      |

Примечание.  $R_y$  уголков из углеродистой стали 240 (2450) МПа (кг/см<sup>2</sup>).



Т а б л и ц а VIII.13. Стыки элементов из швеллеров по ГОСТ 8240—72 \*

| Номер швеллера | $b_1 \times \delta_1$ , мм | углеродистой при электродах |           |            |           | никелегированной                           |                           |                          |           | Шов |       |    |
|----------------|----------------------------|-----------------------------|-----------|------------|-----------|--|---------------------------|--------------------------|-----------|-----|-------|----|
|                |                            | Э42, Э42А                   |           | Э50, Э50А  |           | $R_p$ швеллеров, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) |                           | при электродах Э50, Э50А |           | h   | $d_1$ |    |
|                |                            | $l_1$ , мм                  | масса, кг | $l_1$ , мм | масса, кг | $R_p$                                      | МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | $l_2$ , мм               | масса, кг |     |       |    |
| 5, 5П          | 35×10                      | 190                         | 0,4       | 180        | 0,4       | 200  | 0,4                       | 200                      | 0,4       | 9   | 4     | 10 |
| 6,5; 6,5П      | 40×10                      | 200                         | 0,6       | 180        | 0,6       | 210  | 0,6                       | 210                      | 0,7       | 9   | 4     | 10 |
| 8; 8П          | 40×10                      | 210                         | 0,7       | 190        | 0,6       | 230  | 0,7                       | 230                      | 0,9       | 9   | 4     | 10 |
| 10; 10П        | 45×10                      | 230                         | 0,8       | 210        | 0,7       | 250  | 0,9                       | 250                      | 1,2       | 9   | 4     | 10 |
| 12; 12П        | 55×10                      | 250                         | 1,1       | 230        | 1         | 280  | 1,2                       | 280                      | 1,4       | 9   | 4     | 10 |
| 14; 14П        | 60×10                      | 280                         | 1,3       | 240        | 1,1       | 300  | 1,4                       | 300                      | 1,8       | 9   | 4     | 10 |
| 14а; 14аП      | 70×10                      | 290                         | 1,6       | 260        | 1,4       | 330  | 1,8                       | 330                      | 2,3       | 10  | 5     | 10 |
| 16; 16П        | 70×10                      | 300                         | 1,7       | 270        | 1,5       | 330  | 1,8                       | 330                      | 2,3       | 10  | 5     | 10 |
| 16а; 16аП      | 75×12                      | 300                         | 2,1       | 260        | 1,8       | 330  | 2,3                       | 330                      | 2,5       | 10  | 5     | 10 |
| 18; 18П        | 75×12                      | 300                         | 2,1       | 270        | 1,9       | 350  | 2,5                       | 350                      | 2,5       | 10  | 5     | 10 |
| 18а; 18аП      | 75×12                      | 300                         | 2,1       | 280        | 2         | 360  | 2,5                       | 360                      | 2,5       | 10  | 5     | 10 |
| 20; 20П        | 75×12                      | 330                         | 2,3       | 290        | 2,1       | 390  | 2,9                       | 390                      | 2,9       | 10  | 5     | 10 |
| 20а; 20аП      | 80×12                      | 350                         | 2,6       | 310        | 2,3       |  |                           |                          |           | 10  | 5     | 10 |

Стыковые накладки по полкам из стали

| Номер швеллера | $b_2 \times \delta_2$ , мм | углеродистой при электродах |           |            |           | никелегированной                           |                           |                          |           | Шов $h_2$      |       |    |
|----------------|----------------------------|-----------------------------|-----------|------------|-----------|--|---------------------------|--------------------------|-----------|----------------|-------|----|
|                |                            | Э42, Э42А                   |           | Э50, Э50А  |           | $R_p$ швеллеров, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) |                           | при электродах Э50, Э50А |           | h <sub>2</sub> | $d_2$ |    |
|                |                            | $l_2$ , мм                  | масса, кг | $l_2$ , мм | масса, кг | $R_p$                                      | МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | $l_2$ , мм               | масса, кг |                |       |    |
| 22; 22П        | 80×12                      | 350                         | 2,6       | 310        | 2,3       | 380  | 2,9                       | 380                      | 2,9       | 10             | 5     | 10 |
| 22а; 22аП      | 90×12                      | 360                         | 3,2       | 330        | 2,5       | 420  | 3,6                       | 420                      | 3,6       | 10             | 5     | 10 |
| 24; 24П        | 95×12                      | 390                         | 3,5       | 340        | 3         | 430  | 3,8                       | 430                      | 3,8       | 10             | 5     | 10 |
| 24а; 24аП      | 100×14                     | 370                         | 4,0       | 300        | 3,3       | 400  | 4,4                       | 400                      | 4,4       | 12             | 5     | 10 |
| 27; 27П        | 100×14                     | 370                         | 4,0       | 330        | 3,6       | 410  | 4,5                       | 410                      | 4,5       | 12             | 5     | 10 |
| 30; 30П        | 100×14                     | 420                         | 4,6       | 350        | 3,9       | 460  | 5,1                       | 460                      | 5,1       | 12             | 5     | 15 |
| 40; 40П        | 120×16                     | 540                         | 8,2       | 430        | 6,5       | 540  | 8,2                       | 540                      | 8,2       | 14             | 6     | 15 |

Стыковые накладки по стенкам из стали

| Номер швеллера | $b_2 \times \delta_2$ , мм | углеродистой при электродах |           |            |           | никелегированной                           |                           |                          |           | Шов $h_2$      |       |    |
|----------------|----------------------------|-----------------------------|-----------|------------|-----------|--|---------------------------|--------------------------|-----------|----------------|-------|----|
|                |                            | Э42, Э42А                   |           | Э50, Э50А  |           | $R_p$ швеллеров, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) |                           | при электродах Э50, Э50А |           | h <sub>2</sub> | $d_2$ |    |
|                |                            | $l_2$ , мм                  | масса, кг | $l_2$ , мм | масса, кг | $R_p$                                      | МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | $l_2$ , мм               | масса, кг |                |       |    |
| 5, 5П          | 40×5                       | 100                         | 0,2       | 100        | 0,2       | 100  | 0,2                       | 100                      | 0,2       | 4              | 4     | 5  |
| 6,5; 6,5П      | 55×5                       | 100                         | 0,2       | 100        | 0,2       | 100  | 0,2                       | 100                      | 0,2       | 4              | 4     | 5  |
| 8; 8П          | 60×5                       | 100                         | 0,2       | 100        | 0,2       | 100  | 0,4                       | 100                      | 0,4       | 5              | 5     | 10 |
| 10; 10П        | 80×6                       | 100                         | 0,4       | 100        | 0,4       | 100  | 0,5                       | 100                      | 0,5       | 5              | 5     | 10 |
| 12; 12П        | 100×6                      | 100                         | 0,5       | 120        | 0,5       | 120  | 0,7                       | 120                      | 0,7       | 5              | 5     | 10 |
| 14; 14П        | 120×6                      | 120                         | 0,7       | 120        | 0,7       | 120  | 0,8                       | 120                      | 0,8       | 5              | 5     | 10 |
| 14а; 14аП      | 130×6                      | 120                         | 0,7       | 120        | 0,7       | 120  | 0,8                       | 120                      | 0,8       | 5              | 5     | 10 |
| 16; 16П        | 140×6                      | 120                         | 0,8       | 120        | 0,8       | 120  | 0,9                       | 120                      | 0,9       | 5              | 5     | 10 |
| 16а; 16аП      | 140×6                      | 120                         | 0,8       | 120        | 0,8       | 120  | 0,9                       | 120                      | 0,9       | 5              | 5     | 10 |
| 18; 18П        | 160×6                      | 120                         | 0,9       | 120        | 0,9       | 120  | 1                         | 120                      | 1         | 5              | 5     | 10 |
| 18а; 18аП      | 160×6                      | 120                         | 0,9       | 120        | 0,9       | 120  | 1                         | 120                      | 1         | 5              | 5     | 10 |
| 20; 20П        | 180×6                      | 120                         | 1         | 120        | 1         | 120  | 1                         | 120                      | 1         | 5              | 5     | 10 |
| 20а; 20аП      | 180×6                      | 120                         | 1         | 120        | 1         | 120  | 1                         | 120                      | 1         | 5              | 5     | 10 |
| 22; 22П        | 200×6                      | 120                         | 1,1       | 120        | 1,1       | 120  | 1,1                       | 120                      | 1,1       | 5              | 5     | 10 |
| 22а; 22аП      | 200×6                      | 120                         | 1,1       | 120        | 1,1       | 140  | 1,9                       | 140                      | 1,9       | 6              | 6     | 10 |
| 24; 24П        | 220×8                      | 140                         | 1,9       | 140        | 1,9       | 140  | 2,2                       | 140                      | 2,2       | 6              | 6     | 10 |
| 24а; 24аП      | 220×8                      | 140                         | 1,9       | 140        | 1,9       | 140  | 2,2                       | 140                      | 2,2       | 6              | 6     | 10 |
| 27; 27П        | 250×8                      | 140                         | 2,2       | 140        | 2,2       | 140  | 2,5                       | 140                      | 2,5       | 7              | 7     | 10 |
| 30; 30П        | 280×8                      | 140                         | 2,5       | 140        | 2,5       | 150  | 4,4                       | 150                      | 4,4       | 7              | 7     | 10 |
| 40; 40П        | 370×10                     | 150                         | 4,4       | 150        | 4,4       |  |                           |                          |           | 8              | 8     | 15 |

Примечание.  $R_p$  Уголков из углеродистой стали 240 (2450) МПа (кг/см<sup>2</sup>).

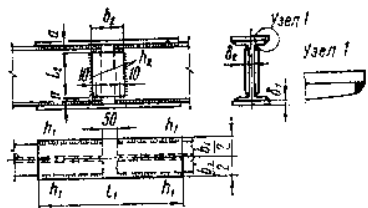
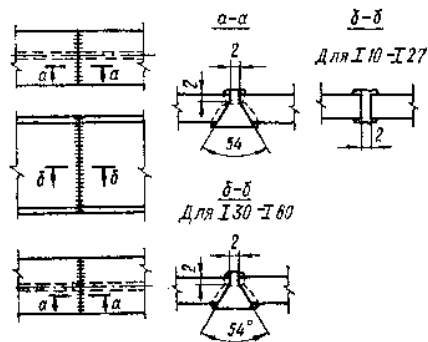
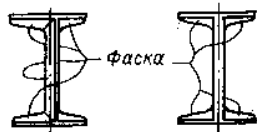


Таблица VIII.14. Стыки элементов из балок двутавровых по ГОСТ 8239—72\*



Обработка торцов для I30-I60 I10-I27



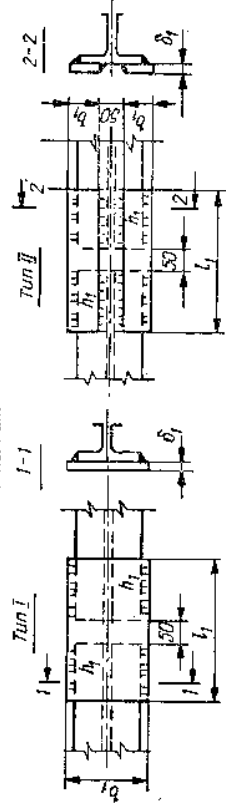
| Номер балки | Стыковые накладки по полкам из стали |                             |           |            |           |                          |           |  | Шов $h_2$ , мм |                |
|-------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------|------------|-----------|--------------------------|-----------|--|----------------|----------------|
|             | $b_1 \times \delta_1$ , мм           | углеродистый при электродах |           |            |           | низколегированной        |           | $R_y$ балок, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) |                | Шов $h_1$ , мм |
|             |                                      | Э42, Э42А                   |           | Э50, Э50А  |           | при электродах Э50, Э50А |           |  |                |                |
|             |                                      | $l_1$ , мм                  | масса, кг | $l_2$ , мм | масса, кг | $l_1$ , мм               | масса, кг |  |                |                |
| 10          | 80×8                                 | 250                         | 1,3       | 230        | 1,2       | 270                      | 1,4       | 4                                      |                |                |
| 12          | 85×8                                 | 280                         | 1,5       | 250        | 1,3       | 310                      | 1,7       | 4                                      |                |                |
| 14          | 100×8                                | 320                         | 2         | 280        | 1,8       | 350                      | 2,8       | 5                                      |                |                |
| 16          | 100×10                               | 350                         | 2,7       | 310        | 2,4       | 390                      | 3,1       | 5                                      |                |                |
| 18          | 110×10                               | 390                         | 3,4       | 340        | 2,9       | 430                      | 3,7       | 5                                      |                |                |
| 18а         | 120×10                               | 430                         | 4         | 370        | 3,5       | 480                      | 4,5       | 5                                      |                |                |
| 20          | 120×10                               | 430                         | 4         | 380        | 3,6       | 480                      | 4,5       | 5                                      | 330 (3350)     |                |
| 20а         | 130×10                               | 470                         | 4,8       | 410        | 4,2       | 530                      | 5,4       | 5                                      |                |                |
| 22          | 130×10                               | 480                         | 4,9       | 420        | 4,3       | 540                      | 5,5       | 5                                      |                |                |
| 22а         | 140×10                               | 520                         | 5,7       | 460        | 5,1       | 590                      | 6,5       | 5                                      |                |                |
| 24          | 140×10                               | 540                         | 5,9       | 480        | 5,3       | 600                      | 6,6       | 5                                      |                |                |
| 24а         | 150×10                               | 590                         | 7         | 510        | 6         | 640                      | 7,5       | 5                                      |                |                |
| 27          | 150×10                               | 590                         | 7         | 510        | 6         | 650                      | 7,7       | 5                                      |                |                |
| 27а         | 160×12                               | 650                         | 9,7       | 560        | 8,4       | 710                      | 10,7      | 5                                      |                |                |
| 30          | 160×12                               | 660                         | 9,9       | 570        | 8,6       | 720                      | 10,8      | 5                                      |                |                |
| 30а         | 170×12                               | 620                         | 9,9       | 530        | 8,5       | 680                      | 10,9      | 6                                      |                |                |
| 33          | 170×12                               | 630                         | 10,1      | 540        | 8,6       | 690                      | 11        | 6                                      | 320 (3250)     |                |
| 36          | 170×14                               | 710                         | 13,2      | 610        | 11,3      | 770                      | 14,4      | 6                                      |                |                |
| 40          | 185×14                               | 620                         | 12,6      | 540        | 11        | 680                      | 13,8      | 8                                      |                |                |
| 45          | 190×16                               | 680                         | 18,7      | 580        | 14,2      | 740                      | 18,2      | 8                                      |                |                |
| 50          | 200×16                               | 760                         | 19        | 650        | 18,3      | 830                      | 20,8      | 8                                      | 320 (3250)     |                |
| 55          | 210×18                               | 710                         | 21,2      | 610        | 18,2      | 780                      | 23,2      | 10                                     |                |                |
| 60          | 220×20                               | 800                         | 28,6      | 690        | 23,9      | 880                      | 30,4      | 10                                     |                |                |

| Номер балки | Стыковые накладки по стенкам из стали |                             |           |            |           |  |                          | Шов $h_2$ , мм | $\sigma$ , мм |           |
|-------------|---------------------------------------|-----------------------------|-----------|------------|-----------|--|--------------------------|----------------|---------------|-----------|
|             | $b_2 \times \delta_2$ , мм            | углеродистой при электродах |           |            |           | низколегированной                      |                          |                |               |           |
|             |                                       | Э42, Э42А                   |           | Э50, Э50А  |           | $R_y$ балок, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | при электродах Э50, Э50А |                |               |           |
|             |                                       | $l_2$ , мм                  | масса, кг | $l_2$ , мм | масса, кг |  | $l_2$ , мм               |                |               | масса, кг |
| 10          | 70×4                                  | 110                         | 0,2       | 110        | 0,2       |  | 110                      | 0,2            | 3             | 15        |
| 12          | 80×4                                  | 110                         | 0,3       | 110        | 0,3       |  | 110                      | 0,3            | 3             | 20        |
| 14          | 100×4                                 | 110                         | 0,3       | 110        | 0,3       |  | 110                      | 0,3            | 3             | 20        |
| 16          | 120×4                                 | 110                         | 0,4       | 110        | 0,4       |  | 110                      | 0,4            | 3             | 20        |
| 18          | 140×4                                 | 110                         | 0,5       | 110        | 0,5       |  | 110                      | 0,5            | 3             | 20        |
| 18а         | 140×4                                 | 110                         | 0,5       | 110        | 0,5       |  | 110                      | 0,5            | 3             | 20        |
| 20          | 160×4                                 | 110                         | 0,6       | 110        | 0,6       | 330 (3350)                             | 110                      | 0,6            | 3             | 20        |
| 20а         | 160×4                                 | 110                         | 0,6       | 110        | 0,6       |  | 110                      | 0,6            | 3             | 20        |
| 22          | 170×4                                 | 110                         | 0,6       | 110        | 0,6       |  | 110                      | 0,6            | 3             | 25        |
| 22а         | 170×4                                 | 110                         | 0,6       | 110        | 0,6       |  | 110                      | 0,6            | 3             | 25        |
| 24          | 190×4                                 | 110                         | 0,7       | 110        | 0,7       |  | 110                      | 0,7            | 3             | 25        |
| 24а         | 190×4                                 | 110                         | 0,7       | 110        | 0,7       |  | 110                      | 0,7            | 3             | 25        |
| 27          | 220×5                                 | 120                         | 1         | 120        | 1         |  | 120                      | 1              | 4             | 25        |
| 27а         | 220×5                                 | 120                         | 1         | 120        | 1         |  | 120                      | 1              | 4             | 25        |
| 30          | 240×5                                 | 120                         | 1,1       | 120        | 1,1       |  | 120                      | 1,1            | 4             | 30        |
| 30а         | 240×5                                 | 120                         | 1,1       | 120        | 1,1       |  | 120                      | 1,1            | 4             | 30        |
| 33          | 270×5                                 | 120                         | 1,3       | 120        | 1,3       |  | 120                      | 1,3            | 4             | 30        |
| 36          | 300×6                                 | 130                         | 1,8       | 130        | 1,8       | 320 (3250)                             | 130                      | 1,8            | 4             | 30        |
| 40          | 330×6                                 | 130                         | 2         | 130        | 2         |  | 130                      | 2              | 5             | 35        |
| 45          | 380×6                                 | 130                         | 2,3       | 130        | 2,3       |  | 130                      | 2,3            | 5             | 35        |
| 50          | 430×8                                 | 150                         | 4,1       | 150        | 4,1       |  | 150                      | 4,1            | 7             | 35        |
| 55          | 470×8                                 | 150                         | 4,4       | 150        | 4,4       |  | 150                      | 4,4            | 7             | 40        |
| 60          | 510×8                                 | 150                         | 5,8       | 150        | 4,8       |  | 150                      | 4,8            | 7             | 45        |

Примечание.  $R_y$  уголков из углеродистой стали 240 (2450) МПа (кг/см<sup>2</sup>).



Накладки по полкам



Накладки по стенкам

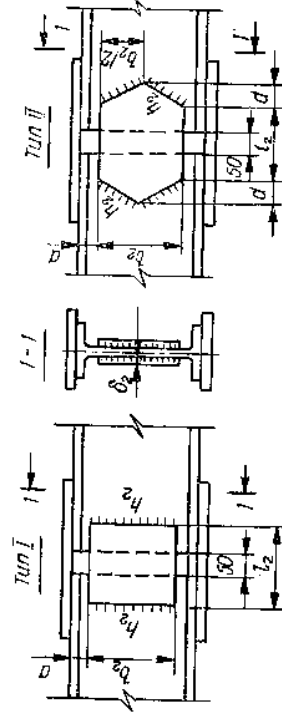


Таблица VIII.15. Стыки элементов из двуглазов горячекатаных с параллельными гранями полок по ГОСТ 26020—83

| Шифр присясы | углеродистой                                    |                                      |                          |           | никельированной          |           |   |                                      | Шифр присясы |
|--------------|---|--------------------------------------|--------------------------|-----------|--------------------------|-----------|---|--------------------------------------|--------------|
|              | R <sub>y</sub> балок, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | b <sub>1</sub> × δ <sub>1</sub> , мм | при электродах Э42, Э42А |           | при электродах Э30, Э30А |           | R <sub>y</sub> балок, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | b <sub>1</sub> × δ <sub>1</sub> , мм |              |
|              |   |                                      | l <sub>1</sub> , мм      | масса, кг | l <sub>1</sub> , мм      | масса, кг |   |                                      |              |

Нормальные двуглавы

|       |   |        |     |      |     |      |      |        |      |      |    |
|-------|---|--------|-----|------|-----|------|------|--------|------|------|----|
| 10Б1  | 1 | 90×6   | 280 | 1,2  | 220 | 0,9  | 300  | 90×6   | 300  | 1,3  | 4  |
| 12Б1  | 1 | 100×6  | 280 | 1,3  | 220 | 1    | 300  | 100×6  | 300  | 1,4  | 4  |
| 12Б2  | 1 | 100×6  | 280 | 1,3  | 210 | 1    | 260  | 100×6  | 260  | 1,2  | 5  |
| 14Б1  | 1 | 110×6  | 320 | 1,7  | 260 | 1,3  | 340  | 110×6  | 340  | 1,8  | 4  |
| 14Б2  | 1 | 110×6  | 320 | 1,7  | 260 | 1,3  | 320  | 110×6  | 320  | 1,7  | 5  |
| 16Б1  | 1 | 120×6  | 320 | 1,7  | 240 | 1,4  | 320  | 120×6  | 320  | 1,8  | 5  |
| 16Б2  | 1 | 120×8  | 320 | 2,3  | 250 | 1,9  | 340  | 120×8  | 340  | 2,6  | 6  |
| 18Б1  | 1 | 125×8  | 360 | 2,8  | 280 | 2,2  | 380  | 125×8  | 380  | 3    | 6  |
| 18Б2  | 1 | 130×8  | 320 | 2,6  | 250 | 2    | 340  | 130×8  | 340  | 2,8  | 7  |
| 20Б1  | 1 | 140×8  | 360 | 3,2  | 300 | 2,6  | 400  | 140×10 | 400  | 4,4  | 7  |
| 23Б1  | 1 | 150×10 | 360 | 4,2  | 290 | 3,4  | 470  | 150×10 | 470  | 4,7  | 8  |
| 26Б1  | 1 | 160×10 | 400 | 5    | 360 | 4,5  | 460  | 160×10 | 460  | 5,8  | 7  |
| 26Б2  | 1 | 160×10 | 420 | 5,3  | 360 | 4,5  | 440  | 160×10 | 440  | 5,5  | 8  |
| 30Б1  | 1 | 180×10 | 450 | 6,5  | 400 | 5,7  | 520  | 180×10 | 520  | 7,3  | 7  |
| 30Б2  | 1 | 180×10 | 480 | 6,8  | 400 | 5,7  | 580  | 180×10 | 580  | 7,3  | 8  |
| 35Б1  | 1 | 195×10 | 520 | 8    | 460 | 7    | 580  | 195×10 | 580  | 8,9  | 7  |
| 35Б2  | 1 | 195×12 | 520 | 9,6  | 460 | 8,4  | 600  | 195×12 | 600  | 10,7 | 8  |
| 40Б1  | 1 | 205×12 | 540 | 10,4 | 480 | 9,3  | 600  | 205×12 | 600  | 11,6 | 8  |
| 40Б2  | 1 | 210×14 | 520 | 12   | 460 | 10,6 | 580  | 210×14 | 580  | 13,4 | 10 |
| 45Б1  | 1 | 225×12 | 540 | 11,4 | 480 | 10,2 | 600  | 225×12 | 600  | 12,7 | 10 |
| 45Б2  | 1 | 230×14 | 540 | 13,6 | 480 | 12,1 | 600  | 230×14 | 600  | 15,2 | 12 |
| 50Б1  | 1 | 243×14 | 620 | 16,7 | 540 | 14,5 | 700  | 243×14 | 700  | 18,8 | 10 |
| 50Б2  | 1 | 245×16 | 600 | 18,5 | 540 | 16,5 | 680  | 245×16 | 680  | 21,4 | 12 |
| 55Б1  | 1 | 265×16 | 640 | 21,3 | 540 | 18   | 720  | 270×16 | 720  | 24,4 | 12 |
| 55Б2  | 1 | 270×18 | 720 | 27,5 | 610 | 23,3 | 820  | 275×18 | 820  | 31,3 | 12 |
| 60Б1  | 1 | 280×18 | 760 | 30   | 680 | 26,8 | 860  | 285×18 | 860  | 34   | 12 |
| 60Б2  | 1 | 285×18 | 740 | 29,8 | 640 | 25,8 | 800  | 285×18 | 800  | 32,2 | 14 |
| 70Б1  | 1 | 310×18 | 840 | 36,8 | 720 | 31,5 | 950  | 315×18 | 950  | 42,3 | 12 |
| 70Б2  | 1 | 315×20 | 740 | 36,7 | 640 | 31,8 | 840  | 320×20 | 840  | 42,2 | 16 |
| 80Б1  | 1 | 330×20 | 840 | 43,5 | 720 | 37,4 | 940  | 335×20 | 940  | 49,5 | 14 |
| 80Б2  | 1 | 340×22 | 820 | 48,1 | 720 | 42,3 | 970  | 340×22 | 970  | 57   | 16 |
| 90Б1  | 1 | 355×22 | 660 | 53   | 720 | 44,3 | 940  | 355×22 | 940  | 58   | 16 |
| 90Б2  | 1 | 355×24 | 940 | 63,3 | 800 | 54   | 1080 | 355×24 | 1080 | 73   | 16 |
| 100Б1 | 1 | 375×22 | 940 | 61   | 800 | 52   | 1100 | 375×24 | 1100 | 77,5 | 16 |

| Номер про-<br>филя             | углеродистой |   |                           |                | накопированной |   |                                   |                | Шпо<br>р, мм |           |                   |
|--------------------------------|--------------|---|---------------------------|----------------|----------------|---|-----------------------------------|----------------|--------------|-----------|-------------------|
|                                | Тип стика    | $R_y$ балок, МПа<br>(кг/см <sup>2</sup> ) | $b, \times \delta,$<br>мм | при электродах |                | $R_y$ балок, МПа<br>(кг/см <sup>2</sup> ) | $\delta_1 \times \delta_1,$<br>мм | при электродах |              |           |                   |
|                                |              |   |                           | $l_1,$ мм      | Э42, Э42А      |   |                                   | $l_1,$ мм      |              | Э60, Э60А |                   |
|                                |              |   |                           |                |                |   |                                   |                |              |           | мас-<br>са,<br>кг |
| 100Б2                          | I            | 220 (2250)                                | 370×28                    | 1100           | 89,5           | 940                                       | 76,5                              | 380×28         | 1280         | 106,9     | 16                |
| 100Б3                          | II           |   | 160×36                    | 660            | 29,8           | 550                                       | 24,8                              | 160×36         | 700          | 31,6      | 16                |
| 100Б4                          | II           | 230 (2350)                                | 160×38                    | 680            | 32,3           | 620                                       | 29,5                              | 160×38         | 800          | 38        | 16                |
| <i>Широкополочные двутавры</i> |              |   |                           |                |                |   |                                   |                |              |           |                   |
| 20Ш1                           | I            |   | 190×10                    | 440            | 6,6            | 400                                       | 6,0                               | 190×10         | 500          | 7,5       | 8                 |
| 23Ш1                           | I            | 240 (2450)                                | 195×12                    | 500            | 9,2            | 440                                       | 8,1                               | 195×10         | 560          | 8,6       | 8                 |
| 26Ш1                           | I            |   | 220×12                    | 580            | 12             | 500                                       | 10,4                              | 220×12         | 620          | 12,8      | 8                 |
| 26Ш2                           | I            |   | 225×12                    | 560            | 11,9           | 480                                       | 10,2                              | 225×12         | 600          | 12,7      | 10                |
| 30Ш1                           | I            |   | 245×12                    | 580            | 13,4           | 500                                       | 11,5                              | 245×12         | 640          | 14,8      | 10                |
| 30Ш2                           | I            |   | 250×14                    | 560            | 15,4           | 500                                       | 13,7                              | 250×14         | 620          | 17        | 12                |
| 30Ш3                           | I            |   | 250×16                    | 640            | 20,1           | 560                                       | 17,6                              | 250×16         | 700          | 22        | 12                |
| 35Ш1                           | I            |   | 295×14                    | 760            | 24,6           | 660                                       | 21,4                              | 295×14         | 840          | 27,2      | 10                |
| 35Ш2                           | I            | 240 (2450)                                | 300×16                    | 720            | 27,1           | 620                                       | 23,4                              | 300×16         | 800          | 30,1      | 12                |
| 35Ш3                           | I            |   | 305×18                    | 720            | 31             | 620                                       | 26,7                              | 305×16         | 780          | 29,9      | 14                |
| 40Ш1                           | I            |   | 350×16                    | 840            | 36,9           | 720                                       | 31,7                              | 350×16         | 910          | 39,8      | 12                |
| 40Ш2                           | I            |   | 355×18                    | 840            | 42,1           | 720                                       | 36,1                              | 355×18         | 910          | 45,5      | 14                |
| 40Ш3                           | I            |   | 360×20                    | 820            | 46,3           | 720                                       | 40,7                              | 360×20         | 890          | 50,3      | 16                |
| 50Ш1                           | I            |   | 350×18                    | 920            | 45,5           | 780                                       | 38,6                              | 350×18         | 1010         | 50        | 12                |
| 50Ш2                           | I            |   | 355×20                    | 920            | 51,3           | 800                                       | 44,6                              | 350×20         | 1010         | 56,5      | 14                |
| 50Ш3                           | I            | 220 (2250)                                | 350×24                    | 900            | 59,2           | 780                                       | 51,3                              | 360×24         | 990          | 65,2      | 16                |
| 50Ш4                           | I            | 220 (2250)                                | 350×25                    | 1020           | 70             | 910                                       | 67,5                              | 365×25         | 1110         | 79,7      | 16                |
| 60Ш1                           | II           | 240 (2450)                                | 155×24                    | 500            | 14,2           | 430                                       | 12,5                              | 160×24         | 560          | 16,8      | 14                |
| 60Ш2                           | II           |   | 160×26                    | 480            | 14,5           | 760                                       | 22,9                              | 160×26         | 550          | 18,2      | 16                |
| 60Ш3                           | II           | 220 (2250)                                | 160×30                    | 560            | 21             | 480                                       | 18,1                              | 160×32         | 650          | 26        | 16                |

60Ш4

70Ш1

70Ш2

70Ш3

70Ш4

70Ш5

20К1

20К2

23К1

23К2

26К1

26К2

26К3

30К1

30К2

30К3

35К1

35К2

35К3

40К1

40К2

40К3

40К4

40К5

24ДБ1

27ДБ1

36ДБ1

36ДБ2

40ДБ1

45ДБ1

45ДБ2

30ДШ1

40ДШ1

50ДШ1

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

16

23,1

14,3

16,2

22,8

27,6

23,7

7,8

8,7

10,9

12,3

13,9

15,8

14,4

18,8

24,5

36,3

50,4

4,1

4,7

8,8

4,9

5,4

7,5

11,6

16,7

11,7

430

13,5

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

330 (3350)

Колонные двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры

Двутавры



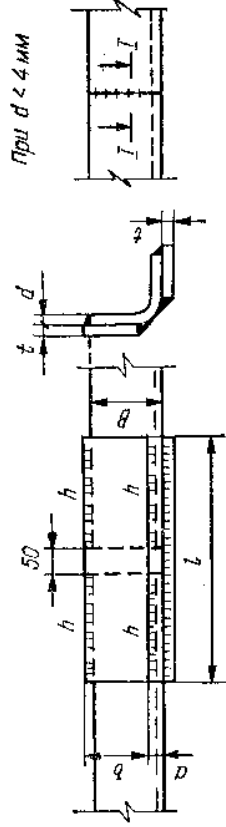
| Промер профиля           | Тип стержня | Стержневые накладки по стенкам из стали |                            |                          |       |             |                          |       |             |  |                            | Шов $R_c$ |                          |       |             |    |
|--------------------------|-------------|---|----------------------------|--------------------------|-------|-------------|--------------------------|-------|-------------|--|----------------------------|-----------|--------------------------|-------|-------------|----|
|                          |             | углеродистой                            |                            |                          |       |             | низколегированной        |       |             |  |                            |           |                          |       |             |    |
|                          |             | $R_y$ балок, МПа (кг/см <sup>2</sup> )  | $b_2 \times \delta_2$ , мм | при электродах ЭИ2, ЭИ2А |       |             | при электродах Э60, Э60А |       |             | $R_y$ балок, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | $b_2 \times \delta_2$ , мм |           | при электродах Э50, Э50А |       |             |    |
|                          |             |   |                            | $d$                      | $l_2$ | мас. св. кг | $d$                      | $l_2$ | мас. св. кг |  |                            |           | $d$                      | $l_2$ | мас. св. кг |    |
| 60Ш4                     | II          | 480×18                                  | 105                        | 250                      | 24,1  | 0           | 250                      | 17,1  | 480×18      | 195                                    | 250                        | 30,2      | 16                       | 60    |             |    |
| 70Ш1                     | II          | 240 (2450)                              | 575×14                     | 110                      | 190   | 19          | 0                        | 190   | 12          | 575×14                                 | 295                        | 190       | 30,8                     | 12    | 60          |    |
| 70Ш2                     | II          | 220 (2250)                              | 575×14                     | 125                      | 200   | 20,3        | 0                        | 200   | 12,7        | 575×14                                 | 235                        | 200       | 27,5                     | 12    | 60          |    |
| 70Ш3                     | II          | 220 (2250)                              | 575×18                     | 145                      | 230   | 30,5        | 0                        | 230   | 18,7        | 575×18                                 | 250                        | 230       | 38,9                     | 14    | 60          |    |
| 70Ш4                     | II          | 230 (2350)                              | 575×20                     | 215                      | 260   | 42,9        | 155                      | 260   | 23,4        | 330 (3350)                             | 575×20                     | 365       | 260                      | 56,3  | 14          | 60 |
| 70Ш5                     | II          | 230 (2350)                              | 575×22                     | 265                      | 280   | 48,2        | 135                      | 280   | 41          | 310 (3150)                             | 575×22                     | 320       | 280                      | 60    | 16          | 60 |
| <i>Колонные двутавры</i> |             |   |                            |                          |       |             |                          |       |             |  |                            |           |                          |       |             |    |
| 20К1                     | I           |   | 145×8                      | 0                        | 120   | 1,1         | 0                        | 120   | 1,1         | 145×8                                  | 20                         | 120       | 1,3                      | 7     | 30          |    |
| 20К2                     | I           |   | 145×8                      | 0                        | 120   | 1,1         | 0                        | 120   | 1,1         | 145×8                                  | 40                         | 120       | 1,5                      | 7     | 30          |    |
| 23К1                     | I           |   | 170×8                      | 0                        | 120   | 1,3         | 0                        | 120   | 1,3         | 170×8                                  | 45                         | 120       | 1,8                      | 7     | 30          |    |
| 23К2                     | I           |   | 170×10                     | 0                        | 130   | 1,7         | 0                        | 130   | 1,7         | 170×10                                 | 45                         | 130       | 2,3                      | 8     | 30          |    |
| 26К1                     | I           |   | 195×10                     | 0                        | 130   | 2           | 0                        | 130   | 2           | 195×10                                 | 50                         | 130       | 2,8                      | 8     | 30          |    |
| 26К2                     | I           | 240 (2450)                              | 195×12                     | 0                        | 140   | 2,6         | 0                        | 140   | 2,6         | 330 (3350)                             | 195×12                     | 0         | 140                      | 2,6   | 10          | 30 |
| 26К3                     | I           |   | 195×12                     | 0                        | 150   | 2,8         | 0                        | 150   | 2,8         | 195×12                                 | 60                         | 150       | 3,8                      | 10    | 30          |    |
| 30К1                     | II          |   | 225×8                      | 80                       | 140   | 3,1         | 30                       | 140   | 2,4         | 225×8                                  | 110                        | 140       | 3,5                      | 7     | 40          |    |
| 30К2                     | II          |   | 225×10                     | 75                       | 150   | 4           | 0                        | 150   | 2,7         | 225×10                                 | 100                        | 150       | 4,4                      | 8     | 40          |    |

|      |    |            |        |     |     |      |     |     |      |            |        |     |      |      |    |    |
|------|----|------------|--------|-----|-----|------|-----|-----|------|------------|--------|-----|------|------|----|----|
| 30К3 | II |            | 225×10 | 105 | 170 | 4,9  | 65  | 170 | 4,2  | 225×10     | 130    | 170 | 5,3  | 8    | 40 |    |
| 35К1 | II |            | 265×10 | 90  | 150 | 5    | 0   | 150 | 3,1  | 265×10     | 120    | 150 | 5,6  | 8    | 40 |    |
| 35К2 | II |            | 265×10 | 115 | 160 | 5,7  | 65  | 160 | 4,1  | 265×10     | 145    | 160 | 6,3  | 8    | 40 |    |
| 35К3 | II |            | 265×12 | 100 | 180 | 7    | 40  | 180 | 5,5  | 265×12     | 130    | 180 | 7,7  | 10   | 40 |    |
| 40К1 | II | 240 (2450) | 310×10 | 130 | 160 | 7,1  | 70  | 160 | 5,6  | 310×10     | 165    | 160 | 7,9  | 8    | 45 |    |
| 40К2 | II |            | 310×12 | 110 | 180 | 8,5  | 40  | 180 | 6,4  | 310×12     | 145    | 180 | 9,5  | 10   | 45 |    |
| 40К3 | II | 220 (2250) | 310×14 | 90  | 210 | 10,2 | 0   | 210 | 10,4 | 330 (3350) | 310×14 | 145 | 210  | 12,1 | 12 | 45 |
| 40К4 | II |            | 305×16 | 100 | 240 | 13   | 30  | 240 | 12,8 | 305×16     | 150    | 240 | 14,9 | 14   | 45 |    |
| 40К5 | II | 230 (2350) | 305×18 | 110 | 280 | 16,8 | 100 | 280 | 16,4 | 310 (3150) | 305×20 | 170 | 280  | 21,5 | 16 | 45 |

*Двутавры доработанной серии (II)*

|       |    |            |        |     |     |      |    |     |     |            |       |     |      |     |    |    |
|-------|----|------------|--------|-----|-----|------|----|-----|-----|------------|-------|-----|------|-----|----|----|
| 24ДБ1 | I  |            | 185×8  | 0   | 110 | 1,3  | 0  | 110 | 1,3 | 105×8      | 0     | 110 | 1,3  | 6   | 30 |    |
| 27ДБ1 | I  |            | 215×8  | 0   | 110 | 1,5  | 0  | 110 | 1,5 | 215×8      | 45    | 110 | 2,1  | 6   | 30 |    |
| 36ДБ1 | I  |            | 295×10 | 0   | 130 | 3    | 0  | 130 | 3   | 295×10     | 80    | 130 | 4,9  | 7   | 30 |    |
| 35ДБ1 | I  |            | 295×8  | 0   | 110 | 2    | 0  | 110 | 2   | 295×8      | 60    | 110 | 3,2  | 6   | 30 |    |
| 40ДБ1 | I  | 240 (2450) | 345×8  | 0   | 120 | 2,6  | 0  | 120 | 2,6 | 330 (3350) | 345×8 | 95  | 120  | 4,7 | 6  | 30 |
| 45ДБ1 | II |            | 390×8  | 120 | 130 | 6,1  | 0  | 130 | 3,2 | 390×10     | 180   | 130 | 9,5  | 6   | 30 |    |
| 45ДБ2 | II |            | 380×8  | 50  | 130 | 4,3  | 0  | 130 | 3,1 | 380×8      | 110   | 130 | 5,7  | 7   | 35 |    |
| 30ДШ1 | II |            | 225×8  | 90  | 150 | 3,4  | 45 | 150 | 2,8 | 225×8      | 115   | 150 | 3,7  | 7   | 40 |    |
| 40ДШ1 | II |            | 310×10 | 145 | 170 | 7,7  | 85 | 170 | 6,2 | 310×10     | 175   | 170 | 8,4  | 8   | 45 |    |
| 50ДШ1 | II | 220 (2250) | 395×12 | 145 | 200 | 12,8 | 55 | 200 | 9,5 | 395×12     | 210   | 200 | 15,3 | 10  | 50 |    |

Таблица VIII.16. Стыки элементов из  
однородных гнутых равнополочных уголков  
по ГОСТ 19771—74\*



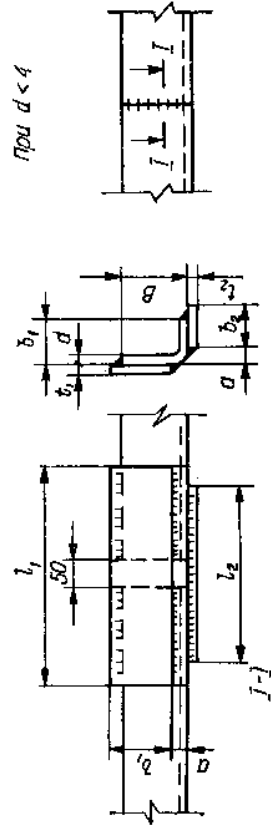
I-I



| Уголки |    | Стыковые накладки из стали |           |           |                  |           |                | Шов h          |    |
|--------|----|----------------------------|-----------|-----------|------------------|-----------|----------------|----------------|----|
| b      | d  | углеродистой               |           |           | инколегированной |           |                | при электродах |    |
|        |    | Э12, Э12А                  | Э50, Э50А | Э50, Э50А | при электродах   | б × t, мм | при электродах | Шов h          |    |
| мм     | мм | l, мм                      | масса, кг | l, мм     | масса, кг        | l, мм     | масса, кг      | мм             | мм |
| 50     | 4  | 200                        | 0,3       | 180       | 0,3              | 50×5      | 220            | 0,4            | 3  |
| 60     | 4  | 220                        | 0,4       | 200       | 0,4              | 60×5      | 250            | 0,6            | 3  |
| 70     | 4  | 250                        | 0,7       | 220       | 0,6              | 70×5      | 280            | 0,8            | 3  |
| 80     | 4  | 270                        | 0,7       | 240       | 0,6              | 80×5      | 310            | 1              | 3  |
| 80     | 5  | 260                        | 0,8       | 230       | 0,7              | 80×6      | 290            | 1,1            | 4  |
| 80     | 6  | 250                        | 0,9       | 220       | 0,8              | 80×8      | 280            | 1,4            | 5  |
| 80     | 7  | 240                        | 1,2       | 220       | 1,1              | 80×8      | 270            | 1,4            | 6  |
| 100    | 4  | 320                        | 1,3       | 280       | 1,1              | 100×5     | 370            | 1,5            | 3  |
| 100    | 5  | 300                        | 1,2       | 270       | 1,1              | 100×6     | 340            | 1,6            | 4  |
| 120    | 4  | 370                        | 1,7       | 320       | 1,5              | 120×5     | 430            | 2,0            | 3  |

|     |   |     |     |     |     |       |     |     |   |
|-----|---|-----|-----|-----|-----|-------|-----|-----|---|
| 120 | 5 | 350 | 2,6 | 310 | 2,3 | 120×8 | 400 | 3,0 | 4 |
| 120 | 6 | 340 | 2,6 | 300 | 2,3 | 120×8 | 380 | 2,8 | 5 |
| 160 | 4 | 460 | 2,9 | 400 | 2,5 | 160×5 | 550 | 3,5 | 3 |
| 160 | 5 | 440 | 3,4 | 380 | 2,9 | 160×6 | 510 | 3,9 | 4 |
| 160 | 6 | 420 | 4,2 | 370 | 3,7 | 160×8 | 490 | 4,9 | 5 |
| 160 | 7 | 410 | 4,1 | 360 | 3,6 | 160×8 | 480 | 4,8 | 6 |

Примечание. R<sub>y</sub> уголков из углеродистой стали 230 (2350) МПа (кг/см<sup>2</sup>).



При d < 4

Таблица VIII.17. Стыки элементов из  
однородных гнутых неравнополочных уголков  
по ГОСТ 19772—74\*



| Уголки |    | Стыковые накладки на большей полке из стали |           |                     |                  |                                 |                | Шов h          |    |
|--------|----|---|-----------|---------------------|------------------|---------------------------------|----------------|----------------|----|
| B × b  | d  | углеродистой                                |           |                     | инколегированной |                                 |                | при электродах |    |
|        |    | Э42, Э42А                                   | Э50, Э50А | Э50, Э50А           | при электродах   | б <sub>1</sub> × t <sub>1</sub> | при электродах | Шов h          |    |
| мм     | мм | l <sub>1</sub>                              | масса, кг | l <sub>1</sub> , мм | масса, кг        | мм                              | l <sub>1</sub> | мм             | мм |
| 60×40  | 4  | 220   | 0,4       | 200                 | 0,4              | 60×5                            | 350            | 0,8            | 3  |
| 70×50  | 4  | 240   | 0,5       | 220                 | 0,5              | 70×5                            | 280            | 0,8            | 3  |
| 80×63  | 4  | 270   | 0,8       | 240                 | 0,8              | 80×5                            | 310            | 1,0            | 3  |

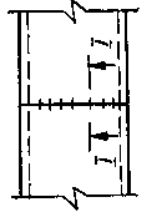
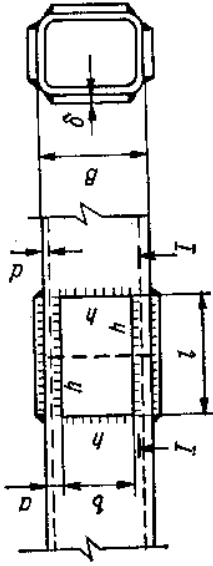
| Уголки  |   | Стыковые накладки на большей полке из стали |           |                     |           |                          |                   |                |           |   |    | Шов h                           |           |
|---------|---|---|-----------|---------------------|-----------|--------------------------|-------------------|----------------|-----------|---|----|---------------------------------|-----------|
| B X b   | d | углеродистой                                |           |                     |           |                          | низколегированной |                |           |   |    | l <sub>1</sub> X t <sub>1</sub> | масса, кг |
|         |   | при электродах Э42, Э42А                    |           | Э50, Э50А           |           | при электродах Э50, Э50А |                   | Э50, Э50А      |           | R <sub>y</sub> уголков, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) |    |                                 |           |
|         |   | l <sub>1</sub>                              | масса, кг | l <sub>1</sub> , мм | масса, кг | l <sub>2</sub>           | масса, кг         |                |           |   |    |                                 |           |
|         |   |   |           |                     |           |                          |                   | l <sub>2</sub> | масса, кг |   |    |                                 |           |
| 80X63   | 5 | 260   | 1,0       | 230                 | 0,9       | 330 (3350)               | 80X6              | 290            | 1,1       | 4   | 8  |                                 |           |
| 80X63   | 6 | 250   | 1,2       | 220                 | 1,0       | 330 (3350)               | 75X8              | 300            | 1,4       | 5   | 8  |                                 |           |
| 85X67   | 4 | 280   | 0,7       | 250                 | 0,7       | 340 (3450)               | 85X5              | 330            | 1,1       | 3   | 10 |                                 |           |
| 90X70   | 4 | 290   | 0,8       | 260                 | 0,7       | 340 (3460)               | 90X5              | 340            | 1,2       | 3   | 10 |                                 |           |
| 90X70   | 5 | 280   | 1,0       | 250                 | 0,9       | 330 (3350)               | 90X6              | 320            | 1,4       | 4   | 12 |                                 |           |
| 90X70   | 6 | 270   | 1,4       | 240                 | 1,3       | 330 (3350)               | 85X8              | 310            | 1,7       | 5   | 15 |                                 |           |
| 90X70   | 7 | 260   | 1,4       | 230                 | 1,2       | 330 (3350)               | 85X8              | 300            | 1,6       | 6   | 16 |                                 |           |
| 100X65  | 4 | 320   | 1,3       | 280                 | 1,1       | 340 (3450)               | 100X5             | 370            | 1,1       | 3   | 10 |                                 |           |
| 100X80  | 5 | 300   | 1,4       | 270                 | 1,3       |                          | 100X6             | 350            | 1,7       | 4   | 12 |                                 |           |
| 100X80  | 6 | 290   | 1,7       | 260                 | 1,5       |                          | 95X8              | 330            | 2,0       | 5   | 15 |                                 |           |
| 100X80  | 7 | 280   | 1,7       | 250                 | 1,5       |                          | 95X8              | 320            | 1,9       | 6   | 16 |                                 |           |
| 100X80  | 8 | 280   | 2,1       | 250                 | 1,9       |                          | 95X10             | 320            | 2,4       | 7   | 20 |                                 |           |
| 100X90  | 5 | 320   | 1,7       | 290                 | 1,5       |                          | 100X6             | 370            | 1,9       | 4   | 12 |                                 |           |
| 120X100 | 6 | 340   | 2,6       | 300                 | 2,3       |                          | 120X8             | 390            | 2,9       | 5   | 5  |                                 |           |
| 120X100 | 7 | 330   | 2,4       | 290                 | 2,4       |                          | 115X8             | 380            | 2,7       | 6   | 16 |                                 |           |
| 120X100 | 8 | 320   | 2,9       | 280                 | 2,5       | 330 (3350)               | 115X10            | 370            | 3,4       | 7   | 20 |                                 |           |
| 130X60  | 6 | 340   | 2,7       | 310                 | 2,4       |                          | 125X8             | 400            | 3,1       | 5   | 15 |                                 |           |
| 130X80  | 5 | 370   | 2,2       | 320                 | 1,9       |                          | 125X6             | 430            | 2,5       | 4   | 12 |                                 |           |
| 160X125 | 7 | 410   | 4         | 360                 | 3,5       |                          | 155X8             | 470            | 4,6       | 6   | 16 |                                 |           |
| 160X125 | 8 | 400   | 4,9       | 350                 | 4,3       |                          | 155X10            | 460            | 5,6       | 7   | 20 |                                 |           |
| 200X100 | 6 | 500   | 6,1       | 440                 | 5,4       |                          | 195X8             | 590            | 7,2       | 5   | 15 |                                 |           |

| Уголки  | Стыковые накладки на меньшей полке из стали |        |                          |           |                     |           |   |                                      |                          |           | Шов h |    |  |
|---------|---|--------|--------------------------|-----------|---------------------|-----------|---|--------------------------------------|--------------------------|-----------|-------|----|--|
|         | B X b                                       | d      | углеродистой             |           |                     |           |   | низколегированной                    |                          |           |       |    |  |
|         |   |        | при электродах Э42, Э42А |           | Э50, Э50А           |           | R <sub>y</sub> уголков, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | b <sub>2</sub> X t <sub>2</sub> , мм | при электродах Э50, Э50А |           |       |    |  |
|         |   |        | l <sub>2</sub>           | масса, кг | l <sub>2</sub> , мм | масса, кг |   |                                      | l <sub>2</sub>           | масса, кг |       |    |  |
| 60X40   | 4,2   | 40X4   | 170                      | 0,2       | 170                 | 0,2       | 340 (3450)  | 40X5                                 | 190                      | 0,3       | 3     | 10 |  |
| 70X50   | 4   | 50X4   | 200                      | 0,3       | 180                 | 0,3       | 340 (3450)  | 50X5                                 | 230                      | 0,5       | 3     | 10 |  |
| 80X63   | 4   | 60X5   | 230                      | 0,5       | 310                 | 0,7       | 340 (3450)  | 60X5                                 | 260                      | 0,6       | 3     | 10 |  |
| 80X63   | 5   | 60X6   | 220                      | 0,6       | 300                 | 0,8       | 330 (3350)  | 60X6                                 | 240                      | 0,7       | 4     | 12 |  |
| 80X63   | 6   | 60X8   | 210                      | 0,8       | 190                 | 0,7       | 330 (3350)  | 60X8                                 | 240                      | 0,9       | 5     | 15 |  |
| 85X67   | 4   | 70X4   | 240                      | 0,5       | 210                 | 0,5       | 340 (3450)  | 70X5                                 | 280                      | 0,8       | 3     | 10 |  |
| 90X70   | 4   | 70X4   | 250                      | 0,5       | 220                 | 0,5       | 340 (3450)  | 70X5                                 | 290                      | 0,8       | 3     | 10 |  |
| 90X70   | 5   | 70X5   | 230                      | 0,6       | 210                 | 0,6       | 330 (3350)  | 70X6                                 | 260                      | 0,9       | 4     | 12 |  |
| 90X70   | 6   | 65X8   | 230                      | 0,9       | 210                 | 0,9       | 330 (3350)  | 65X8                                 | 260                      | 1,1       | 5     | 15 |  |
| 90X70   | 7   | 65X8   | 220                      | 0,9       | 200                 | 0,8       | 330 (3350)  | 65X8                                 | 250                      | 1,0       | 6     | 16 |  |
| 100X65  | 4   | 65X5   | 230                      | 0,6       | 210                 | 0,5       | 340 (3450)  | 65X5                                 | 270                      | 0,7       | 3     | 10 |  |
| 100X80  | 5   | 80X6   | 260                      | 1,0       | 230                 | 0,9       | 330 (3350)  | 80X6                                 | 290                      | 1,1       | 4     | 12 |  |
| 100X80  | 6   | 75X8   | 250                      | 1,2       | 220                 | 1,0       |   | 75X8                                 | 270                      | 1,3       | 5     | 15 |  |
| 100X80  | 7   | 75X8   | 240                      | 1,1       | 220                 | 1,0       |   | 75X8                                 | 270                      | 1,3       | 6     | 16 |  |
| 100X80  | 8   | 75X10  | 240                      | 1,4       | 220                 | 1,3       |   | 75X10                                | 270                      | 1,6       | 7     | 20 |  |
| 110X90  | 5   | 90X6   | 280                      | 1,2       | 250                 | 1,1       |   | 90X6                                 | 320                      | 1,4       | 4     | 12 |  |
| 120X100 | 6   | 100X8  | 290                      | 1,8       | 260                 | 1,6       |   | 100X8                                | 330                      | 2,1       | 5     | 15 |  |
| 120X100 | 7   | 95X8   | 280                      | 1,7       | 250                 | 1,5       |   | 95X8                                 | 320                      | 1,9       | 6     | 16 |  |
| 120X100 | 8   | 95X10  | 280                      | 2,1       | 250                 | 1,9       |   | 95X10                                | 310                      | 2,3       | 7     | 20 |  |
| 130X60  | 6   | 55X8   | 210                      | 0,7       | 190                 | 0,7       |   | 55X8                                 | 230                      | 0,8       | 5     | 15 |  |
| 130X80  | 5   | 75X6   | 260                      | 0,9       | 230                 | 0,8       |   | 75X6                                 | 290                      | 1,0       | 4     | 12 |  |
| 160X125 | 7   | 120X8  | 340                      | 2,6       | 300                 | 2,3       |   | 120X8                                | 390                      | 2,9       | 6     | 16 |  |
| 160X125 | 8   | 120X10 | 330                      | 3,1       | 290                 | 2,7       |   | 120X10                               | 380                      | 3,6       | 7     | 20 |  |
| 200X100 | 6   | 95X8   | 290                      | 1,7       | 260                 | 1,5       |   | 95X8                                 | 330                      | 2,0       | 5     | 15 |  |

Примечание. R<sub>y</sub> уголков из углеродистой стали 230 (2350) МПа (кг/см<sup>2</sup>).

Таблица VIII.18. Стыки элементов из профилей гнутых замкнутых сварных квадратных и прямоугольных по ТУ 36-2287-80

при  $d < 4$



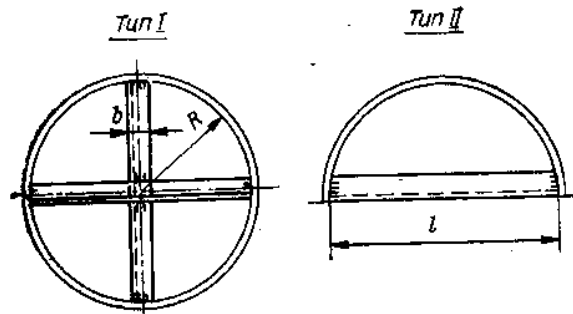
I-I



| Размер профиля | Стыковые накладки из стали |            |   |                               |     |                   |   |       |                          |               | Шов<br>h, мм | при электродах Э50, Э30А | масса, кг | a, мм |
|----------------|----------------------------|------------|---|-------------------------------|-----|-------------------|---|-------|--------------------------|---------------|--------------|--------------------------|-----------|-------|
|                | углеродистой               |            |   |                               |     | низколегированной |   |       |                          |               |              |                          |           |       |
|                | B                          | d          | R <sub>y</sub> профиля, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | при электродах Э42, Э42А, Э50 |     | шов h, мм         | R <sub>y</sub> профиля, МПа (кг/см <sup>2</sup> ) | b × δ | при электродах Э50, Э30А |               |              |                          |           |       |
| мм             |                            |            |   | мм                            | мм  |                   |   |       | l, мм                    | масс. с/а, кг | л, мм        | масс. с/а, кг            | мм        | л, мм |
| 60             | 3                          |            | 100   | 0,2                           | 100 | 0,2               | 340 (3450)  | 40×6  | 120                      | 0,2           | 3            | 10                       | 0,2       |       |
| 60             | 4                          |            | 100   | 0,2                           | 100 | 0,2               | 340 (3450)  | 35×8  | 100                      | 0,2           | 5            | 12,5                     | 0,2       |       |
| 60             | 5                          |            | 100   | 0,2                           | 100 | 0,2               | 330 (3350)  | 30×10 | 100                      | 0,3           | 6            | 15                       | 0,3       |       |
| 60             | 6                          | 240 (2450) | 100   | 0,1                           | 100 | 0,1               | 330 (3350)  | 25×6  | 100                      | 0,3           | 7            | 17,5                     | 0,3       |       |
| 60             | 7                          |            | 100   | 0,3                           | 100 | 0,3               | 330 (3350)  | 20×20 | 100                      | 0,3           | 8            | 20                       | 0,3       |       |
| 80             | 3                          |            | 100   | 0,2                           | 100 | 0,2               | 340 (3450)  | 60×5  | 120                      | 0,3           | 3            | 10                       | 0,3       |       |
| 80             | 4                          |            | 100   | 0,3                           | 100 | 0,3               | 340 (3450)  | 55×8  | 100                      | 0,3           | 5            | 12,5                     | 0,3       |       |
| 80             | 5                          |            | 100   | 0,3                           | 100 | 0,3               | 330 (3350)  | 50×8  | 100                      | 0,4           | 6            | 15                       | 0,4       |       |
| 80             | 6                          |            | 100   | 0,4                           | 100 | 0,4               | 330 (3350)  | 40×12 | 120                      | 0,5           | 7            | 20                       | 0,5       |       |
| 80             | 7                          |            | 100   | 0,4                           | 100 | 0,4               | 330 (3350)  | 40×14 | 100                      | 0,4           | 8            | 20                       | 0,6       |       |

|     |   |            |     |     |     |     |            |        |     |     |   |      |     |  |
|-----|---|------------|-----|-----|-----|-----|------------|--------|-----|-----|---|------|-----|--|
| 100 | 3 |            | 120 | 0,3 | 100 | 0,3 | 340 (3450) | 80×5   | 160 | 0,5 | 3 | 10   | 0,5 |  |
| 100 | 4 |            | 100 | 0,3 | 100 | 0,3 | 340 (3450) | 75×6   | 120 | 0,4 | 5 | 15   | 0,4 |  |
| 100 | 5 |            | 100 | 0,4 | 100 | 0,4 |            | 70×8   | 120 | 0,5 | 6 | 15   | 0,5 |  |
| 100 | 6 |            | 100 | 0,5 | 100 | 0,5 | 330 (3350) | 65×10  | 120 | 0,6 | 7 | 20   | 0,6 |  |
| 100 | 7 |            | 100 | 0,6 | 100 | 0,6 |            | 60×14  | 140 | 0,9 | 8 | 20   | 0,9 |  |
| 100 | 8 |            | 140 | 0,4 | 100 | 0,6 |            | 50×18  | 140 | 1,0 | 9 | 25   | 1,0 |  |
| 120 | 3 |            | 140 | 0,4 | 100 | 0,3 | 340 (3450) | 100×5  | 180 | 0,7 | 3 | 10   | 0,7 |  |
| 120 | 4 |            | 100 | 0,4 | 100 | 0,4 | 340 (3450) | 95×6   | 140 | 0,6 | 5 | 15   | 0,6 |  |
| 120 | 5 |            | 100 | 0,6 | 100 | 0,6 |            | 90×8   | 140 | 0,8 | 6 | 15   | 0,8 |  |
| 120 | 6 |            | 120 | 0,8 | 100 | 0,6 |            | 80×10  | 160 | 1,0 | 7 | 20   | 1,0 |  |
| 120 | 7 |            | 120 | 0,9 | 100 | 0,8 | 330 (3350) | 80×12  | 160 | 1,2 | 8 | 20   | 1,2 |  |
| 120 | 8 |            | 120 | 0,8 | 100 | 0,8 |            | 70×16  | 160 | 1,4 | 9 | 25   | 1,4 |  |
| 140 | 4 |            | 100 | 0,5 | 100 | 0,5 | 340 (3450) | 115×6  | 140 | 0,8 | 5 | 12,5 | 0,8 |  |
| 140 | 5 |            | 120 | 0,8 | 100 | 0,7 |            | 110×8  | 160 | 1,2 | 6 | 15   | 1,2 |  |
| 140 | 6 |            | 120 | 0,9 | 100 | 0,8 | 330 (3350) | 100×10 | 160 | 1,3 | 7 | 20   | 1,3 |  |
| 140 | 7 |            | 140 | 1,1 | 100 | 0,8 |            | 100×12 | 180 | 1,7 | 8 | 20   | 1,7 |  |
| 140 | 8 |            | 140 | 1,4 | 100 | 1,0 |            | 90×14  | 180 | 1,8 | 9 | 25   | 1,8 |  |
| 160 | 4 |            | 120 | 0,6 | 100 | 0,5 | 340 (3450) | 135×6  | 160 | 1,0 | 5 | 12,5 | 1,0 |  |
| 160 | 5 |            | 120 | 1   | 100 | 0,9 |            | 130×8  | 160 | 1,6 | 6 | 15   | 1,6 |  |
| 160 | 6 |            | 140 | 1,1 | 100 | 0,8 |            | 120×10 | 180 | 1,7 | 7 | 17,5 | 1,7 |  |
| 160 | 7 |            | 140 | 1,3 | 100 | 1   |            | 120×12 | 180 | 2,0 | 8 | 20   | 2,0 |  |
| 160 | 8 | 240 (2450) | 160 | 1,7 | 120 | 1,3 |            | 110×14 | 200 | 2,4 | 9 | 25   | 2,4 |  |
| 180 | 5 |            | 140 | 1,3 | 100 | 1   |            | 150×8  | 180 | 1,7 | 6 | 15   | 1,7 |  |
| 180 | 6 |            | 160 | 1,6 | 100 | 1   | 330 (3350) | 140×10 | 200 | 2,2 | 7 | 20   | 2,2 |  |
| 180 | 7 |            | 160 | 1,8 | 120 | 1,3 |            | 140×10 | 200 | 2,7 | 8 | 20   | 2,7 |  |
| 180 | 8 |            | 160 | 2,0 | 120 | 1,5 |            | 130×12 | 220 | 2,7 | 9 | 25   | 2,7 |  |
| 200 | 5 |            | 140 | 1,1 | 120 | 1   |            | 170×8  | 200 | 2,1 | 6 | 15   | 2,1 |  |
| 200 | 6 |            | 160 | 1,6 | 120 | 1,2 |            | 160×10 | 220 | 2,8 | 7 | 20   | 2,8 |  |
| 200 | 7 |            | 160 | 2,0 | 120 | 1,5 |            | 160×10 | 220 | 2,8 | 8 | 20   | 2,8 |  |
| 200 | 8 |            | 180 | 2,5 | 120 | 1,7 |            | 150×12 | 240 | 3,4 | 9 | 25   | 3,4 |  |

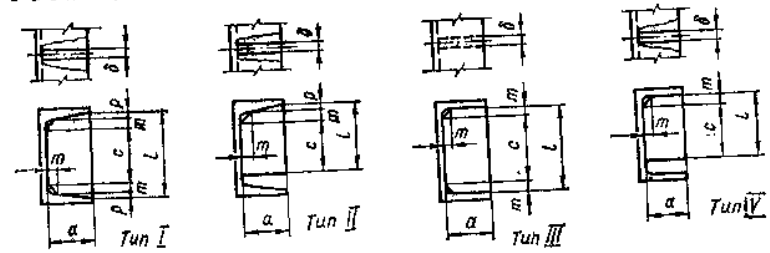
Таблица VIII.19.  
Минимальные сечения  
уголков для распорок  
трубопроводов



| R, мм | Тип I, уголки |                 | l, мм | Тип II, уголки |                 |
|-------|---------------|-----------------|-------|----------------|-----------------|
|       | равнополочные | неравнополочные |       | равнополочные  | неравнополочные |
| 300   | 25×25×3       | 25×16×3         | 1000  | 36×36×3        | 56×36×4         |
| 400   | 25×25×3       | 32×20×3         | 1200  | 45×45×3        | 63×40×4         |
| 500   | 25×25×3       | 40×25×3         | 1400  | 50×50×3        | 70×45×5         |
| 600   | 28×28×3       | 50×32×3         | 1600  | 56×56×4        | 75×50×5         |
| 700   | 32×32×3       | 56×36×4         | 1800  | 63×63×4        | 90×55×5,5       |
| 800   | 36×36×3       | 63×40×4         | 2000  | 70×70×4,5      | 100×63×6        |
| 900   | 40×40×3       | 70×45×5         | 2200  | 75×75×5        | 110×70×6,5      |
| 1000  | 45×45×3       | 75×50×5         | 2600  | 90×90×6        | 125×80×7        |
| 1100  | 50×50×3       | 90×56×5,5       | 2800  | 100×100×6,5    | 140×90×8        |
| 1200  | 56×56×4       | 100×63×6        | 3200  | 110×110×7      | 160×100×9       |
| 1300  | 56×56×4       | 100×63×6        | 3600  | 125×125×8      | 180×110×10      |
| 1400  | 63×63×4       | 110×76×6,5      | 4000  | 140×140×9      | 200×125×11      |
| 1500  | 70×70×4,5     | 110×70×6,5      | 4400  | 160×100×10     | 250×16×11       |
| 1600  | 70×70×4,5     | 125×80×7        | 4800  | 160×100×10     | 250×160×11      |
| 1700  | 75×75×5       | 125×80×7        | 5200  | 180×180×11     | 250×160×11      |
| 1800  | 80×80×5,5     | 140×90×8        | 5600  | 200×200×12     | 250×160×11      |
| 1900  | 90×90×6       | 140×90×8        | 6000  | 200×200×12     | 250×160×11      |
| 2000  | 90×90×6       | 160×100×9       | —     | —              | —               |

#### VIII.4. РЕБРА ЖЕСТКОСТИ ПРОКАТЫХ ПРОФИЛЕЙ

Таблица VIII.20. Ребра жесткости в швеллерах по ГОСТ 8240—72\*



| № швелле-<br>ра | Размеры, мм |     |    |   |     | Марка<br>ребра | Масса, кг |
|-----------------|-------------|-----|----|---|-----|----------------|-----------|
|                 | a × b       | c   | m  | p | t   |                |           |
| <i>Tun I</i>    |             |     |    |   |     |                |           |
| 5               | 30×4        | 22  | 6  | 2 | 38  | P1             | 0,1       |
| 16,5            | 30×4        | 36  | 6  | 2 | 52  | P2             | 0,1       |
| 28              | 30×4        | 49  | 7  | 2 | 68  | P3             | 0,1       |
| 10              | 40×5        | 68  | 7  | 3 | 68  | P4             | 0,1       |
| 12              | 40×5        | 85  | 8  | 3 | 107 | P5             | 0,2       |
| 14, 14a         | 50×5        | 102 | 8  | 4 | 126 | P6             | 0,2       |
| 16, 16a         | 60×6        | 119 | 9  | 5 | 147 | P8             | 0,4       |
| 18, 18a         | 60×6        | 138 | 9  | 5 | 166 | P10            | 0,5       |
| 20, 20a         | 70×6        | 155 | 10 | 6 | 187 | P12            | 0,6       |
| 22, 22a         | 80×6        | 173 | 10 | 7 | 207 | P14            | 0,8       |
| 24, 24a         | 80×6        | 189 | 11 | 7 | 225 | P16            | 0,9       |
| 27              | 80×6        | 220 | 11 | 7 | 256 | P18            | 1         |
| 30              | 100×8       | 246 | 12 | 8 | 286 | P19            | 2         |
| 40              | 100×8       | 335 | 15 | 8 | 381 | P22            | 3         |
| <i>Tun II</i>   |             |     |    |   |     |                |           |
| 5               | 30×4        | 22  | 6  | 2 | 30  | P23            | 0,1       |
| 6,5             | 30×4        | 32  | 6  | 2 | 40  | P24            | 0,1       |
| 8               | 30×4        | 46  | 7  | 2 | 55  | P25            | 0,1       |
| 10              | 40×5        | 65  | 7  | 3 | 75  | P26            | 0,1       |
| 12              | 40×5        | 84  | 8  | 3 | 95  | P27            | 0,2       |
| 14, 14a         | 50×5        | 98  | 8  | 4 | 110 | P28            | 0,2       |
| 16, 16a         | 60×6        | 116 | 9  | 5 | 130 | P30            | 0,4       |
| 18, 18a         | 60×6        | 136 | 9  | 5 | 150 | P32            | 0,4       |
| 20, 20a         | 70×6        | 154 | 10 | 6 | 170 | P34            | 0,6       |
| 22, 22a         | 80×6        | 173 | 10 | 7 | 190 | P36            | 0,7       |
| 24, 24a         | 80×6        | 187 | 11 | 7 | 205 | P38            | 0,8       |
| 27              | 80×6        | 217 | 11 | 7 | 235 | P40            | 0,9       |
| 30              | 100×8       | 240 | 12 | 8 | 260 | P41            | 1,6       |
| 40              | 100×8       | 332 | 15 | 8 | 355 | P44            | 2,2       |
| <i>Tun III</i>  |             |     |    |   |     |                |           |
| 5П              | 30×4        | 22  | 6  | — | 34  | РП1            | 0,03      |
| 6, 5П           | 30×4        | 37  | 6  | — | 49  | РП2            | 0,05      |
| 8П              | 30×4        | 49  | 7  | — | 63  | РП3            | 0,06      |
| 10П             | 40×5        | 68  | 7  | — | 82  | РП4            | 0,13      |
| 12П             | 40×5        | 86  | 8  | — | 102 | РП5            | 0,16      |
| 14П, 14aП       | 50×5        | 105 | 8  | — | 121 | РП6            | 0,24      |



Продолжение табл. VIII. 20

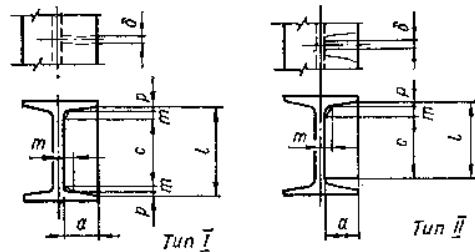
| № швеллера | Размеры, мм  |     |     |     |     | Марка ребра | Масса, кг |
|------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-----------|
|            | $a \times b$ | $c$ | $m$ | $p$ | $l$ |             |           |
| 16П, 16аП  | 60×6         | 121 | 9   | —   | 139 | РП7         | 0,40      |
| 18П, 18аП  | 60×6         | 141 | 9   | —   | 159 | РП8         | 0,45      |
| 20П, 20аП  | 70×6         | 157 | 10  | —   | 177 | РП9         | 0,6       |
| 22П, 22аП  | 80×6         | 176 | 10  | —   | 196 | РП10        | 0,7       |
| 24П, 24аП  | 80×6         | 193 | 11  | —   | 215 | РП11        | 0,8       |
| 27П        | 80×6         | 224 | 11  | —   | 246 | РП12        | 0,9       |
| 30П        | 100×8        | 251 | 12  | —   | 275 | РП13        | 1,8       |
| 40П        | 100×8        | 340 | 15  | —   | 370 | РП16        | 2,3       |

Тип IV

|           |       |     |    |   |     |      |      |
|-----------|-------|-----|----|---|-----|------|------|
| 5П        | 30×4  | 22  | 6  | — | 28  | РП17 | 0,03 |
| 6, 5П     | 30×4  | 34  | 6  | — | 40  | РП18 | 0,04 |
| 8П        | 30×4  | 48  | 7  | — | 55  | РП19 | 0,05 |
| 10П       | 40×5  | 68  | 7  | — | 75  | РП20 | 0,12 |
| 12П       | 40×5  | 87  | 8  | — | 95  | РП21 | 0,15 |
| 14П, 14аП | 50×5  | 102 | 8  | — | 110 | РП22 | 0,22 |
| 16П, 16аП | 60×6  | 121 | 9  | — | 130 | РП23 | 0,36 |
| 18П, 18аП | 60×6  | 141 | 9  | — | 150 | РП24 | 0,42 |
| 20П, 20аП | 70×6  | 150 | 10 | — | 160 | РП25 | 0,53 |
| 22П, 22аП | 80×6  | 170 | 10 | — | 180 | РП26 | 0,7  |
| 24П, 24аП | 80×6  | 189 | 11 | — | 200 | РП27 | 0,8  |
| 27П       | 80×6  | 219 | 11 | — | 230 | РП28 | 0,9  |
| 30П       | 100×8 | 248 | 12 | — | 260 | РП29 | 1,6  |
| 40П       | 100×8 | 335 | 15 | — | 350 | РП32 | 2,2  |

Примечания: 1. Размеры ребер даны номинальные. 2. Материал ребер — сталь марки ВСт3кп2 по ГОСТ 380—88.

Таблица VIII.21. Ребра жесткости в балках двутавровых по ГОСТ 8239—72\*



| Номер балки | Размеры, мм  |     |     |     |     | Марка ребра | Масса, кг |
|-------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-----------|
|             | $a \times b$ | $c$ | $m$ | $p$ | $l$ |             |           |

Тип I

|         |      |     |    |   |     |     |     |
|---------|------|-----|----|---|-----|-----|-----|
| 10      | 25×5 | 68  | 8  | 2 | 88  | Р45 | 0,1 |
| 12      | 30×5 | 87  | 8  | 2 | 107 | Р46 | 0,1 |
| 14      | 30×5 | 107 | 8  | 2 | 127 | Р47 | 0,2 |
| 16      | 40×5 | 122 | 10 | 3 | 148 | Р48 | 0,2 |
| 18, 18а | 40×5 | 140 | 10 | 3 | 166 | Р49 | 0,3 |
| 20      | 40×5 | 158 | 10 | 3 | 184 | Р51 | 0,3 |

Продолжение табл. VIII. 21

| Номер балки | Размеры, мм  |     |     |     |     | Марка ребра | Масса, кг |
|-------------|--------------|-----|-----|-----|-----|-------------|-----------|
|             | $a \times b$ | $c$ | $m$ | $p$ | $l$ |             |           |
| 20а         | 50×5         | 158 | 10  | 5   | 184 | Р52         | 0,4       |
| 22, 22а     | 50×5         | 177 | 10  | 5   | 207 | Р53         | 0,4       |
| 24          | 50×6         | 195 | 10  | 5   | 225 | Р55         | 0,5       |
| 24а         | 60×6         | 195 | 10  | 6   | 227 | Р56         | 0,6       |
| 27, 27а     | 60×6         | 220 | 12  | 6   | 256 | Р57         | 0,7       |
| 30, 30а     | 60×6         | 245 | 12  | 6   | 285 | Р59         | 0,8       |
| 33          | 50×8         | 273 | 15  | 6   | 315 | Р61         | 1,2       |
| 36          | 70×8         | 300 | 15  | 6   | 342 | Р62         | 1,5       |
| 40          | 70×8         | 338 | 15  | 6   | 380 | Р63         | 1,7       |
| 45          | 70×10        | 386 | 15  | 6   | 428 | Р64         | 2,4       |
| 50          | 80×10        | 424 | 20  | 7   | 478 | Р65         | 3,0       |
| 55          | 80×10        | 471 | 20  | 7   | 525 | Р66         | 3,3       |
| 60          | 80×12        | 518 | 20  | 7   | 572 | Р67         | 4,3       |

Тип II

|         |       |     |    |   |     |     |     |
|---------|-------|-----|----|---|-----|-----|-----|
| 10      | 25×5  | 65  | 8  | 2 | 75  | Р68 | 0,1 |
| 12      | 30×5  | 85  | 8  | 2 | 95  | Р69 | 0,1 |
| 14      | 30×5  | 105 | 8  | 2 | 115 | Р70 | 0,1 |
| 16      | 40×5  | 122 | 10 | 3 | 135 | Р71 | 0,2 |
| 18, 18а | 40×5  | 137 | 10 | 3 | 150 | Р72 | 0,2 |
| 20      | 40×5  | 157 | 10 | 3 | 170 | Р74 | 0,3 |
| 20а     | 50×5  | 155 | 10 | 5 | 170 | Р75 | 0,3 |
| 22, 22а | 50×5  | 175 | 10 | 5 | 190 | Р76 | 0,4 |
| 24      | 50×6  | 195 | 10 | 5 | 210 | Р78 | 0,5 |
| 24а     | 60×6  | 194 | 10 | 6 | 210 | Р79 | 0,6 |
| 27, 27а | 60×6  | 217 | 12 | 6 | 235 | Р80 | 0,7 |
| 30, 30а | 60×6  | 247 | 12 | 6 | 265 | Р82 | 0,8 |
| 33      | 60×8  | 269 | 15 | 6 | 290 | Р84 | 1,1 |
| 36      | 70×8  | 290 | 15 | 6 | 320 | Р85 | 1,4 |
| 40      | 70×8  | 334 | 15 | 6 | 355 | Р86 | 1,6 |
| 45      | 70×10 | 384 | 15 | 6 | 405 | Р87 | 2,2 |
| 50      | 80×10 | 423 | 20 | 7 | 450 | Р88 | 2,8 |
| 55      | 80×10 | 468 | 20 | 7 | 495 | Р89 | 3,1 |
| 60      | 80×12 | 518 | 20 | 7 | 645 | Р90 | 4,1 |

Примечание. См. примечание к табл. VIII.20.

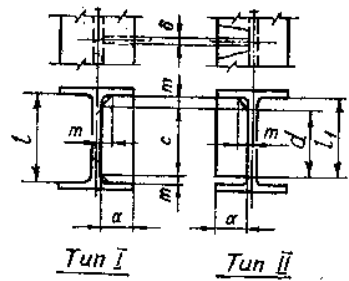


Таблица VIII.22. Ребра жесткости в двутаврах с параллельными гранями полок по ГОСТ 26020-83

| Номер профиля                       | Размеры, мм |     |     | Тип I |             |     | Тип II |             |                |            |     |
|-------------------------------------|-------------|-----|-----|-------|-------------|-----|--------|-------------|----------------|------------|-----|
|                                     | m           | c   | d   | марка | размеры, мм |     | марка  | размеры, мм |                | мас-са, кг |     |
|                                     |             |     |     |       | a × b       | l   |        | a × b       | l <sub>1</sub> |            |     |
| 10Б1                                | 10          | 63  | 60  | БП1   | 25×5        | 88  | 0,1    | БП45        | 25×5           | 70         | 0,1 |
| 12Б1,<br>12Б2                       | 10          | 87  | 80  | БП2   | 30×5        | 107 | 0,1    | БП46        | 30×5           | 90         | 0,1 |
| 14Б1,<br>14Б2                       | 10          | 106 | 100 | БП3   | 30×5        | 126 | 0,1    | БП47        | 30×5           | 110        | 0,1 |
| 16Б1,<br>16Б2                       | 10          | 125 | 120 | БП4   | 40×5        | 145 | 0,2    | БП48        | 40×5           | 130        | 0,2 |
| 18Б1,<br>18Б2                       | 10          | 144 | 140 | БП5   | 40×5        | 164 | 0,3    | БП49        | 40×5           | 150        | 0,2 |
| 20Б1                                | 15          | 143 | 140 | БП6   | 40×6        | 173 | 0,3    | БП50        | 40×6           | 165        | 0,3 |
| 23Б1                                | 15          | 182 | 175 | БП7   | 50×6        | 212 | 0,5    | БП51        | 50×6           | 190        | 0,4 |
| 26Б1,<br>26Б2                       | 15          | 210 | 205 | БП8   | 50×6        | 240 | 0,6    | БП52        | 50×6           | 220        | 0,5 |
| 30Б1,<br>30Б2                       | 15          | 249 | 245 | БП9   | 60×6        | 279 | 0,8    | БП53        | 60×6           | 260        | 0,7 |
| 35Б1,<br>35Б2                       | 20          | 289 | 280 | БП10  | 70×6        | 329 | 1,1    | БП54        | 60×6           | 300        | 0,8 |
| 40Б1,<br>40Б2                       | 25          | 323 | 315 | БП11  | 70×8        | 373 | 1,6    | БП65        | 60×8           | 340        | 1,3 |
| 45Б1,<br>45Б2                       | 25          | 370 | 365 | БП12  | 80×8        | 420 | 2,1    | БП56        | 80×8           | 390        | 2   |
| 50Б1,<br>50Б2                       | 25          | 418 | 415 | БП13  | 90×10       | 463 | 3,3    | БП57        | 80×10          | 440        | 2,8 |
| 55Б1,<br>55Б2                       | 25          | 466 | 455 | БП14  | 100×10      | 516 | 3,9    | БП58        | 100×10         | 480        | 3,8 |
| 60Б1,<br>60Б2                       | 25          | 512 | 505 | БП15  | 110×10      | 562 | 4,9    | БП59        | 100×10         | 530        | 4,2 |
| 70Б1,<br>70Б2                       | 25          | 610 | 605 | БП16  | 120×12      | 660 | 7,5    | БП60        | 120×10         | 630        | 5,9 |
| 80Б1,<br>80Б2                       | 30          | 697 | 690 | БП17  | 130×14      | 757 | 10,8   | БП61        | 120×12         | 720        | 8,1 |
| 90Б1,<br>90Б2                       | 35          | 785 | 765 | БП18  | 140×14      | 855 | 13,1   | БП62        | 120×12         | 800        | 9   |
| 100Б1,<br>100Б2,<br>100Б3,<br>100Б4 | 35          | 778 | 765 | БП19  | 150×20      | 848 | 20     | БП62        | 120×12         | 800        | 9   |

| Номер профиля                            | Размеры, мм |     |     | Тип I |             |     | Тип II     |       |             |                |            |
|--|-------------|-----|-----|-------|-------------|-----|------------|-------|-------------|----------------|------------|
|  | m           | c   | d   | марка | размеры, мм |     | мас-са, кг | марка | размеры, мм |                | мас-са, кг |
|  |             |     |     |       | a × b       | l   |            |       | a × b       | l <sub>1</sub> |            |
| 20Ш1                                     | 10          | 155 | 150 | БП20  | 70×6        | 175 | 0,6        | БП63  | 60×6        | 160            | 0,5        |
| 23Ш1                                     | 15          | 176 | 165 | БП21  | 70×6        | 206 | 0,6        | БП64  | 60×6        | 180            | 0,5        |
| 26Ш1,<br>26Ш2                            | 15          | 200 | 195 | БП22  | 80×8        | 230 | 1,1        | БП65  | 60×6        | 210            | 0,6        |
| 30Ш1,<br>30Ш2,<br>30Ш3                   | 20          | 229 | 220 | БП23  | 90×8        | 269 | 1,5        | БП66  | 80×8        | 240            | 1,1        |
| 35Ш1,<br>35Ш2,<br>35Ш3                   | 25          | 263 | 255 | БП24  | 120×10      | 313 | 2,9        | БП67  | 100×10      | 280            | 2,2        |
| 40Ш1,<br>40Ш2,<br>40Ш3                   | 25          | 310 | 305 | БП25  | 140×12      | 360 | 4,7        | БП68  | 100×10      | 330            | 2,6        |
| 50Ш1,<br>50Ш2,<br>50Ш3,<br>50Ш4          | 30          | 394 | 390 | БП26  | 140×16      | 454 | 8          | БП69  | 120×12      | 420            | 4,7        |
| 60Ш1,<br>60Ш2,<br>60Ш3,<br>60Ш4          | 30          | 484 | 480 | БП27  | 150×20      | 546 | 12,9       | БП70  | 120×12      | 510            | 5,8        |
| 70Ш1,<br>70Ш2,<br>70Ш3,<br>70Ш4,<br>70Ш5 | 35          | 575 | 565 | БП28  | 150×20      | 645 | 15,1       | БП71  | 120×12      | 590            | 6,7        |
| 20К1,<br>20К2                            | 15          | 145 | 135 | БП29  | 90×8        | 175 | 1          | БП72  | 80×8        | 150            | 0,8        |
| 23К1,<br>23К2                            | 15          | 175 | 165 | БП30  | 110×8       | 205 | 1,4        | БП73  | 80×8        | 180            | 0,9        |
| 26К1,<br>26К2,<br>26К3                   | 20          | 190 | 180 | БП31  | 120×10      | 230 | 2,2        | БП74  | 100×100     | 200            | 1,6        |
| 30К1,<br>30К2,<br>30К3                   | 20          | 229 | 220 | БП32  | 140×10      | 269 | 3          | БП75  | 100×10      | 240            | 1,9        |
| 35К1,<br>35К2,<br>35К3                   | 25          | 263 | 255 | БП33  | 170×12      | 313 | 5          | БП76  | 120×12      | 280            | 3,2        |
| 40К1,<br>40К2,<br>40К3,<br>40К4,<br>40К5 | 30          | 300 | 290 | БП34  | 190×16      | 360 | 8,6        | БП77  | 120×12      | 320            | 3,6        |
| 24ДБ1                                    | 20          | 180 | 170 | БП35  | 50×6        | 220 | 0,5        | БП51  | 50×6        | 190            | 0,4        |
| 27ДБ1                                    | 20          | 210 | 200 | БП36  | 60×6        | 250 | 0,7        | БП52  | 50×6        | 220            | 0,5        |
| 36ДБ1                                    | 20          | 295 | 280 | БП37  | 60×6        | 335 | 0,9        | БП80  | 50×6        | 300            | 0,7        |
| 35ДБ1                                    | 20          | 292 | 280 | БП38  | 60×6        | 332 | 0,9        | БП80  | 50×6        | 300            | 0,7        |
| 40ДБ1                                    | 20          | 340 | 330 | БП39  | 60×6        | 380 | 1,1        | БП81  | 50×6        | 350            | 0,8        |

Продолжение табл. VIII. 22

| Номер профиля | Размеры, мм |     |     | Тип I |             |     | Тип II |             |                |           |     |
|---------------|-------------|-----|-----|-------|-------------|-----|--------|-------------|----------------|-----------|-----|
|               | m           | c   | d   | марка | размеры, мм |     | марка  | размеры, мм |                | масса, кг |     |
|               |             |     |     |       | a × b       | l   |        | a × b       | l <sub>1</sub> |           |     |
| 45ДБ1         | 20          | 388 | 370 | БП40  | 70×8        | 428 | 1,9    | БП82        | 60×6           | 390       | 1,1 |
| 45ДБ2         | 20          | 383 | 370 | БП41  | 80×8        | 423 | 2,1    | БП82        | 60×6           | 390       | 1,1 |
| 30ДШ1         | 20          | 228 | 220 | БП42  | 90×10       | 268 | 1,9    | БП83        | 80×8           | 240       | 1,2 |
| 40ДШ1         | 25          | 310 | 305 | БП43  | 140×10      | 360 | 4      | БП84        | 120×10         | 330       | 3,1 |
| 50ДШ1         | 30          | 394 | 390 | БП44  | 140 14      | 454 | 7      | БП85        | 120×12         | 420       | 4,7 |

Примечание. См. примечания к табл. VIII.20.

**VIII.5. ПРОУШИНЫ ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ ЭЛЕМЕНТОВ. МОНТАЖНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ**

Таблица VIII.23. Проушины для транспортировки (Т) и кантовки (К) элементов конструкций

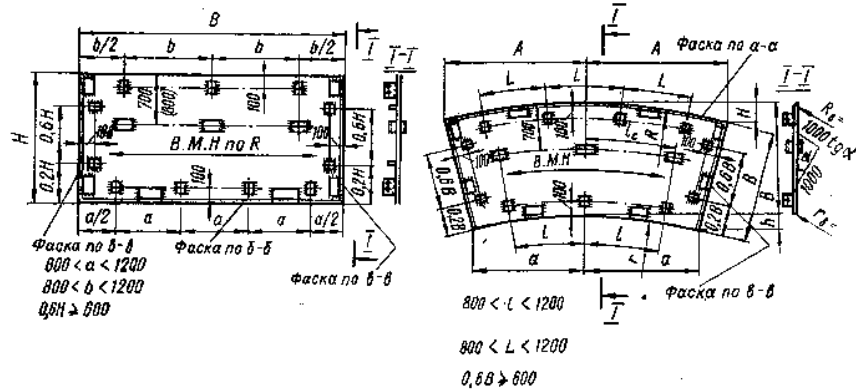
| Грузоподъемность, т, не более | Эскиз |   | Характеристика детали |         |       |           |
|-------------------------------|-------|---|-----------------------|---------|-------|-----------|
|                               | Т     | К | марка                 | сечение | длина | масса, кг |
|                               |       |   |                       | мм      |       |           |
| 1                             |       |   | T1                    | 150×10  | 200   | 1,4       |
| 2                             |       |   | T2                    | 150×12  | 200   | 1,7       |
| 3                             |       |   | T3                    | 150×14  | 200   | 2         |
| 5                             |       |   | T4                    | 150×16  | 250   | 2,4       |
| 5                             |       |   | K4                    | 60×16   | 150   | 0,9       |
| 10                            |       |   | T5                    | 150×20  | 250   | 2,9       |
| 10                            |       |   | K5                    | 60×16   | 150   | 0,9       |

Продолжение табл. VIII. 23

| Грузоподъемность, т, не более | Эскиз |   | Характеристика детали |         |       |           |
|-------------------------------|-------|---|-----------------------|---------|-------|-----------|
|                               | Т     | К | марка                 | сечение | длина | масса, кг |
|                               |       |   |                       | мм      |       |           |
| 15                            |       |   | T6                    | 190×25  | 320   | 7,5       |
| 15                            |       |   | K6                    | 100×16  | 200   | 1,9       |
| 20                            |       |   | T7                    | 190×30  | 320   | 8,9       |
| 20                            |       |   | K7                    | 100×20  | 200   | 2,4       |
| 25                            |       |   | T8                    | 190×30  | 320   | 8,9       |
| 25                            |       |   | K7                    | 100×20  | 200   | 2,4       |
| 30                            |       |   | T9                    | 190×30  | 350   | 9,4       |
| 30                            |       |   | K7                    | 100×20  | 200   | 2,4       |

Примечания: 1. На элементе следует устанавливать не менее двух проушин. 2. Грузоподъемность проушины зависит от массы элемента, например, для элемента массой 9 т требуется две проушины грузоподъемностью 10 т. 3. Расположение проушин для транспортировки на элементах конструкций указывается в чертежах КМД, проушин для кантовки — в технологических картах, при этом максимальное расстояние между проушинами не более 3000 мм, угол наклона троса или цепи к оси подъема не менее 45°. 4. Материал деталей проушин — сталь марки ВСтЗсп5 по ГОСТ 380—88.

Таблица VIII.24. Монтажные приспособления для сборки листовых конструкций (материал — сталь марки ВСт3пс2 по ГОСТ 380—88, кроме указанной на сборочных пробках)



| Приспособление | Эскиз | Марка | Детали | Размеры, мм |       | Масса, кг |
|----------------|-------|-------|--------|-------------|-------|-----------|
|                |       |       |        | сечение     | длина |           |

| Сборочные шайбы | Эскиз | Марка | Детали | Размеры, мм |       | Масса, кг |
|-----------------|-------|-------|--------|-------------|-------|-----------|
|                 |       |       |        | сечение     | длина |           |
|                 |       | П1    | П1     | —50×16      | 50    | 0,3       |
|                 |       | П2    | П2     | —50×20      | 50    | 0,4       |

| Монтажные скобы | Эскиз | Марка | Детали | Размеры, мм |       | Масса, кг |
|-----------------|-------|-------|--------|-------------|-------|-----------|
|                 |       |       |        | сечение     | длина |           |
|                 |       | П3    | П3     | —80×8       | 160   | 0,8       |

Шов 8-20 со стараты верхней монтажного элемента

| Фиксаторы | Эскиз | Марка | Детали | Размеры, мм  |       | Масса, кг |
|-----------|-------|-------|--------|--------------|-------|-----------|
|           |       |       |        | сечение      | длина |           |
|           |       | П4    | П4     | уг160×100×12 | 160   | 2,9       |
|           |       | П5    | П5     | уг100×100×14 | 160   | 3,3       |
|           |       | П6    | П6     | уг100×100×16 | 160   | 3,7       |
|           |       | П7    | П7     | уг125×125×14 | 160   | 4,2       |
|           |       | П8    | П8     | уг125×125×16 | 160   | 4,7       |

| Сборочные пробки | Эскиз | Марка | Детали | Размеры, мм            |       | Масса, кг |
|------------------|-------|-------|--------|------------------------|-------|-----------|
|                  |       |       |        | сечение                | длина |           |
|                  |       | П19   | П19    | Кр22,8                 | 130   | 0,5       |
|                  |       |       |        | ВСт3пс2 по ГОСТ 380—88 |       |           |

Продолжение табл. VIII.24

| Приспособление | Эскиз | Марка | Детали | Размеры, мм |       | Масса, кг |
|----------------|-------|-------|--------|-------------|-------|-----------|
|                |       |       |        | сечение     | длина |           |

|                 |  |     |     |      |     |     |
|-----------------|--|-----|-----|------|-----|-----|
| Сборочные клины |  | П20 | П20 | Кр30 | 200 | 0,6 |
|-----------------|--|-----|-----|------|-----|-----|

| Монтажные прокладки | Эскиз | Марка | Детали | Размеры, мм |       | Масса, кг     |
|---------------------|-------|-------|--------|-------------|-------|---------------|
|                     |       |       |        | сечение     | длина |               |
|                     |       | П21   | П21    | —80×2       | 23×50 | 8—14 150 0,2  |
|                     |       | П22   | П22    | —80×4       | 23×50 | 8—14 160 0,4  |
|                     |       | П23   | П23    | —80×2       | 23×60 | 16—30 150 0,2 |
|                     |       | П24   | П24    | —80×4       | 23×60 | 16—30 150 0,4 |
|                     |       | П25   | П25    | —80×2       | 23×80 | 32—50 150 0,2 |
|                     |       | П26   | П26    | —80×4       | 23×80 | 32—50 150 0,4 |

| Монтажные планки | Эскиз | Марка | Детали | Размеры, мм |       | Масса, кг |
|------------------|-------|-------|--------|-------------|-------|-----------|
|                  |       |       |        | сечение     | длина |           |
|                  |       | П27   | П27-1  | —120×16     | 360   | 5,4       |
|                  |       | П27-2 | П27-2  | —36×20      | 100   | 0,5       |
|                  |       | П28   | П28-1  | —120×16     | 360   | 5,4       |
|                  |       | П28-2 | П28-2  | —36×20      | 100   | 0,5       |
|                  |       | П28-3 | П28-3  | —50×2       | 100   | 0,1       |
|                  |       | П29   | П29-1  | —120×16     | 360   | 5,4       |
|                  |       | П29-2 | П29-2  | —36×20      | 100   | 0,5       |
|                  |       | П29-3 | П29-3  | —50×4       | 100   | 0,2       |
|                  |       | П30   | П30-1  | —120×16     | 360   | 5,4       |
|                  |       | П30-2 | П30-2  | —36×20      | 100   | 0,5       |
|                  |       | П30-3 | П30-3  | —50×6       | 100   | 0,2       |
|                  |       | П31   | П31-1  | —120×16     | 360   | 5,4       |
|                  |       | П31-2 | П31-2  | —36×20      | 100   | 0,5       |
|                  |       | П31-3 | П31-3  | —50×8       | 100   | 0,3       |
|                  |       | П32   | П32-1  | —120×16     | 360   | 5,4       |
|                  |       | П32-2 | П32-2  | —36×20      | 100   | 0,5       |
|                  |       | П32-3 | П32-3  | —50×10      | 100   | 0,4       |

| Монтажные тавры | Эскиз | Марка | Детали | Размеры, мм |       | Масса, кг |
|-----------------|-------|-------|--------|-------------|-------|-----------|
|                 |       |       |        | сечение     | длина |           |
|                 |       | П33   | П33-1  | —120×12     | 400   | 4,5       |
|                 |       | П33-2 | П33-2  | —120×16     | 400   | 6         |
|                 |       | П34   | П34-1  | —120×12     | 400   | 4,5       |
|                 |       | П34-2 | П34-2  | —120×16     | 400   | 6         |
|                 |       | П34-3 | П34-3  | —50×2       | 100   | 0,1       |
|                 |       | П35   | П35-1  | —120×12     | 400   | 4,5       |
|                 |       | П35-2 | П35-2  | —120×16     | 400   | 6         |
|                 |       | П35-3 | П35-3  | —50×4       | 100   | 0,2       |
|                 |       | П36   | П36-1  | —120×12     | 400   | 4,5       |
|                 |       | П36-2 | П36-2  | —120×16     | 400   | 6         |
|                 |       | П36-3 | П36-3  | —50×6       | 100   | 0,2       |
|                 |       | П37   | П37-1  | —120×12     | 400   | 4,5       |
|                 |       | П37-2 | П37-2  | —120×16     | 400   | 6         |
|                 |       | П37-3 | П37-3  | —50×8       | 100   | 0,3       |

Продолжение табл. VIII.24

| Приспособление   | Эскиз | Марка | Детали | Размеры, мм  |       | Масса, кг |
|------------------|-------|-------|--------|--------------|-------|-----------|
|                  |       |       |        | сечение      | длина |           |
| Сборочные уголки |       | П38   | П38-1  | уг200×200×16 | 150   | 7,3       |
|                  |       |       |        | —40×40       | 50    | 0,6       |
|                  |       |       |        | —50×16       | 165   | 1         |
|                  |       | П39   | П39-1  | уг200×200×20 | 150   | 9         |
|                  |       |       |        | —35×35       | 50    | 0,5       |
|                  |       |       |        | —50×16       | 165   | 1         |
|                  |       | П40   | П40-1  | уг200×200×25 | 150   | 11,1      |
|                  |       |       |        | —30×30       | 50    | 0,4       |
|                  |       |       |        | —50×16       | 165   | 1         |
|                  |       | П41   | П41-1  | уг200×200×30 | 150   | 13,1      |
|                  |       |       |        | —25×25       | 50    | 0,2       |
|                  |       |       |        | —50×16       | 165   | 1         |

| Сборочные балки | Эскиз | Марка | Детали        | Размеры, мм |       | Масса, кг |
|-----------------|-------|-------|---------------|-------------|-------|-----------|
|                 |       |       |               | сечение     | длина |           |
| П42             |       | П42-1 | дв36 (дв35Б2) | 560         | 25    |           |
|                 |       |       |               | П42-2       | —30×8 | 120       |

Таблица VIII.25. Крепление крановых рельсов к стальным подкрановым балкам по ГОСТ 24741—81

| Марка узла | Тип рельса | Размер А, мм | Детали  |           |                |                | Расчетная температура, °С |       |
|------------|------------|--------------|---------|-----------|----------------|----------------|---------------------------|-------|
|            |            |              | планка  |           | болт           | гайка          |                           | шайба |
|            |            |              | упорная | прижимная |                |                |                           |       |
| 70         | КР70       | 95           | У1      | П1        | M24 × 1,4.6    | M24.4          | —40 и выше                |       |
| 80         | КР80       | 100          | У1      | П2        | ГОСТ 15389—70* | ГОСТ 15528—70* |                           |       |
| 100        | КР100      | 110          | У2      | П1        |                |                |                           |       |
| 120        | КР120      | 120          | У3      | П1        | 24.02          | ГОСТ 11371—78* |                           |       |

Продолжение табл. VIII.25

| Марка узла | Тип рельса | Размер А, мм | Детали  |           |              |               | Расчетная температура, °С |       |
|------------|------------|--------------|---------|-----------|--------------|---------------|---------------------------|-------|
|            |            |              | планка  |           | болт         | гайка         |                           | шайба |
|            |            |              | упорная | прижимная |              |               |                           |       |
| 70ХЛ       | КР70       | 95           | У1ХЛ    | П1ХЛ      | M24 × 1,4.6* | M24.4         | Ниже —40 до —65           |       |
| 80ХЛ       | КР80       | 100          | У1ХЛ    | П2ХЛ      | ГОСТ 7798—70 | ГОСТ 5915—70* |                           |       |
| 100ХЛ      | КР100      | 110          | У2ХЛ    | П1ХЛ      |              |               |                           |       |
| 120ХЛ      | КР120      | 120          | У3ХЛ    | П1ХЛ      |              |               |                           |       |

Примечание: 1 — гайка; 2 — шайба; 3, 4 — планка соответственно прижимная и упорная; 5 — болт.

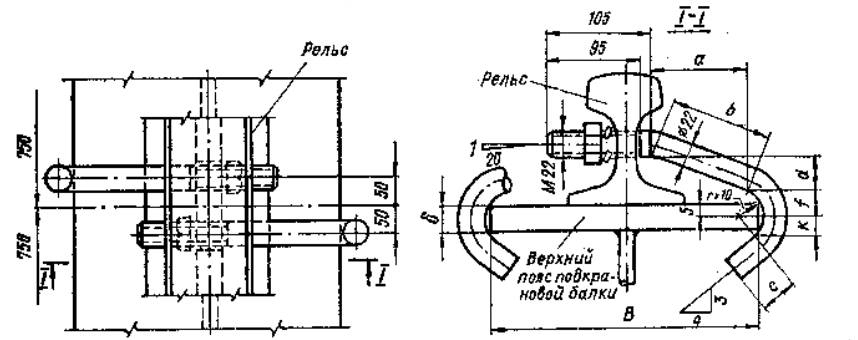
VIII.6. ДЕТАЛИ КРЕПЛЕНИЯ И СТЫКИ РЕЛЬСОВ

Таблица VIII.26. Упорные и прижимные планки

| Эскиз | Обозначение планки | Размеры, мм |                |                |    | Масса, кг |
|-------|--------------------|-------------|----------------|----------------|----|-----------|
|       |                    | b           | b <sub>1</sub> | b <sub>2</sub> | s  |           |
|       | У1, У1ХЛ           | 85          | 65             | —              | 8  | 0,9       |
|       | У2, У2ХЛ           | 85          | 65             | —              | 10 | 1,1       |
|       | У3, У3ХЛ           | 85          | 65             | —              | 12 | 1,4       |
|       | П1, П1ХЛ           | 125         | 55             | 70             | 16 | 2,4       |
|       | П2, П2ХЛ           | 115         | 50             | 65             | 16 | 2,2       |

Примечания: 1. Длину болта l принимают для КР70, КР80, КР100 80 + δ, для КР120 — 85 + δ. 2. Материал деталей У1, У2, У3, П1, П2 — ВСт3кп2 по ГОСТ 380—88 деталей У1ХЛ, У2ХЛ, У3ХЛ, П1ХЛ, П2ХЛ — ВСт3Гпс5, ВСт3сп5 по ГОСТ 380—88 3. Пример обозначения: упорная планка — планка У1 ГОСТ 24741—81; прижимная планка исполнения 1 — планка П1 ГОСТ 24741—81, то же исполнения 2 — планка П1-2 ГОСТ 24741—81.

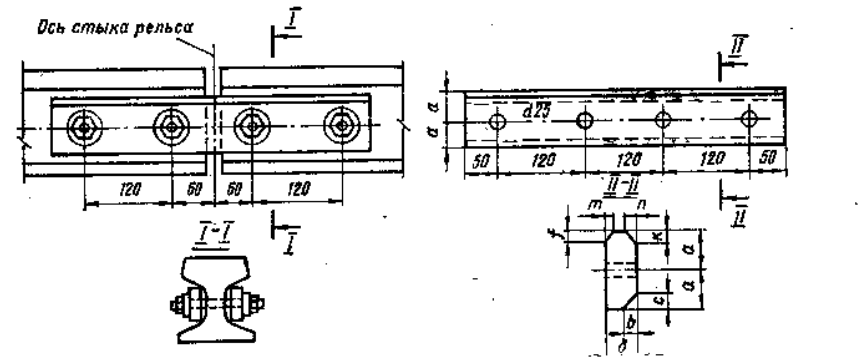
Таблица VIII.27. Детали крепления рельсов Р38 и Р43



| Деталь | Размеры, мм |     |    |    |    |    | Длина заготовки I, мм | Масса 1 шт., кг |
|--------|-------------|-----|----|----|----|----|-----------------------|-----------------|
|        | a           | b   | c  | d  | f  | k  |                       |                 |
| M1     | 80          | 91  | 30 | 43 | 9  | 8  | 270                   | 0,8             |
| M2     | 109         | 117 | 33 | 43 | 9  | 8  | 300                   | 0,89            |
| M3     | 145         | 150 | 31 | 39 | 14 | 12 | 345                   | 1,03            |
| M4     | 191         | 195 | 31 | 40 | 14 | 12 | 395                   | 1,18            |

Примечания: 1. Материал деталей сталь ВСт3кп2 по ГОСТ 380-88. 2. Детали крепления приняты по серии КЭ-01-57, вып. VIII. 3. Границы применения деталей: M1 при B = 220-260 мм, δ = 10-18 мм; M2 при B = 280-320 мм, δ = 10-16 мм; M3 при B = 360-400 мм, δ = 12-20 мм; M4 при B = 450-500 мм, δ = 16-22 мм.

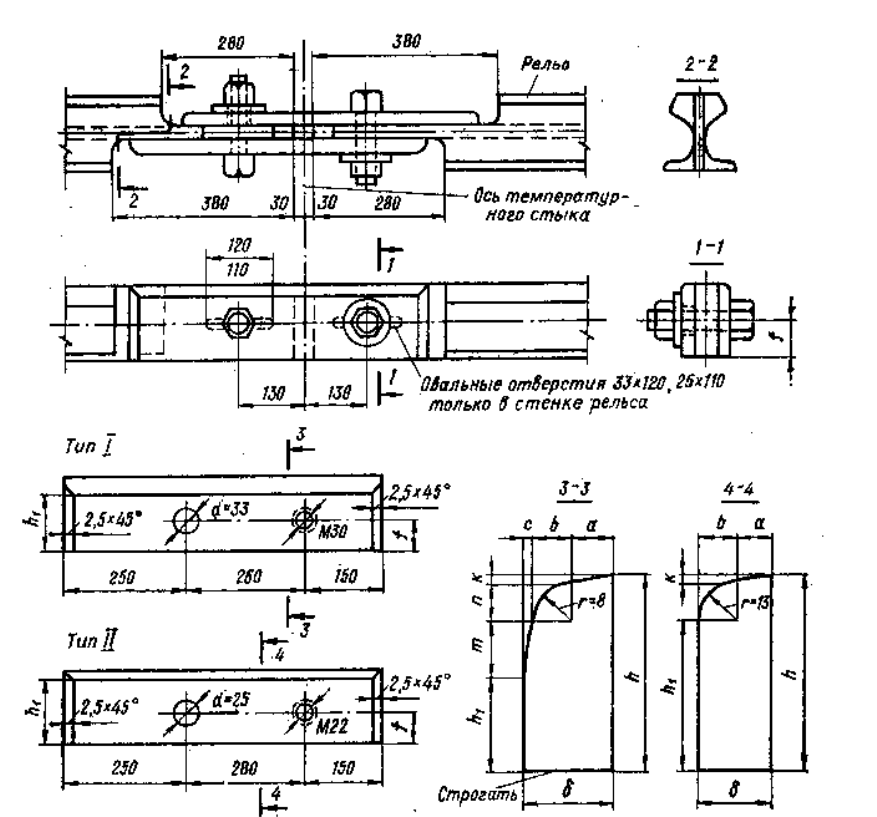
Таблица VIII.28. Стыковые накладки рельсов



| Рельс      | Размеры, мм |    |    |    |    |   | Масса 1 шт., кг |
|------------|-------------|----|----|----|----|---|-----------------|
|            | a           | b  | c  | d  | h  | n |                 |
| КР70, КР80 | 30          | 8  | 8  | 16 | 8  | 5 | 3,27            |
| КР100      | 35          | 9  | 9  | 20 | 9  | 6 | 4,80            |
| КР120      | 40          | 12 | 12 | 25 | 11 | 7 | 6,81            |
| КР140      | 40          | 18 | 13 | 30 | 12 | 8 | 8,65            |

Примечания: 1. Материал накладок сталь ВСт3кп2 по ГОСТ 380-88. 2. Накладки рельсов КР70, КР80, КР100, КР120 приняты по серии КЭ-01-57, вып. VIII. 3. m = 3 мм; f = 3 мм; для Р38 и Р43 размеры и форма по ГОСТ 4133-73\*, масса 1 шт. 15,61 кг.

Таблица VIII.29. Стыковые накладки температурных стыков рельсов



| Рельс | Тип наклад-ки | Размеры, мм |   |   |   |   |   |   |   |                | Масса 1 шт., кг |
|-------|---------------|-------------|---|---|---|---|---|---|---|----------------|-----------------|
|       |               | a           | b | c | k | n | m | f | h | h <sub>1</sub> |                 |

|       |    |    |    |   |     |     |      |      |     |       |    |      |
|-------|----|----|----|---|-----|-----|------|------|-----|-------|----|------|
| КР70  | I  | 16 | 5  | 3 | 1   | 5,5 | 26   | 48   | 120 | 87,5  | 24 | 14,9 |
| КР80  | I  | 18 | 7  | 3 | 1,5 | 7   | 26,5 | 51   | 180 | 95    | 28 | 18,9 |
| КР100 | I  | 25 | 7  | 3 | 2   | 7   | 31   | 58   | 150 | 110   | 35 | 27,2 |
| КР120 | I  | 32 | 7  | 3 | 3   | 7   | 35   | 68   | 170 | 125   | 42 | 37   |
| КР140 | I  | 32 | 7  | 3 | 3   | 8   | 39   | 66   | 170 | 120   | 45 | 39,6 |
| Р38   | II | 15 | 13 | — | 0,8 | —   | 13   | 59,5 | 135 | 121,2 | 28 | 19,6 |
| Р43   | II | 15 | 13 | — | 0,9 | —   | 13   | 62,5 | 140 | 126,1 | 28 | 20,3 |

Примечание. Материал накладок сталь ВСт3кп по ГОСТ 380-88.

# Раздел IX

## СОРТАМЕНТ

### IX.1. ГОРЯЧЕКАТАНЫЕ ПРОФИЛИ

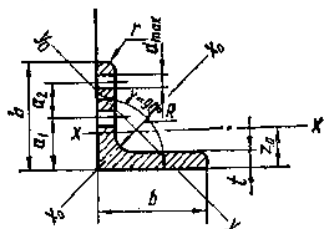


Таблица IX.1. Уголки стальные горячекатаные

Пример обозначения:  $\angle 50 \times 50 \times 3 / \text{ГОСТ } 8509-86$

| b  | t   | R   | r   | Масса 1 м<br>уголка, кг | Площадь<br>поперечно-<br>го сечения,<br>см <sup>2</sup> | Спра                           |                   |
|----|-----|-----|-----|-------------------------|---|--------------------------------|-------------------|
|    |     |     |     |                         |   | x-x                            |                   |
|    |     |     |     |                         |   | I <sub>x</sub> см <sup>4</sup> | i <sub>x</sub> см |
| 20 | 3   | 3,5 | 1,2 | 0,89                    | 1,13  | 0,40                           | 0,59              |
| 20 | 4   | 3,5 | 1,2 | 1,15                    | 1,46  | 0,50                           | 0,58              |
| 25 | 3   | 3,5 | 1,2 | 1,12                    | 1,43  | 0,81                           | 0,75              |
| 25 | 4   | 3,5 | 1,2 | 1,46                    | 1,66  | 1,03                           | 0,74              |
| 28 | 3   | 4   | 1,3 | 1,27                    | 1,62  | 1,16                           | 0,85              |
| 32 | 3   | 4,5 | 1,5 | 1,46                    | 1,86  | 1,77                           | 0,97              |
| 32 | 4   | 4,5 | 1,5 | 1,91                    | 2,43  | 2,26                           | 0,96              |
| 35 | 3   | 4,5 | 1,5 | 1,60                    | 2,04  | 2,35                           | 1,07              |
| 35 | 4   | 4,5 | 1,5 | 2,10                    | 2,17  | 3,01                           | 1,06              |
| 35 | 5   | 4,5 | 1,5 | 2,58                    | 3,28  | 3,61                           | 1,05              |
| 40 | 3   | 5   | 1,7 | 1,85                    | 2,35  | 3,55                           | 1,23              |
| 40 | 4   | 5   | 1,7 | 2,42                    | 3,08  | 4,58                           | 1,22              |
| 40 | 5   | 5   | 1,7 | 2,98                    | 3,79  | 5,53                           | 1,21              |
| 45 | 3   | 5   | 1,7 | 2,08                    | 2,65  | 5,13                           | 1,39              |
| 45 | 4   | 5   | 1,7 | 2,73                    | 3,48  | 6,63                           | 1,38              |
| 45 | 5   | 5   | 1,7 | 3,37                    | 4,29  | 8,03                           | 1,37              |
| 50 | 3   | 5,5 | 1,8 | 2,32                    | 2,96  | 7,11                           | 1,55              |
| 50 | 4   | 5,5 | 1,8 | 3,05                    | 3,89  | 9,21                           | 1,54              |
| 50 | 5   | 5,5 | 1,8 | 3,77                    | 4,80  | 11,20                          | 1,53              |
| 50 | 6   | 5,5 | 1,8 | 4,47                    | 5,69  | 13,07                          | 1,52              |
| 56 | 4   | 6   | 2   | 3,44                    | 4,38  | 13,10                          | 1,73              |
| 56 | 5   | 6   | 2   | 4,25                    | 5,41  | 15,97                          | 1,72              |
| 63 | 4   | 7   | 2,3 | 3,90                    | 4,96  | 18,86                          | 1,95              |
| 63 | 5   | 7   | 2,3 | 4,81                    | 6,13  | 23,10                          | 1,94              |
| 63 | 6   | 7   | 2,3 | 5,72                    | 7,28  | 27,06                          | 1,93              |
| 70 | 4,5 | 8,6 | 2,7 | 4,87                    | 6,20  | 29,04                          | 2,16              |
| 70 | 5   | 8   | 2,7 | 5,38                    | 6,86  | 31,94                          | 2,16              |
| 70 | 6   | 8   | 2,7 | 6,39                    | 8,15  | 37,58                          | 2,15              |
| 70 | 7   | 8   | 2,7 | 7,39                    | 9,42  | 42,98                          | 2,14              |
| 70 | 8   | 8   | 2,7 | 8,37                    | 10,67   | 48,16                          | 2,12              |
| 75 | 5   | 9   | 3   | 5,80                    | 7,39  | 39,53                          | 2,31              |
| 75 | 6   | 9   | 3   | 6,89                    | 8,78  | 46,57                          | 2,30              |
| 75 | 7   | 9   | 3   | 7,96                    | 10,15   | 53,34                          | 2,29              |
| 75 | 8   | 9   | 3   | 9,02                    | 11,50   | 59,84                          | 2,28              |
| 75 | 9   | 9   | 3   | 10,07                   | 12,83   | 66,10                          | 2,27              |
| 80 | 5,5 | 9   | 3   | 6,78                    | 8,63  | 52,68                          | 2,47              |
| 80 | 6   | 9   | 3   | 7,36                    | 9,38  | 56,97                          | 2,47              |
| 80 | 7   | 9   | 3   | 8,51                    | 10,85   | 65,31                          | 2,45              |
| 80 | 8   | 9   | 3   | 9,65                    | 12,30   | 73,36                          | 2,44              |

равнополочные по ГОСТ 8509—86

| вочные величины для осей                        |                                    |   |                                    |                   | α <sub>1</sub> | α <sub>2</sub> | d <sub>max</sub> |
|---|------------------------------------|---|------------------------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|
| x <sub>0</sub> - x <sub>0</sub>                 |                                    | y <sub>0</sub> - y <sub>0</sub>                 |                                    | z <sub>0</sub> см |                |                |                  |
| I <sub>x<sub>0</sub></sub> max, см <sup>4</sup> | i <sub>x<sub>0</sub></sub> max, см | I <sub>y<sub>0</sub></sub> min, см <sup>4</sup> | i <sub>y<sub>0</sub></sub> min, см |                   | мм             |                |                  |
| 0,63  | 0,75                               | 0,17  | 0,39                               | 0,60              | —              | —              | —                |
| 0,78  | 0,73                               | 0,22  | 0,38                               | 0,64              | —              | —              | —                |
| 1,29  | 0,95                               | 0,34  | 0,49                               | 0,73              | —              | —              | —                |
| 1,82  | 0,93                               | 0,44  | 0,48                               | 0,76              | —              | —              | —                |
| 1,84  | 1,07                               | 0,48  | 0,55                               | 0,80              | —              | —              | —                |
| 2,80  | 1,23                               | 0,74  | 0,63                               | 0,89              | —              | —              | —                |
| 3,58  | 1,21                               | 0,94  | 0,62                               | 0,94              | —              | —              | —                |
| 3,72  | 1,35                               | 0,97  | 0,69                               | 0,97              | —              | —              | —                |
| 4,76  | 1,33                               | 1,25  | 0,68                               | 1,01              | —              | —              | —                |
| 5,71  | 1,32                               | 1,52  | 0,68                               | 1,05              | —              | —              | —                |
| 5,63  | 1,55                               | 1,47  | 0,79                               | 1,09              | —              | —              | —                |
| 7,26  | 1,53                               | 1,90  | 0,78                               | 1,13              | —              | —              | —                |
| 8,75  | 1,52                               | 2,30  | 0,78                               | 1,17              | —              | —              | —                |
| 8,13  | 1,75                               | 2,12  | 0,89                               | 1,21              | 25             | 0              | 11               |
| 10,52   | 1,74                               | 2,74  | 0,89                               | 1,26              | 25             | 0              | 11               |
| 12,74   | 1,72                               | 3,33  | 0,88                               | 1,30              | 25             | 0              | 11               |
| 11,27   | 1,95                               | 2,95  | 1,00                               | 1,33              | 30             | 0              | 13               |
| 14,63   | 1,94                               | 3,80  | 0,99                               | 1,38              | 30             | 0              | 13               |
| 17,77   | 1,92                               | 4,63  | 0,98                               | 1,42              | 30             | 0              | 13               |
| 20,72   | 1,91                               | 5,43  | 0,98                               | 1,46              | 30             | 0              | 13               |
| 20,79   | 2,18                               | 5,41  | 1,11                               | 1,52              | 30             | 0              | 15               |
| 25,36   | 2,16                               | 6,59  | 1,10                               | 1,57              | 30             | 0              | 15               |
| 29,90   | 2,45                               | 7,81  | 1,25                               | 1,69              | 35             | 0              | 17               |
| 36,60   | 2,44                               | 9,52  | 1,25                               | 1,74              | 35             | 0              | 17               |
| 42,94   | 2,43                               | 11,18   | 1,24                               | 1,78              | 35             | 0              | 17               |
| 46,03   | 2,72                               | 12,04   | 1,39                               | 1,88              | 40             | 0              | 19               |
| 50,67   | 2,72                               | 13,22   | 1,39                               | 1,90              | 40             | 0              | 19               |
| 59,64   | 2,71                               | 15,52   | 1,38                               | 1,94              | 40             | 0              | 19               |
| 68,19   | 2,69                               | 17,77   | 1,37                               | 1,99              | 40             | 0              | 19               |
| 76,35   | 2,68                               | 19,97   | 1,37                               | 2,02              | 40             | 0              | 19               |
| 62,65   | 2,91                               | 16,41   | 1,49                               | 2,02              | 45             | 0              | 21               |
| 73,87   | 2,90                               | 19,28   | 1,48                               | 2,06              | 45             | 0              | 21               |
| 84,61   | 2,89                               | 22,07   | 1,47                               | 2,10              | 45             | 0              | 21               |
| 94,89   | 2,87                               | 24,80   | 1,47                               | 2,15              | 45             | 0              | 21               |
| 104,72  | 2,86                               | 27,48   | 1,46                               | 2,18              | 45             | 0              | 21               |
| 83,56   | 3,11                               | 21,8  | 1,59                               | 2,17              | 45             | 0              | 21               |
| 90,40   | 3,11                               | 23,54   | 1,58                               | 2,19              | 45             | 0              | 21               |
| 103,66  | 3,09                               | 26,97   | 1,58                               | 2,23              | 45             | 0              | 21               |
| 116,39  | 3,08                               | 30,32   | 1,57                               | 2,27              | 45             | 0              | 21               |

| b   | t   | R  | r   | Масса 1 м<br>уголка, кг | Площадь<br>поперечно-<br>го сече-<br>ния, см <sup>2</sup> | Спра                            |                    |
|-----|-----|----|-----|-------------------------|---|---------------------------------|--------------------|
|     |     |    |     |                         |   | x - x                           |                    |
|     |     |    |     |                         |   | I <sub>x'</sub> см <sup>4</sup> | i <sub>x'</sub> см |
| мм  |     |    |     |                         |   |                                 |                    |
| 90  | 6   | 10 | 3,3 | 8,33                    | 10,61   | 82,10                           | 2,78               |
| 90  | 7   | 10 | 3,3 | 9,64                    | 12,28   | 94,30                           | 2,77               |
| 90  | 8   | 10 | 3,3 | 10,93                   | 13,93   | 106,11                          | 2,76               |
| 90  | 9   | 10 | 3,3 | 12,20                   | 15,60   | 118,00                          | 2,75               |
| 100 | 6,5 | 12 | 4   | 10,06                   | 12,82   | 122,10                          | 3,09               |
| 100 | 7   | 12 | 4   | 10,79                   | 13,75   | 130,59                          | 3,08               |
| 100 | 8   | 12 | 4   | 12,25                   | 15,60   | 147,19                          | 3,07               |
| 100 | 10  | 12 | 4   | 15,10                   | 19,24   | 178,95                          | 3,05               |
| 100 | 12  | 12 | 4   | 17,90                   | 22,80   | 208,90                          | 3,03               |
| 100 | 14  | 12 | 4   | 20,63                   | 26,28   | 237,15                          | 3,00               |
| 100 | 16  | 12 | 4   | 23,30                   | 29,68   | 263,82                          | 2,98               |
| 110 | 7   | 12 | 4   | 11,89                   | 15,15   | 175,61                          | 3,40               |
| 120 | 8   | 12 | 4   | 13,50                   | 17,20   | 198,17                          | 3,39               |
| 125 | 8   | 14 | 4,6 | 15,46                   | 19,69   | 294,36                          | 3,87               |
| 125 | 9   | 14 | 4,6 | 17,30                   | 22,00   | 327,48                          | 3,86               |
| 125 | 10  | 14 | 4,6 | 19,10                   | 24,33   | 359,82                          | 3,85               |
| 125 | 12  | 14 | 4,6 | 22,68                   | 28,89   | 422,23                          | 3,82               |
| 125 | 14  | 14 | 4,6 | 26,20                   | 33,37   | 481,76                          | 3,80               |
| 125 | 16  | 14 | 4,6 | 29,65                   | 37,77   | 538,56                          | 3,78               |
| 140 | 9   | 14 | 4,6 | 19,41                   | 24,72   | 465,72                          | 4,34               |
| 140 | 10  | 14 | 4,6 | 21,45                   | 27,33   | 512,29                          | 4,33               |
| 140 | 12  | 14 | 4,6 | 25,50                   | 32,49   | 602,49                          | 4,31               |

| вочные величины для осей                           |                                       |  |                                       |                     | a <sub>1</sub> | a <sub>2</sub> | d <sub>max</sub> |
|--|---------------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------|----------------|----------------|------------------|
| x <sub>0</sub> - x <sub>0</sub>                    |                                       | y <sub>0</sub> - y <sub>0</sub>                    |                                       | z <sub>0</sub> , см |                |                |                  |
| I <sub>x<sub>0</sub></sub> max,<br>см <sup>4</sup> | i <sub>x<sub>0</sub></sub> max,<br>см | I <sub>y<sub>0</sub></sub> min,<br>см <sup>4</sup> | i <sub>y<sub>0</sub></sub> min,<br>см |                     | мм             |                |                  |
| 130,22   | 3,50                                  | 33,97  | 1,79                                  | 2,43                | 50             | 0              | 23               |
| 149,67   | 3,49                                  | 38,94  | 1,78                                  | 2,47                | 50             | 0              | 23               |
| 168,42   | 3,48                                  | 43,80  | 1,77                                  | 2,51                | 50             | 0              | 23               |
| 186,00   | 3,46                                  | 48,60  | 1,77                                  | 2,55                | 50             | 0              | 23               |
| 193,46   | 3,89                                  | 50,73  | 1,99                                  | 2,68                | 55             | 0              | 23               |
| 207,01   | 3,88                                  | 54,16  | 1,98                                  | 2,71                | 55             | 0              | 23               |
| 233,46   | 3,87                                  | 60,92  | 1,98                                  | 2,75                | 55             | 0              | 23               |
| 283,83   | 3,84                                  | 74,08  | 1,96                                  | 2,83                | 55             | 0              | 23               |
| 330,95   | 3,81                                  | 86,84  | 1,95                                  | 2,91                | 55             | 0              | 23               |
| 374,98   | 3,78                                  | 99,32  | 1,94                                  | 2,99                | 55             | 0              | 23               |
| 416,04   | 3,74                                  | 111,61   | 1,94                                  | 3,06                | 55             | 0              | 23               |
| 278,54   | 4,29                                  | 72,68  | 2,19                                  | 2,96                | 60             | 0              | 25               |
| 314,51   | 4,28                                  | 81,83  | 2,18                                  | 3                   | 60             | 0              | 25               |
| 466,76   | 4,87                                  | 121,96   | 2,49                                  | 3,36                | 70             | 0              | 25               |
|  |                                       |  |                                       |                     | (55)           | (35)           | (23)             |
| 520,00   | 4,86                                  | 135,38   | 2,48                                  | 3,40                | 70             | 0              | 25               |
|  |                                       |  |                                       |                     | (55)           | (35)           | (23)             |
| 571,04   | 4,84                                  | 148,59   | 2,47                                  | 3,45                | 70             | 0              | 25               |
|  |                                       |  |                                       |                     | (55)           | (35)           | (23)             |
| 670,02   | 4,82                                  | 174,43   | 2,46                                  | 3,53                | 70             | 0              | 25               |
|  |                                       |  |                                       |                     | (55)           | (35)           | (23)             |
| 763,90   | 4,78                                  | 199,62   | 2,45                                  | 3,61                | 70             | 0              | 25               |
|  |                                       |  |                                       |                     | (55)           | (35)           | (23)             |
| 852,84   | 4,75                                  | 224,29   | 2,44                                  | 3,68                | 70             | 0              | 25               |
|  |                                       |  |                                       |                     | (55)           | (35)           | (23)             |
| 739,42   | 5,47                                  | 192,03   | 2,79                                  | 3,78                | 55             | 55             | 19               |
|  |                                       |  |                                       |                     | (60)           | (45)           | (25)             |
| 813,62   | 5,46                                  | 210,96   | 2,78                                  | 3,82                | 55             | 55             | 19               |
|  |                                       |  |                                       |                     | (60)           | (45)           | (25)             |
| 956,98   | 5,43                                  | 248,01   | 2,76                                  | 3,90                | 55             | 55             | 19               |
|  |                                       |  |                                       |                     | (60)           | (45)           | (25)             |



| b   | f  | R  | r   | Масса 1 м<br>уголка, кг | Площадь<br>попереч-<br>ного се-<br>чения, см <sup>2</sup> | Спра                             |                     |
|-----|----|----|-----|-------------------------|---|----------------------------------|---------------------|
|     |    |    |     |                         |   | x - x                            |                     |
|     |    |    |     |                         |   | I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup> | i <sub>x</sub> , см |
| 160 | 10 | 16 | 5,3 | 24,67                   | 31,43   | 774,24                           | 4,96                |
| 160 | 11 | 16 | 5,3 | 27,02                   | 34,42   | 844,21                           | 4,95                |
| 160 | 12 | 16 | 5,3 | 28,35                   | 37,39   | 912,89                           | 4,94                |
| 160 | 14 | 16 | 5,3 | 33,97                   | 43,57   | 1046,47                          | 4,92                |
| 160 | 16 | 16 | 5,3 | 38,52                   | 49,07   | 1175,19                          | 4,89                |
| 160 | 18 | 16 | 5,3 | 43,01                   | 54,79   | 1290,24                          | 4,87                |
| 160 | 20 | 16 | 5,3 | 47,44                   | 60,40   | 1418,85                          | 4,85                |
| 180 | 11 | 16 | 5,3 | 30,47                   | 38,80   | 1216,44                          | 5,60                |
| 180 | 12 | 16 | 5,3 | 33,12                   | 42,19   | 1316,62                          | 5,59                |
| 200 | 12 | 18 | 6   | 36,97                   | 47,10   | 1822,78                          | 6,22                |
| 200 | 13 | 18 | 6   | 39,92                   | 50,85   | 1960,77                          | 6,21                |
| 200 | 14 | 18 | 6   | 42,80                   | 54,60   | 2097                             | 6,20                |
| 200 | 16 | 18 | 6   | 48,65                   | 61,98   | 2362,57                          | 6,17                |
| 200 | 20 | 18 | 6   | 60,08                   | 76,54   | 2871,47                          | 6,12                |
| 200 | 25 | 18 | 6   | 74,02                   | 94,29   | 3466,21                          | 6,06                |
| 200 | 30 | 18 | 6   | 87,56                   | 111,54  | 4019,60                          | 6,00                |
| 220 | 14 | 21 | 7   | 47,40                   | 60,38   | 2814,36                          | 6,83                |
| 220 | 16 | 21 | 7   | 53,83                   | 68,58   | 3175,44                          | 6,80                |
| 250 | 16 | 24 | 8   | 61,55                   | 78,40   | 4717,10                          | 7,76                |
| 250 | 18 | 24 | 8   | 68,86                   | 87,72   | 5247,24                          | 7,73                |
| 250 | 20 | 24 | 8   | 76,11                   | 96,96   | 5764,87                          | 7,71                |
| 250 | 22 | 24 | 8   | 83,31                   | 106,12  | 6270,32                          | 7,69                |
| 250 | 25 | 24 | 8   | 93,97                   | 119,71  | 7006,39                          | 7,65                |
| 250 | 28 | 24 | 8   | 104,50                  | 133,12  | 7716,86                          | 7,61                |
| 250 | 30 | 24 | 8   | 111,44                  | 141,96  | 8176,82                          | 7,59                |

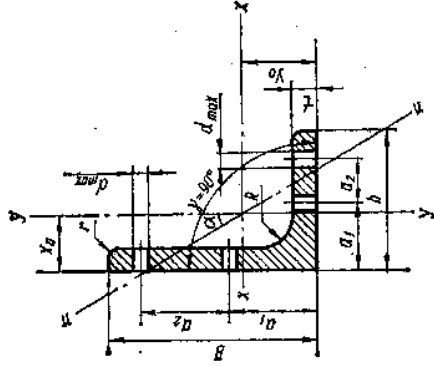
Примечания: 1. Размеры в скобках даны для отверстий, расположенных  
цены приводятся в ГОСТе. 3. В ГОСТ даны также сортамент и характеристика уголков 25 ×  
× 4 (5, 6, 8, 10), 70 × 70 × 10, 80 × 80 × 10 (12), 90 × 90 × 10 (12), 100 × 100 ×  
20), 200 × 200 × 18 (24), изготовленные которых производится по согласию с потреби

Продолжение табл. IX.1

| вочные величины для осей                        |                                    |   |                                    | z <sub>0</sub> , см | a <sub>1</sub> | d <sub>max</sub> |            |
|---|------------------------------------|---|------------------------------------|---------------------|----------------|------------------|------------|
| x <sub>0</sub> - x <sub>0</sub>                 |                                    | y <sub>0</sub> - y <sub>0</sub>                 |                                    |                     |                |                  |            |
| I <sub>x<sub>0</sub></sub> max, см <sup>4</sup> | i <sub>x<sub>0</sub></sub> max, см | I <sub>y<sub>0</sub></sub> min, см <sup>4</sup> | i <sub>y<sub>0</sub></sub> min, см | мм                  |                |                  |            |
| 1229,10   | 6,25                               | 319,38  | 3,19                               |                     |                |                  | 4,30       |
| 1340,66   | 6,24                               | 347,77  | 3,18                               | 4,35                | 60<br>(65)     | 65<br>(60)       | 21<br>(25) |
| 1450,00   | 6,23                               | 375,78  | 3,17                               | 4,39                | 60<br>(65)     | 65<br>(60)       | 21<br>(25) |
| 1662,13   | 6,20                               | 430,84  | 3,16                               | 4,47                | 60<br>(65)     | 65<br>(60)       | 21<br>(25) |
| 1865,73   | 6,17                               | 484,64  | 3,14                               | 4,55                | 60<br>(65)     | 65<br>(60)       | 21<br>(25) |
| 2061,03   | 6,13                               | 537,46  | 3,13                               | 4,63                | 60<br>(65)     | 65<br>(60)       | 21<br>(25) |
| 2248,26   | 6,10                               | 589,43  | 3,12                               | 4,70                | 60<br>(65)     | 65<br>(60)       | 21<br>(25) |
| 1933,10   | 7,06                               | 499,78  | 3,59                               | 4,85                | 65             | 80               | 25         |
| 2092,78   | 7,04                               | 540,45  | 3,58                               | 4,89                | 65             | 80               | 25         |
| 2896,16   | 7,84                               | 749,40  | 3,99                               | 5,37                | 80             | 80               | 25         |
| 3116,18   | 7,83                               | 805,35  | 3,98                               | 5,42                | 80             | 80               | 25         |
| 3333  | 7,81                               | 861   | 3,97                               | 5,46                | 80             | 80               | 25         |
| 3755,39   | 7,78                               | 969,74  | 3,96                               | 5,54                | 80             | 80               | 25         |
| 4560,42   | 7,72                               | 1181,92   | 3,93                               | 5,70                | 80             | 80               | 25         |
| 5494,04   | 7,63                               | 1438,38   | 3,91                               | 5,89                | 80             | 80               | 25         |
| 6351,05   | 7,55                               | 1688,16   | 3,89                               | 6,07                | 80             | 80               | 25         |
| 4470,15   | 8,60                               | 1158,56   | 4,38                               | 5,91                | 90             | 90               | 28         |
| 5045,37   | 8,58                               | 1305,52   | 4,36                               | 6,02                | 90             | 90               | 28         |
| 7492,10   | 9,78                               | 1942,09   | 4,98                               | 6,75                | 100            | 90               | 28         |
| 8336,69   | 9,75                               | 2157,78   | 4,96                               | 6,83                | 100            | 90               | 28         |
| 9159,73   | 9,72                               | 2370,01   | 4,94                               | 6,91                | 100            | 90               | 28         |
| 9961,60   | 9,69                               | 2579,04   | 4,93                               | 7                   | 100            | 90               | 28         |
| 11125,52  | 9,64                               | 2887,26   | 4,91                               | 7,11                | 100            | 90               | 28         |
| 12243,84  | 9,59                               | 3189,89   | 4,90                               | 7,23                | 100            | 90               | 28         |
| 12964,66  | 9,56                               | 3388,98   | 4,89                               | 7,31                | 100            | 90               | 28         |

в шахматном порядке. 2. Значения моментов сопротивления и центробежных моментов инер-  
25 × 5, 30 × 30 × 3 (4,5), 40 × 40 × 6, 45 × 45 × 6, 50 × 50 × 7 (8), 60 × 60 ×  
× 15, 120 × 120 × 8 (10, 12, 15), 150 × 150 × 10 (12, 15, 18), 180 × 180 × 13 (18,  
тилем.

Таблица IX.2. Уголки стальные горячекатаные неравнополочные по ГОСТ 8510—86  
 Пример обозначения: L 63 × 40 × 4 ГОСТ 8510—86



| B | b | t | R | r | Масса 1 м угла, кг | Площадь поперечного сечения, см <sup>2</sup> | Справочные величины для осей |                   |                    |                    |                    |                    | γ <sub>0</sub> | Полка B           |                   | Полка b            |                    | мм |                    |                |                |                |                |
|---|---|---|---|---|--------------------|--|------------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|----|--------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|   |   |   |   |   |                    |  | x-x                          |                   | y-y                |                    | u-u                |                    |                | γ <sub>х</sub> см | γ <sub>у</sub> см | γ <sub>шп</sub> см | γ <sub>шп</sub> см |    | γ <sub>шп</sub> см | α <sub>1</sub> | α <sub>2</sub> | α <sub>1</sub> | α <sub>2</sub> |
|   |   |   |   |   |                    |  | γ <sub>х</sub> см            | γ <sub>у</sub> см | γ <sub>шп</sub> см | γ <sub>шп</sub> см | γ <sub>шп</sub> см | γ <sub>шп</sub> см |                |                   |                   |                    |                    |    |                    |                |                |                |                |

|    |    |   |     |     |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |      |   |   |   |   |
|----|----|---|-----|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|---|---|---|---|
| 25 | 16 | 3 | 3,5 | 1,2 | 0,91 | 1,16 | 0,70 | 0,78 | 0,22 | 0,44 | 0,13 | 0,34 | 0,392 | 0,42 | 0,86 | — | — | — | — |
| 32 | 20 | 3 | 3,5 | 1,2 | 1,17 | 1,49 | 1,52 | 1,01 | 0,46 | 0,55 | 0,28 | 0,43 | 0,382 | 0,49 | 1,08 | — | — | — | — |
| 32 | 20 | 4 | 3,5 | 1,2 | 1,52 | 1,94 | 1,93 | 1,00 | 0,57 | 0,54 | 0,35 | 0,43 | 0,374 | 0,53 | 1,12 | — | — | — | — |
| 40 | 25 | 3 | 4   | 1,3 | 1,48 | 1,89 | 3,06 | 1,27 | 0,93 | 0,70 | 0,56 | 0,54 | 0,385 | 0,59 | 1,32 | — | — | — | — |
| 40 | 25 | 4 | 4   | 1,3 | 1,94 | 2,47 | 3,93 | 1,26 | 1,18 | 0,69 | 0,71 | 0,54 | 0,381 | 0,63 | 1,37 | — | — | — | — |
| 40 | 25 | 5 | 4   | 1,3 | 2,38 | 3,03 | 4,73 | 1,25 | 1,41 | 0,68 | 0,86 | 0,53 | 0,374 | 0,66 | 1,41 | — | — | — | — |

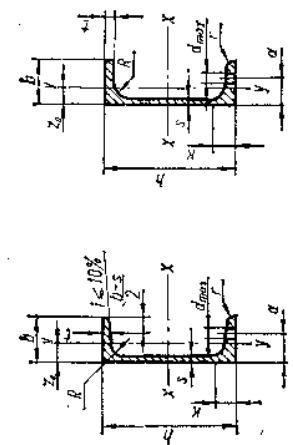
|     |    |     |     |      |       |       |        |      |        |      |       |      |       |      |      |    |   |    |    |   |    |
|-----|----|-----|-----|------|-------|-------|--------|------|--------|------|-------|------|-------|------|------|----|---|----|----|---|----|
| 45  | 28 | 3   | 5   | 1,7  | 1,68  | 2,14  | 4,41   | 1,43 | 1,32   | 0,79 | 0,79  | 0,61 | 0,382 | 0,64 | 1,47 | 25 | 0 | 11 | —  | — |    |
| 45  | 28 | 4   | 5   | 1,7  | 2,20  | 2,80  | 5,68   | 1,42 | 1,69   | 0,78 | 1,02  | 0,60 | 0,379 | 0,68 | 1,51 | 25 | 0 | 11 | —  | — |    |
| 50  | 32 | 3   | 5,5 | 1,8  | 1,90  | 2,42  | 6,18   | 1,60 | 1,99   | 0,91 | 1,18  | 0,70 | 0,403 | 0,72 | 1,60 | 30 | 0 | 13 | —  | — |    |
| 50  | 32 | 4   | 5,5 | 1,8  | 2,49  | 3,17  | 7,98   | 1,59 | 2,56   | 0,90 | 1,52  | 0,69 | 0,401 | 0,76 | 1,65 | 30 | 0 | 13 | —  | — |    |
| 56  | 36 | 4   | 6   | 2    | 2,81  | 3,58  | 11,37  | 1,78 | 3,70   | 1,02 | 2,19  | 0,78 | 0,406 | 0,84 | 1,82 | 30 | 0 | 15 | —  | — |    |
| 56  | 36 | 5   | 6   | 2    | 3,46  | 4,41  | 13,82  | 1,77 | 4,48   | 1,01 | 2,65  | 0,78 | 0,404 | 0,88 | 1,87 | 30 | 0 | 15 | —  | — |    |
| 63  | 40 | 4   | 7   | 2,3  | 3,17  | 4,04  | 16,33  | 2,01 | 5,16   | 1,13 | 3,07  | 0,87 | 0,397 | 0,91 | 2,03 | 35 | 0 | 17 | —  | — |    |
| 63  | 40 | 5   | 7   | 2,3  | 3,91  | 4,98  | 19,91  | 2    | 6,26   | 1,12 | 3,73  | 0,86 | 0,396 | 0,95 | 2,08 | 35 | 0 | 17 | —  | — |    |
| 63  | 40 | 6   | 7   | 2,3  | 4,63  | 5,90  | 23,31  | 1,99 | 7,29   | 1,11 | 4,36  | 0,86 | 0,393 | 0,99 | 2,12 | 35 | 0 | 17 | —  | — |    |
| 63  | 40 | 7   | 2,3 | 6,03 | 7,68  | 29,60 | 29,60  | 1,96 | 9,15   | 1,09 | 5,58  | 0,85 | 0,386 | 1,07 | 2,20 | 35 | 0 | 17 | —  | — |    |
| 70  | 45 | 5   | 7,5 | 2,5  | 4,39  | 5,59  | 27,76  | 2,23 | 9,06   | 1,27 | 5,34  | 0,98 | 0,406 | 1,05 | 2,28 | 40 | 0 | 19 | 25 | 0 | 11 |
| 75  | 50 | 5   | 8   | 2,7  | 4,79  | 6,11  | 34,81  | 2,39 | 12,47  | 1,43 | 7,24  | 1,09 | 0,436 | 1,17 | 2,39 | 45 | 0 | 21 | 30 | 0 | 13 |
| 75  | 50 | 6   | 8   | 2,7  | 5,69  | 7,25  | 40,92  | 2,38 | 14,60  | 1,42 | 8,48  | 1,08 | 0,435 | 1,21 | 2,44 | 45 | 0 | 21 | 30 | 0 | 13 |
| 75  | 50 | 8   | 8   | 2,7  | 7,43  | 9,47  | 52,38  | 2,35 | 18,52  | 1,40 | 10,87 | 1,07 | 0,430 | 1,29 | 2,52 | 45 | 0 | 21 | 30 | 0 | 13 |
| 80  | 50 | 5   | 8   | 2,7  | 4,99  | 6,36  | 41,64  | 2,56 | 12,68  | 1,41 | 7,57  | 1,09 | 0,387 | 1,13 | 2,60 | 45 | 0 | 21 | 30 | 0 | 13 |
| 80  | 50 | 6   | 8   | 2,7  | 5,92  | 7,55  | 48,98  | 2,55 | 14,85  | 1,40 | 8,88  | 1,08 | 0,386 | 1,17 | 2,65 | 45 | 0 | 21 | 30 | 0 | 13 |
| 90  | 56 | 5,5 | 9   | 3    | 6,17  | 7,86  | 65,28  | 2,88 | 19,67  | 1,58 | 11,77 | 1,22 | 0,384 | 1,26 | 2,92 | 50 | 0 | 23 | 30 | 0 | 15 |
| 90  | 56 | 6   | 9   | 3    | 6,70  | 8,54  | 70,58  | 2,88 | 21,22  | 1,58 | 12,70 | 1,22 | 0,384 | 1,28 | 2,95 | 50 | 0 | 23 | 30 | 0 | 15 |
| 90  | 56 | 8   | 8   | 8    | 8,77  | 11,18 | 90,87  | 2,85 | 27,08  | 1,56 | 16,29 | 1,21 | 0,350 | 1,36 | 3,04 | 50 | 0 | 23 | 30 | 0 | 15 |
| 100 | 63 | 6   | 10  | 3,3  | 7,53  | 9,59  | 98,29  | 3,20 | 30,58  | 1,79 | 18,20 | 1,38 | 0,393 | 1,42 | 3,23 | 50 | 0 | 23 | 35 | 0 | 17 |
| 100 | 63 | 7   | 8   | 8    | 8,70  | 11,09 | 112,86 | 3,19 | 34,99  | 1,78 | 20,83 | 1,37 | 0,392 | 1,46 | 3,28 | 50 | 0 | 23 | 35 | 0 | 17 |
| 100 | 63 | 8   | 8   | 8    | 9,87  | 12,57 | 126,96 | 3,18 | 39,21  | 1,77 | 23,38 | 1,36 | 0,391 | 1,50 | 3,32 | 50 | 0 | 23 | 35 | 0 | 17 |
| 100 | 63 | 10  | 8   | 8    | 12,14 | 15,47 | 133,83 | 3,15 | 47,13  | 1,75 | 28,34 | 1,35 | 0,387 | 1,58 | 3,40 | 50 | 0 | 23 | 35 | 0 | 17 |
| 110 | 70 | 6,5 | 10  | 3,3  | 8,98  | 11,45 | 142,42 | 3,53 | 45,61  | 2,00 | 26,94 | 1,53 | 0,402 | 1,58 | 3,55 | 60 | 0 | 25 | 40 | 0 | 19 |
| 110 | 70 | 8   | 8   | 8    | 10,93 | 13,93 | 171,54 | 3,51 | 54,64  | 1,98 | 32,31 | 1,52 | 0,400 | 1,64 | 3,61 | 60 | 0 | 25 | 40 | 0 | 19 |
| 125 | 80 | 7   | 11  | 3,7  | 11,04 | 14,06 | 226,53 | 4,01 | 73,73  | 2,29 | 43,40 | 1,76 | 0,407 | 1,80 | 4,01 | 70 | 0 | 25 | 45 | 0 | 21 |
| 125 | 80 | 8   | 8   | 8    | 12,53 | 15,96 | 255,62 | 4,00 | 82,95  | 2,28 | 48,82 | 1,75 | 0,406 | 1,84 | 4,05 | 70 | 0 | 25 | 45 | 0 | 21 |
| 125 | 80 | 10  | 8   | 8    | 15,47 | 19,70 | 311,61 | 3,98 | 100,47 | 2,26 | 59,33 | 1,74 | 0,404 | 1,92 | 4,14 | 70 | 0 | 25 | 45 | 0 | 21 |
| 125 | 80 | 12  | 8   | 8    | 18,34 | 23,36 | 364,79 | 3,95 | 116,84 | 2,24 | 69,47 | 1,72 | 0,400 | 2,00 | 4,22 | 70 | 0 | 25 | 45 | 0 | 21 |

Продолжение табл. IX.2

| В   | мм |    |    | r   | R     | r     | Масса I и угло-<br>ка. кг | Площадь попе-<br>речного сече-<br>ния, см <sup>2</sup> | Справочные величины для осей |                   |                   |                   | z <sub>0</sub> | Полка b           |                   |                   |                   |                   |                   |                |                |
|-----|----|----|----|-----|-------|-------|---------------------------|--|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|----------------|----------------|
|     | b  | t  | s  |     |       |       |                           |  | l                            | l <sub>1</sub> см | l <sub>2</sub> см | l <sub>3</sub> см |                | l <sub>4</sub> см | l <sub>5</sub> см | l <sub>6</sub> см | l <sub>7</sub> см | l <sub>8</sub> см | l <sub>9</sub> см | a <sub>1</sub> | a <sub>2</sub> |
| 140 | 90 | 8  | 12 | 4   | 14,13 | 18,00 | 363,68                    | 4,49   | 119,79                       | 2,58              | 70,27             | 1,98              | 0,411          | 2,03              | 4,49              | 55                | 55                | 19                | 50                | 0              | 23             |
|     |    | 10 |    |     | 17,46 | 22,24 | 444,45                    | 4,47   | 145,54                       | 2,56              | 85,51             | 1,96              | 0,409          | 2,12              | 4,58              | 55                | 55                | 19                | 50                | 0              | 23             |
|     |    | 9  | 13 | 4,3 | 17,96 | 22,87 | 605,97                    | 5,15   | 186,03                       | 2,85              | 110,40            | 2,20              | 0,391          | 2,24              | 5,19              | 60                | 65                | 21                | 55                | 0              | 23             |
|     |    | 10 |    |     | 19,85 | 25,28 | 666,59                    | 5,13   | 204,09                       | 2,84              | 121,16            | 2,19              | 0,390          | 2,28              | 5,23              | 60                | 65                | 21                | 55                | 0              | 23             |
|     |    | 12 |    |     | 23,58 | 30,04 | 784,22                    | 5,11   | 238,75                       | 2,82              | 142,14            | 2,18              | 0,388          | 2,36              | 5,32              | 60                | 65                | 21                | 55                | 0              | 23             |
|     |    | 14 |    |     | 27,26 | 34,72 | 897,19                    | 5,08   | 271,60                       | 2,80              | 162,49            | 2,16              | 0,385          | 2,43              | 5,40              | 60                | 65                | 21                | 55                | 0              | 23             |
|     |    | 10 | 14 | 4,7 | 22,24 | 28,33 | 952,28                    | 5,80   | 276,37                       | 3,12              | 165,44            | 2,42              | 0,375          | 2,44              | 5,88              | 65                | 80                | 25                | 60                | 0              | 25             |
|     |    | 12 |    |     | 26,44 | 33,69 | 1122,56                   | 5,77   | 324,09                       | 3,10              | 194,28            | 2,40              | 0,374          | 2,52              | 5,97              | 65                | 80                | 25                | 60                | 0              | 25             |
|     |    | 11 | 14 | 4,7 | 27,37 | 34,87 | 1449,02                   | 6,45   | 446,36                       | 3,58              | 263,84            | 2,75              | 0,392          | 2,79              | 6,50              | 80                | 80                | 25                | 70                | 0              | 25             |
|     |    | 12 |    |     | 29,74 | 37,89 | 1568,19                   | 6,43   | 481,93                       | 3,57              | 285,04            | 2,74              | 0,392          | 2,83              | 6,54              | 80                | 80                | 25                | 70                | 0              | 25             |
|     |    | 14 |    |     | 34,43 | 43,87 | 1800,83                   | 6,41   | 550,77                       | 3,54              | 326,54            | 2,73              | 0,390          | 2,91              | 6,62              | 80                | 80                | 25                | 70                | 0              | 25             |
|     |    | 16 |    |     | 39,07 | 49,77 | 2026,08                   | 6,38   | 616,66                       | 3,52              | 366,99            | 2,72              | 0,388          | 2,99              | 6,71              | 80                | 80                | 25                | 70                | 0              | 25             |

Примечания: 1. Размеры в скобках даны для отверстий, расположенных в шахматном порядке. 2. Значения моментов сопротивления даны в ГОСТе. 3. В ГОСТе приводятся также сортамент и характеристики угонков 30 X 20 X 3 (4), 40 X 30 X 4 (5), 65 X 30 X 5 (6, 7, 8), 75 X 50 X 7, 80 X 60 X 6 (7, 8), 100 X 65 X 7 (8, 10), изготовленные которых производится по согласованию с потребителем.

Таблица IX.3. Сталь горячекатаная, швеллеры по ГОСТ 8240-72\*  
Пример обозначения: [20]ГОСТ 8240-72\*

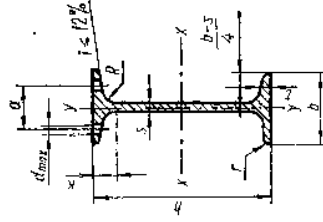


| № швеллера | мм  |    |     |     |     | r   | R    | t     | s    | l    | x    | y    | z     | z <sub>0</sub> | Масса I и кг | Площадь сече-<br>ния, см <sup>2</sup> | Справочные величины для осей |                   |                   |                   |                   |                   |
|------------|-----|----|-----|-----|-----|-----|------|-------|------|------|------|------|-------|----------------|--------------|---------------------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
|            | h   | b  | t   | s   | l   |     |      |       |      |      |      |      |       |                |              |                                       | l <sub>1</sub> см            | l <sub>2</sub> см | l <sub>3</sub> см | l <sub>4</sub> см | l <sub>5</sub> см | l <sub>6</sub> см |
| 5          | 50  | 32 | 4,4 | 7   | 6   | 2,5 | 4,84 | 6,16  | 22,8 | 9,1  | 1,92 | 5,59 | 5,61  | 2,75           | 0,954        | 1,16                                  | 14                           | 20                | 9                 |                   |                   |                   |
| 6,5        | 65  | 36 | 4,4 | 7,2 | 6   | 2,5 | 5,90 | 7,51  | 48,6 | 15,1 | 2,54 | 9    | 8,70  | 3,68           | 1,08         | 1,24                                  | 14                           | 20                | 11                |                   |                   |                   |
| 8          | 80  | 40 | 4,5 | 7,4 | 6,5 | 2,5 | 7,05 | 8,98  | 89,4 | 22,4 | 3,16 | 13,3 | 12,8  | 4,75           | 1,19         | 1,31                                  | 15                           | 25                | 11                |                   |                   |                   |
| 10         | 100 | 46 | 4,5 | 7,6 | 7   | 3   | 8,59 | 10,90 | 174  | 34,8 | 3,99 | 20,4 | 20,40 | 6,46           | 1,37         | 1,44                                  | 16                           | 30                | 13                |                   |                   |                   |
| 12         | 120 | 52 | 4,8 | 7,8 | 7,5 | 3   | 10,4 | 13,30 | 304  | 50,6 | 4,78 | 29,6 | 31,2  | 8,52           | 1,53         | 1,54                                  | 17                           | 30                | 17                |                   |                   |                   |
| 14         | 140 | 58 | 4,9 | 8,1 | 8   | 3   | 12,3 | 15,60 | 491  | 70,2 | 5,60 | 40,8 | 45,4  | 11,0           | 1,70         | 1,67                                  | 18                           | 35                | 17                |                   |                   |                   |
| 14a        | 140 | 62 | 4,9 | 8,7 | 8   | 3   | 13,3 | 17    | 545  | 77,8 | 5,56 | 45,1 | 57,5  | 13,3           | 1,84         | 1,87                                  | 19                           | 35                | 17                |                   |                   |                   |
| 16         | 160 | 64 | 5   | 8,4 | 8,5 | 3,5 | 14,2 | 18,10 | 747  | 93,4 | 6,42 | 54,1 | 63,3  | 13,8           | 1,87         | 1,80                                  | 19                           | 40                | 19                |                   |                   |                   |
| 16a        | 160 | 68 | 5   | 9   | 8,5 | 3,5 | 15,3 | 19,50 | 823  | 103  | 7,24 | 59,4 | 78,3  | 16,4           | 2,04         | 2                                     | 20                           | 40                | 19                |                   |                   |                   |
| 18         | 180 | 70 | 5,1 | 8,7 | 9   | 3,5 | 16,3 | 20,7  | 1090 | 121  | 7,32 | 69,8 | 86    | 17             | 2,04         | 1,94                                  | 20                           | 40                | 21                |                   |                   |                   |
| 18a        | 180 | 74 | 5,1 | 9,3 | 9   | 3,5 | 17,4 | 22,2  | 1190 | 132  | 7,32 | 76,1 | 105   | 20             | 2,18         | 2,07                                  | 21                           | 45                | 21                |                   |                   |                   |
| 20         | 200 | 76 | 5,2 | 9   | 9,5 | 4   | 18,4 | 23,4  | 1520 | 152  | 8,07 | 87,8 | 113   | 20,5           | 2,20         | 2,13                                  | 21                           | 45                | 23                |                   |                   |                   |
| 20a        | 200 | 80 | 5,2 | 9,7 | 9,5 | 4   | 19,8 | 25,2  | 1670 | 167  | 8,15 | 95,9 | 139   | 24,2           | 2,35         | 2,28                                  | 22                           | 50                | 23                |                   |                   |                   |

Швеллеры с уклоном внутренних граней полок

| № профиля                                     | мм  |     |     |      | r    | R   | r    | Масса 1 м, кг | Площадь сечения, см <sup>2</sup> | Справочные величины для осей     |                                  |                                  |                                  |                |                                  | δ, мм |                                  |    |    |
|---|-----|-----|-----|------|------|-----|------|---------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------|----------------------------------|-------|----------------------------------|----|----|
|   | b   | b   | s   | t    |      |     |      |               |                                  | x-x                              |                                  | y-y                              |                                  | z <sub>0</sub> |                                  |       |                                  |    |    |
|   |     |     |     |      |      |     |      |               |                                  | I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup> | I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup> | I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup> | I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup> |                | J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup> |       | J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup> |    |    |
| 22  | 220 | 82  | 5,4 | 9,5  | 10   | 4   | 21   | 36,7          | 2110                             | 192                              | 8,89                             | 110                              | 151                              | 25,1           | 2,37                             | 2,21  | 22,5                             | 50 | 23 |
| 22а   | 220 | 87  | 5,4 | 10,2 | 10   | 4   | 22,6 | 28,8          | 2300                             | 212                              | 8,99                             | 121                              | 187                              | 30             | 2,55                             | 2,46  | 23,5                             | 50 | 25 |
| 24  | 240 | 90  | 5,6 | 10,0 | 10,5 | 4   | 24   | 30,6          | 2900                             | 242                              | 9,73                             | 139                              | 208                              | 31,6           | 2,60                             | 2,42  | 24,5                             | 50 | 25 |
| 24а   | 240 | 95  | 5,6 | 10,7 | 10,5 | 4   | 25,8 | 32,9          | 3180                             | 265                              | 9,84                             | 151                              | 254                              | 37,2           | 2,78                             | 2,67  | 25                               | 60 | 25 |
| 27  | 270 | 95  | 6   | 10,5 | 11   | 4,5 | 27,7 | 35,2          | 4160                             | 308                              | 10,90                            | 178                              | 262                              | 37,3           | 2,73                             | 2,47  | 25                               | 60 | 25 |
| 30  | 300 | 100 | 6,5 | 11   | 12   | 5   | 31,8 | 40,5          | 5810                             | 387                              | 12,00                            | 224                              | 327                              | 43,6           | 2,84                             | 2,52  | 26,5                             | 60 | 25 |
| 40  | 400 | 115 | 8   | 13,5 | 15,0 | 6   | 48,3 | 61,5          | 15220                            | 761                              | 15,70                            | 444                              | 642                              | 73,4           | 3,23                             | 2,75  | 32,5                             | 70 | 25 |
| <i>Швеллеры с параллельными гранями полок</i> |     |     |     |      |      |     |      |               |                                  |                                  |                                  |                                  |                                  |                |                                  |       |                                  |    |    |
| БП  | 50  | 32  | 4,4 | 7,0  | 6    | 3,5 | 4,84 | 6,16          | 22,8                             | 9,14                             | 1,92                             | 5,61                             | 5,95                             | 2,99           | 0,983                            | 1,21  | 14                               | 20 | 9  |
| 6,5П  | 65  | 36  | 4,4 | 7,2  | 6    | 3,5 | 5,90 | 7,51          | 48,8                             | 15,0                             | 2,55                             | 9,02                             | 9,35                             | 4,06           | 1,120                            | 1,29  | 14                               | 20 | 11 |
| 8П  | 80  | 40  | 4,5 | 7,4  | 6,5  | 3,5 | 7,05 | 8,98          | 89,8                             | 22,5                             | 3,16                             | 13,3                             | 13,9                             | 5,31           | 1,24                             | 1,38  | 15                               | 25 | 11 |
| 10П   | 100 | 46  | 4,5 | 7,6  | 7    | 4   | 8,59 | 10,9          | 175                              | 34,9                             | 3,99                             | 20,5                             | 22,6                             | 7,37           | 1,44                             | 1,53  | 16                               | 30 | 13 |
| 12П   | 120 | 52  | 4,8 | 7,8  | 7,5  | 4,5 | 10,4 | 13,3          | 305                              | 50,8                             | 4,79                             | 29,7                             | 34,9                             | 9,84           | 1,62                             | 1,66  | 17                               | 30 | 17 |
| 14П   | 140 | 58  | 4,9 | 8,1  | 8    | 4,5 | 12,3 | 15,6          | 493                              | 70,4                             | 5,61                             | 40,8                             | 51,5                             | 12,9           | 1,81                             | 1,82  | 18                               | 35 | 17 |
| 14аП  | 140 | 62  | 4,9 | 8,7  | 8    | 4,5 | 13,3 | 17            | 547                              | 78,2                             | 5,68                             | 45,2                             | 65,2                             | 15,7           | 1,96                             | 2,04  | 19                               | 35 | 17 |
| 16П   | 160 | 64  | 5   | 8,4  | 8,5  | 5   | 14,2 | 18,1          | 750                              | 93,8                             | 6,44                             | 54,3                             | 72,8                             | 16,4           | 2                                | 1,97  | 19                               | 40 | 19 |
| 16аП  | 160 | 68  | 5   | 9,0  | 8,5  | 5   | 15,3 | 19,5          | 827                              | 103,0                            | 6,51                             | 59,5                             | 90,5                             | 19,6           | 2,15                             | 2,19  | 20                               | 40 | 19 |
| 18П   | 180 | 70  | 5,1 | 8,7  | 9    | 5   | 16,3 | 20,7          | 1090                             | 121,0                            | 7,26                             | 70                               | 100,0                            | 20,6           | 2,20                             | 2,14  | 20                               | 40 | 21 |
| 18аП  | 180 | 74  | 5,1 | 9,3  | 9    | 5   | 17,4 | 22,2          | 1200                             | 133,0                            | 7,34                             | 76,3                             | 123                              | 24,3           | 2,35                             | 2,36  | 21                               | 45 | 21 |
| 20П   | 200 | 76  | 5,2 | 9,0  | 9,5  | 5,5 | 18,4 | 23,4          | 1530                             | 153,0                            | 8,08                             | 88                               | 134                              | 25,2           | 2,39                             | 2,53  | 22                               | 50 | 23 |
| 20аП  | 200 | 80  | 5,2 | 9,7  | 9,5  | 5,5 | 19,8 | 25,2          | 1680                             | 168,0                            | 8,17                             | 96,2                             | 162                              | 29,7           | 2,54                             | 2,39  | 22                               | 50 | 23 |
| 22П   | 220 | 82  | 5,4 | 9,5  | 10   | 6   | 21   | 26,7          | 2120                             | 193,0                            | 8,90                             | 111                              | 178                              | 31             | 2,58                             | 2,47  | 22,5                             | 50 | 23 |
| 22аП  | 220 | 87  | 5,4 | 10,2 | 10   | 6   | 22,6 | 28,8          | 2340                             | 212,0                            | 9,01                             | 121                              | 220                              | 37             | 2,77                             | 2,75  | 23,5                             | 50 | 25 |
| 24П   | 240 | 90  | 5,6 | 10,0 | 10,5 | 6   | 24   | 30,6          | 2910                             | 243,0                            | 9,75                             | 139                              | 248                              | 39,5           | 2,85                             | 2,72  | 24                               | 50 | 25 |
| 24аП  | 240 | 95  | 5,6 | 10,7 | 10,5 | 6   | 25,8 | 32,9          | 3200                             | 266,0                            | 9,86                             | 152                              | 302                              | 46,5           | 3,03                             | 3,01  | 25                               | 60 | 25 |
| 27П   | 270 | 95  | 6   | 10,5 | 11   | 6,5 | 27,7 | 35,2          | 4180                             | 310,0                            | 10,90                            | 178                              | 314                              | 46,7           | 2,99                             | 2,78  | 25                               | 60 | 25 |
| 30П   | 300 | 100 | 6,5 | 11,0 | 12   | 7   | 31,8 | 40,5          | 5830                             | 389,0                            | 12,09                            | 224                              | 363                              | 54,8           | 3,12                             | 2,83  | 26,5                             | 60 | 25 |
| 40П   | 400 | 115 | 8   | 13,5 | 15   | 9   | 48,3 | 61,5          | 15260                            | 763                              | 15,8                             | 445                              | 760                              | 88,9           | 3,51                             | 3,05  | 32,5                             | 70 | 25 |

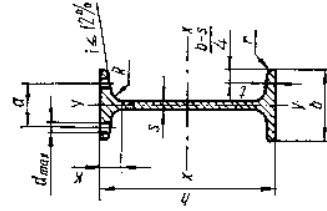
Таблица IX.4. Сталь горячекатаная, балки двутавровые по ГОСТ 8239—72\*  
Пример обозначение: I 30/ГОСТ 8239—72\*



| Номер балки | мм  |     |     |     |     |     |                                  |                                  |                                  |                                  | Масса 1 м, кг | Площадь сече-ния, см <sup>2</sup> | Справочные величины для осей |       |      |       |    |    | δ, мм |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------|-----------------------------------|------------------------------|-------|------|-------|----|----|-------|
|             | h   | b   | s   | t   | R   | r   | x-x                              |                                  | y-y                              |                                  |               |                                   | z <sub>0</sub>               |       |      |       |    |    |       |
|             |     |     |     |     |     |     | I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup> | I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup> | J <sub>x</sub> , см <sup>4</sup> | J <sub>y</sub> , см <sup>4</sup> |               |                                   |                              |       |      |       |    |    |       |
| 10          | 100 | 55  | 4,5 | 7,2 | 7   | 2,5 | 9,48                             | 12                               | 198                              | 39,7                             | 4,06          | 23,0                              | 17,9                         | 6,49  | 1,22 | 1,5   | 32 | 9  |       |
| 12          | 120 | 64  | 4,8 | 7,3 | 7,5 | 3   | 11,5                             | 14,7                             | 350                              | 58,4                             | 4,88          | 33,7                              | 27,9                         | 8,72  | 1,38 | 1,6   | 36 | 11 |       |
| 14          | 140 | 73  | 4,9 | 7,5 | 8,0 | 3   | 13,7                             | 17,4                             | 572                              | 61,7                             | 5,73          | 46,8                              | 41,9                         | 11,50 | 1,55 | 1,6,5 | 40 | 11 |       |
| 16          | 160 | 81  | 5   | 7,8 | 6,5 | 3,5 | 15,9                             | 20,2                             | 873                              | 109                              | 6,57          | 62,3                              | 58,6                         | 14,50 | 1,70 | 1,7,5 | 45 | 13 |       |
| 18          | 180 | 90  | 5,1 | 8,1 | 9   | 3,5 | 18,4                             | 23,4                             | 1290                             | 143                              | 7,42          | 81,4                              | 82,6                         | 18,40 | 1,88 | 1,8,5 | 50 | 15 |       |
| 18а         | 180 | 100 | 5,1 | 8,3 | 9   | 3,5 | 19,9                             | 25,4                             | 1430                             | 159                              | 7,51          | 89,8                              | 114                          | 22,80 | 2,12 | 1,9   | 55 | 17 |       |
| 20          | 200 | 100 | 5,2 | 8,4 | 9,5 | 4   | 21                               | 26,8                             | 1840                             | 184                              | 8,28          | 104                               | 115                          | 23,10 | 2,07 | 1,9,5 | 55 | 17 |       |

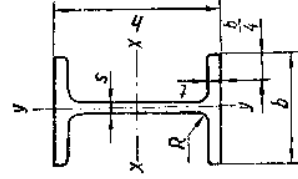
| Номер балки | мм  |     |     |      | Масса 1 м. кг | Площадь сече-<br>ния, см <sup>2</sup> | Справочные величины для осей |                                   |                                   |                      |                                   |                                   | d <sub>max</sub><br>мм |                      |      |      |     |    |
|-------------|-----|-----|-----|------|---------------|---------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------|------|------|-----|----|
|             | h   | b   | s   | r    |               |                                       | R                            | x-x                               |                                   |                      | y-y                               |                                   |                        |                      |      |      |     |    |
|             |     |     |     |      |               |                                       |                              | I <sub>x</sub><br>см <sup>4</sup> | W <sub>x</sub><br>см <sup>3</sup> | z <sub>x</sub><br>см | I <sub>y</sub><br>см <sup>4</sup> | W <sub>y</sub><br>см <sup>3</sup> |                        | z <sub>y</sub><br>см |      |      |     |    |
| 20a         | 200 | 110 | 5,2 | 8,6  | 9,5           | 4                                     | 22,7                         | 28,9                              | 2030                              | 203                  | 8,37                              | 114                               | 155                    | 28,20                | 2,32 | 20   | 60  | 19 |
| 22          | 220 | 110 | 5,4 | 8,7  | 10            | 4                                     | 24                           | 30,6                              | 2550                              | 232                  | 9,13                              | 131                               | 157                    | 28,60                | 2,27 | 21   | 60  | 19 |
| 22a         | 220 | 120 | 5,4 | 8,9  | 10            | 4                                     | 25,8                         | 32,8                              | 2790                              | 254                  | 9,22                              | 143                               | 206                    | 34,30                | 2,50 | 21   | 65  | 21 |
| 24          | 240 | 115 | 5,6 | 9,5  | 10,5          | 4                                     | 27,3                         | 34,8                              | 3460                              | 289                  | 9,97                              | 163                               | 198                    | 34,50                | 2,37 | 22   | 60  | 19 |
| 24a         | 240 | 125 | 5,6 | 9,8  | 10,5          | 4                                     | 29,4                         | 37,5                              | 3800                              | 317                  | 10,10                             | 178                               | 260                    | 41,60                | 2,63 | 22,5 | 70  | 21 |
| 27          | 270 | 125 | 6   | 9,8  | 11            | 4,5                                   | 31,5                         | 40,2                              | 5010                              | 371                  | 11,20                             | 210                               | 260                    | 41,50                | 2,54 | 23   | 70  | 21 |
| 27a         | 270 | 135 | 6   | 10,2 | 11            | 4,5                                   | 33,9                         | 43,2                              | 5500                              | 407                  | 11,30                             | 229                               | 337                    | 50                   | 2,80 | 24   | 70  | 23 |
| 30          | 300 | 135 | 6,5 | 10,2 | 12            | 5                                     | 36,5                         | 46,5                              | 7080                              | 472                  | 12,30                             | 268                               | 337                    | 49,90                | 2,69 | 24,5 | 70  | 23 |
| 30a         | 300 | 145 | 6,5 | 10,7 | 12            | 5                                     | 39,2                         | 39,2                              | 7780                              | 518                  | 12,50                             | 292                               | 436                    | 60,10                | 2,95 | 26   | 80  | 23 |
| 33          | 330 | 140 | 7   | 11,2 | 13            | 5                                     | 42,2                         | 53,8                              | 9840                              | 597                  | 13,50                             | 339                               | 419                    | 59,90                | 2,79 | 26,5 | 80  | 23 |
| 36          | 360 | 145 | 7,5 | 12,3 | 14            | 6                                     | 48,6                         | 61,9                              | 13380                             | 743                  | 14,70                             | 423                               | 516                    | 71,10                | 2,89 | 29   | 80  | 23 |
| 40          | 400 | 155 | 8,3 | 13   | 15            | 6                                     | 57                           | 72,6                              | 19062                             | 953                  | 16,20                             | 545                               | 667                    | 86,10                | 3,03 | 30,5 | 80  | 23 |
| 45          | 450 | 160 | 9   | 14,2 | 16            | 7                                     | 66,5                         | 84,7                              | 27696                             | 1231                 | 18,10                             | 708                               | 808                    | 101                  | 3,09 | 33   | 90  | 23 |
| 50          | 500 | 170 | 10  | 15,2 | 17            | 7                                     | 78,5                         | 100                               | 39727                             | 1589                 | 19,90                             | 919                               | 1043                   | 123                  | 3,23 | 35   | 100 | 25 |
| 55          | 550 | 180 | 11  | 16,5 | 18            | 7                                     | 92,6                         | 118                               | 55962                             | 2035                 | 21,80                             | 1181                              | 1356                   | 151                  | 3,39 | 37,5 | 100 | 25 |
| 60          | 600 | 190 | 12  | 17,8 | 20            | 8                                     | 108                          | 138                               | 76806                             | 2560                 | 23,60                             | 1491                              | 1725                   | 182                  | 3,54 | 41   | 110 | 25 |

Таблица IX.5. Балки двуглавые для подвесных путей по ГОСТ 19425—74\*  
Пример обозначения: I 24М/ГОСТ 19425—74\*



| № профиля | Расмеры, мм |     |      |    | Масса 1 м. кг | Площадь сече-<br>ния, см <sup>2</sup> | Справочные величины относительно осей |                                   |                                   |                      |                                   |                                   | d <sub>max</sub><br>мм |                      |      |      |    |    |
|-----------|-------------|-----|------|----|---------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------|------|------|----|----|
|           | h           | b   | s    | r  |               |                                       | R                                     | x-x                               |                                   |                      | y-y                               |                                   |                        |                      |      |      |    |    |
|           |             |     |      |    |               |                                       |                                       | I <sub>x</sub><br>см <sup>4</sup> | W <sub>x</sub><br>см <sup>3</sup> | z <sub>x</sub><br>см | I <sub>y</sub><br>см <sup>4</sup> | W <sub>y</sub><br>см <sup>3</sup> |                        | z <sub>y</sub><br>см |      |      |    |    |
| 18М       | 180         | 90  | 7    | 12 | 9             | 3,5                                   | 25,8                                  | 32,9                              | 1760                              | 196                  | 7,32                              | 113                               | 130                    | 28,9                 | 1,99 | 22,5 | 50 | 15 |
| 24М       | 240         | 110 | 8,2  | 14 | 10,5          | 4                                     | 38,3                                  | 48,7                              | 4640                              | 387                  | 9,75                              | 223                               | 276                    | 50,2                 | 2,38 | 26,5 | 60 | 19 |
| 30М       | 300         | 130 | 9    | 15 | 12            | 6                                     | 50,2                                  | 64                                | 9500                              | 633                  | 12,2                              | 364                               | 480                    | 73,9                 | 2,74 | 29   | 70 | 21 |
| 36М       | 360         | 130 | 9,5  | 16 | 14            | 6                                     | 67,9                                  | 73,8                              | 15340                             | 852                  | 14,4                              | 493                               | 518                    | 79,7                 | 2,65 | 32   | 70 | 21 |
| 45М       | 450         | 150 | 10,5 | 18 | 16            | 7                                     | 77,6                                  | 98,8                              | 31900                             | 1420                 | 18                                | 821                               | 892                    | 119                  | 3    | 36   | 80 | 23 |

Таблица IX.6. Двутавры стальные горячекатаные с параллельными гранями полок по ГОСТ 26020—83  
Пример обозначения: 1 40 К1ГОСТ 26020—83



| № профиля | Линейная плотность, кг/м | Размеры, мм |   |   |   |   | R | Площадь сечения, см <sup>2</sup> | Справочные величины для осей   |                                |                   |                                |                                |                   |
|-----------|--------------------------|-------------|---|---|---|---|---|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|-------------------|
|           |                          | h           | b | s | t | R |   |                                  | x-x                            |                                |                   | y-y                            |                                |                   |
|           |                          |             |   |   |   |   |   |                                  | I <sub>x</sub> см <sup>4</sup> | W <sub>x</sub> см <sup>3</sup> | i <sub>x</sub> см | I <sub>y</sub> см <sup>4</sup> | W <sub>y</sub> см <sup>3</sup> | i <sub>y</sub> см |

Нормальные двутавры

|      |      |       |     |     |     |       |      |       |       |       |       |      |      |
|------|------|-------|-----|-----|-----|-------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| 10Б1 | 8,1  | 100   | 55  | 4,1 | 5,7 | 10,32 | 171  | 34,2  | 19,7  | 4,07  | 16,9  | 5,8  | 1,24 |
| 12Б1 | 8,7  | 117,6 | 64  | 3,8 | 5,1 | 11,03 | 257  | 43,8  | 24,9  | 4,83  | 22,4  | 7    | 1,42 |
| 12Б2 | 10,4 | 120   | 64  | 4,4 | 6,3 | 13,21 | 318  | 53    | 30,4  | 4,90  | 27,7  | 8,6  | 1,45 |
| 14Б1 | 10,5 | 137,4 | 73  | 3,8 | 5,6 | 13,39 | 435  | 63,3  | 35,8  | 5,70  | 36,4  | 10   | 1,65 |
| 14Б2 | 12,9 | 140   | 73  | 4,7 | 6,9 | 16,43 | 541  | 77,3  | 44,2  | 5,74  | 44,9  | 12,3 | 1,65 |
| 16Б1 | 12,7 | 157   | 82  | 4   | 5,9 | 16,18 | 689  | 87,8  | 49,5  | 6,53  | 54,4  | 13,3 | 1,83 |
| 16Б2 | 15,8 | 160   | 82  | 5   | 7,4 | 20,09 | 869  | 108,7 | 61,9  | 6,58  | 66,3  | 16,6 | 1,84 |
| 18Б1 | 15,4 | 177   | 91  | 4,3 | 6,5 | 19,58 | 1063 | 120,1 | 67,7  | 7,37  | 81,9  | 18   | 2,04 |
| 18Б2 | 18,8 | 180   | 91  | 5,3 | 8   | 23,95 | 1317 | 146,3 | 83,2  | 7,41  | 100,8 | 22,2 | 2,05 |
| 20Б1 | 22,4 | 200   | 100 | 5,6 | 8,5 | 28,49 | 1943 | 194,3 | 110,3 | 8,26  | 142,3 | 28,5 | 2,23 |
| 23Б1 | 25,8 | 230   | 110 | 5,6 | 9   | 32,91 | 2996 | 260,5 | 147,2 | 9,54  | 200,3 | 36,4 | 2,47 |
| 26Б1 | 28   | 268   | 120 | 5,8 | 8,5 | 35,62 | 4024 | 312,0 | 176,6 | 10,63 | 245,6 | 40,9 | 2,63 |
| 26Б2 | 31,2 | 261   | 120 | 6   | 10  | 39,70 | 4654 | 356,6 | 201,5 | 10,83 | 288,8 | 48,1 | 2,70 |

|       |       |      |     |      |      |        |         |        |       |       |        |        |      |
|-------|-------|------|-----|------|------|--------|---------|--------|-------|-------|--------|--------|------|
| 30Б1  | 32,9  | 296  | 140 | 5,8  | 8,5  | 41,92  | 6328    | 427,0  | 240,0 | 12,29 | 390,0  | 55,7   | 3,05 |
| 30Б2  | 36,6  | 299  | 140 | 6,0  | 10   | 46,67  | 7293    | 487,8  | 273,8 | 12,50 | 458,6  | 65,5   | 3,13 |
| 35Б1  | 38,9  | 346  | 155 | 6,2  | 8,5  | 49,53  | 10 060  | 581,7  | 328,6 | 14,25 | 529,6  | 68,3   | 3,27 |
| 35Б2  | 43,3  | 349  | 155 | 6,5  | 10   | 55,17  | 11 550  | 662,2  | 373   | 14,47 | 622,9  | 80,4   | 3,36 |
| 40Б1  | 48,1  | 392  | 165 | 7    | 9,5  | 61,25  | 15 750  | 803,6  | 456   | 16,03 | 714,9  | 86,7   | 3,42 |
| 40Б2  | 54,7  | 396  | 165 | 7,5  | 11,5 | 69,72  | 18 530  | 935,7  | 529,7 | 16,30 | 865    | 104,8  | 3,52 |
| 45Б1  | 59,8  | 443  | 180 | 7,8  | 11   | 76,23  | 24 940  | 1125,8 | 639,5 | 18,09 | 1073,7 | 119,3  | 3,75 |
| 45Б2  | 67,5  | 447  | 180 | 8,4  | 13   | 85,96  | 28 870  | 1291,9 | 732,9 | 18,32 | 1269   | 141    | 3,84 |
| 50Б1  | 73    | 492  | 200 | 8,8  | 12   | 92,98  | 37 160  | 1511   | 860,4 | 19,99 | 1606   | 160,6  | 4,16 |
| 50Б2  | 80,7  | 496  | 200 | 9,2  | 14   | 102,80 | 42 390  | 1709   | 970,2 | 20,30 | 1873   | 187,3  | 4,27 |
| 55Б1  | 89    | 543  | 220 | 9,5  | 13,5 | 113,37 | 55 680  | 2051   | 1165  | 22,16 | 2404   | 218,6  | 4,61 |
| 55Б2  | 97    | 547  | 220 | 10   | 15,5 | 124,75 | 62 790  | 2296   | 1302  | 22,43 | 2760   | 250,9  | 4,70 |
| 60Б1  | 106,2 | 593  | 230 | 10,5 | 15,5 | 135,26 | 78 760  | 2656   | 1512  | 24,13 | 3154   | 274,3  | 4,83 |
| 60Б2  | 115,6 | 597  | 230 | 11   | 17,5 | 147,30 | 87 640  | 2936   | 1689  | 24,39 | 3561   | 309,6  | 4,92 |
| 70Б1  | 129,3 | 691  | 260 | 12   | 15,5 | 164,70 | 125 930 | 3645   | 2095  | 27,65 | 4556   | 350,5  | 5,26 |
| 70Б2  | 144,2 | 697  | 260 | 12,5 | 18,5 | 183,60 | 145 912 | 4187   | 2393  | 28,19 | 5437   | 418,3  | 5,44 |
| 80Б1  | 159,5 | 791  | 280 | 13,5 | 17   | 203,20 | 199 500 | 5044   | 2917  | 31,33 | 6244   | 446,0  | 5,54 |
| 80Б2  | 177,9 | 798  | 280 | 14   | 20,5 | 226,60 | 232 200 | 5820   | 3343  | 32,01 | 7527   | 537,6  | 5,76 |
| 90Б1  | 194   | 893  | 300 | 15   | 18,5 | 247,10 | 304 400 | 6817   | 3964  | 35,09 | 8365   | 557,6  | 5,82 |
| 90Б2  | 213,8 | 900  | 300 | 15,5 | 22   | 272,40 | 349 200 | 7760   | 4480  | 35,80 | 9943   | 662,8  | 6,04 |
| 100Б1 | 230,6 | 990  | 320 | 16   | 21   | 293,82 | 446 000 | 9011   | 5234  | 38,96 | 11 520 | 719,9  | 6,26 |
| 100Б2 | 258,2 | 998  | 320 | 17   | 25   | 328,90 | 516 400 | 10 350 | 5980  | 39,62 | 13 710 | 856,9  | 6,46 |
| 100Б3 | 285,7 | 1006 | 320 | 18   | 29   | 364    | 597 700 | 11 680 | 6736  | 40,18 | 15 900 | 993,9  | 6,61 |
| 100Б4 | 314,5 | 1013 | 320 | 19,5 | 32,5 | 400,60 | 656 400 | 12 940 | 7470  | 40,45 | 17 830 | 1114,3 | 6,67 |

Широкополочные двутавры

|      |      |     |     |     |    |       |        |     |     |       |      |       |      |
|------|------|-----|-----|-----|----|-------|--------|-----|-----|-------|------|-------|------|
| 20Ш1 | 30,6 | 196 | 193 | 6   | 9  | 38,95 | 2660   | 275 | 153 | 8,26  | 507  | 67,6  | 3,61 |
| 23Ш1 | 36,2 | 226 | 155 | 6,5 | 10 | 46,08 | 4260   | 377 | 210 | 9,62  | 622  | 80,2  | 3,67 |
| 26Ш1 | 42,7 | 251 | 180 | 7   | 10 | 54,37 | 6225   | 496 | 276 | 10,70 | 974  | 108,2 | 4,23 |
| 26Ш2 | 49,2 | 255 | 180 | 7,5 | 12 | 62,73 | 7429   | 583 | 325 | 10,88 | 1168 | 129,8 | 4,31 |
| 30Ш1 | 53,6 | 291 | 200 | 8   | 11 | 68,31 | 10 400 | 715 | 398 | 12,34 | 1470 | 147   | 4,64 |
| 30Ш2 | 61   | 295 | 200 | 8,5 | 13 | 77,65 | 12 200 | 827 | 462 | 12,53 | 1737 | 173,7 | 4,73 |

| № профиля | Ширина плоти-ности, кг/м | Размеры, мм |     |      |      | R      | Площадь сече-ния, см <sup>2</sup> | Справочные величины для осей |                |                |                |                |                |
|-----------|--------------------------|-------------|-----|------|------|--------|-----------------------------------|------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|           |                          | a           | b   | s    | t    |        |                                   | x-x                          |                | y-y            |                | I <sub>x</sub> | I <sub>y</sub> |
|           |                          |             |     |      |      |        |                                   | W <sub>x</sub>               | W <sub>y</sub> | W <sub>x</sub> | W <sub>y</sub> |                |                |
| 30Ш3      | 68,3                     | 299         | 200 | 9    | 15   | 87     | 14 040                            | 939                          | 526            | 12,70          | 2004           | 200,4          | 4,80           |
| 35Ш1      | 75,1                     | 338         | 250 | 9,5  | 12,5 | 95,67  | 19 790                            | 1171                         | 651            | 14,38          | 3260           | 261            | 5,84           |
| 35Ш2      | 82,2                     | 341         | 250 | 10,0 | 14   | 104,74 | 22 070                            | 1295                         | 721            | 14,52          | 3650           | 292            | 5,90           |
| 35Ш3      | 91,30                    | 345         | 250 | 10,5 | 16   | 116,30 | 25 140                            | 1458                         | 813            | 14,70          | 4170           | 334            | 5,99           |
| 40Ш1      | 96,1                     | 388         | 300 | 9,5  | 14   | 122,40 | 34 360                            | 1771                         | 976            | 16,76          | 6306           | 420            | 7,18           |
| 40Ш2      | 111,1                    | 392         | 300 | 11,5 | 16   | 141,60 | 39 700                            | 2025                         | 1125           | 16,75          | 7209           | 481            | 7,14           |
| 40Ш3      | 123,4                    | 396         | 300 | 12,5 | 18   | 157,20 | 44 740                            | 2260                         | 1259           | 16,87          | 8111           | 541            | 7,18           |
| 50Ш1      | 114,4                    | 484         | 300 | 11   | 15   | 145,70 | 60 930                            | 2518                         | 1403           | 20,45          | 6762           | 451            | 6,81           |
| 50Ш2      | 138,7                    | 489         | 300 | 14,5 | 17,5 | 176,60 | 72 530                            | 2967                         | 1676           | 20,26          | 7900           | 526            | 6,69           |
| 50Ш3      | 156,4                    | 495         | 300 | 15,5 | 20,5 | 199,20 | 84 200                            | 3402                         | 1923           | 20,56          | 9250           | 617            | 6,81           |
| 50Ш4      | 174,1                    | 501         | 300 | 16,5 | 23,5 | 221,70 | 96 150                            | 3838                         | 2173           | 20,82          | 10 500         | 707            | 6,92           |
| 60Ш1      | 142,1                    | 580         | 320 | 12   | 17   | 181,10 | 107 300                           | 3701                         | 2068           | 24,35          | 9302           | 581            | 7,17           |
| 60Ш2      | 176,9                    | 587         | 320 | 16   | 20,5 | 225,30 | 131 800                           | 4490                         | 2544           | 24,19          | 11 230         | 702            | 7,06           |
| 60Ш3      | 205,5                    | 595         | 320 | 18   | 24,5 | 251,80 | 156 900                           | 5273                         | 2997           | 24,48          | 13 420         | 839            | 7,15           |
| 60Ш4      | 234,2                    | 603         | 320 | 20   | 28,5 | 298,34 | 182 500                           | 6055                         | 3455           | 24,73          | 15 620         | 976            | 7,23           |
| 70Ш1      | 169,9                    | 683         | 320 | 13,5 | 19   | 216,40 | 172 000                           | 5036                         | 2843           | 28,19          | 10 400         | 650            | 6,93           |
| 70Ш2      | 197,6                    | 691         | 320 | 15   | 23   | 251,70 | 205 500                           | 5949                         | 3360           | 28,58          | 12 590         | 787            | 7,07           |
| 70Ш3      | 235,4                    | 700         | 320 | 18   | 27,5 | 299,80 | 247 100                           | 7059                         | 4017           | 28,72          | 15 070         | 942            | 7,09           |
| 70Ш4      | 268,1                    | 708         | 320 | 20,5 | 31,5 | 341,60 | 284 400                           | 8033                         | 4598           | 28,85          | 17 270         | 1079           | 7,11           |
| 70Ш5      | 305,9                    | 718         | 320 | 23   | 36,5 | 389,70 | 330 600                           | 9210                         | 5298           | 29,13          | 20 020         | 1251           | 7,17           |
| 20K1      | 41,5                     | 195         | 200 | 6,5  | 10   | 52,82  | 3820                              | 392                          | 216            | 8,50           | 1334           | 133            | 5,03           |
| 20K2      | 46,9                     | 198         | 200 | 7    | 11,5 | 59,70  | 4422                              | 447                          | 247            | 8,61           | 1534           | 153            | 5,07           |

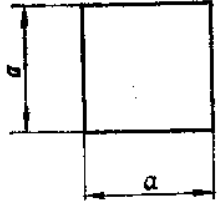
Колонные двутавры

|      |       |     |     |      |      |        |         |      |      |       |        |      |       |
|------|-------|-----|-----|------|------|--------|---------|------|------|-------|--------|------|-------|
| 23K1 | 52,2  | 227 | 240 | 7    | 10,5 | 66,51  | 6589    | 580  | 318  | 9,95  | 2421   | 202  | 6,03  |
| 23K2 | 59,5  | 230 | 240 | 8    | 12   | 75,77  | 7601    | 601  | 365  | 10,02 | 2766   | 231  | 6,01  |
| 26K1 | 65,2  | 255 | 260 | 8    | 12   | 83,08  | 10 300  | 809  | 445  | 11,14 | 3517   | 271  | 6,51  |
| 26K2 | 73,2  | 258 | 260 | 9    | 13,5 | 93,19  | 11 700  | 907  | 501  | 11,21 | 3957   | 304  | 6,52  |
| 26K3 | 83,1  | 262 | 260 | 10   | 15,5 | 105,90 | 13 560  | 1035 | 576  | 11,32 | 4544   | 349  | 6,55  |
| 30K1 | 84,8  | 296 | 300 | 9    | 13,5 | 108    | 18 110  | 1223 | 672  | 12,95 | 6079   | 405  | 7,50  |
| 30K2 | 96,3  | 300 | 300 | 10   | 15,5 | 122,70 | 20 930  | 1395 | 771  | 13,06 | 6980   | 465  | 7,54  |
| 30K3 | 108,9 | 304 | 300 | 11,5 | 17,5 | 138,72 | 23 910  | 1573 | 874  | 13,12 | 7881   | 525  | 7,54  |
| 35K1 | 109,7 | 343 | 350 | 10   | 15   | 139,70 | 31 610  | 1843 | 1010 | 15,04 | 10 720 | 613  | 8,76  |
| 35K2 | 125,9 | 348 | 350 | 11   | 17,5 | 160,40 | 37 090  | 2132 | 1173 | 15,21 | 12 510 | 715  | 8,83  |
| 35K3 | 144,5 | 353 | 350 | 13   | 20   | 184,10 | 42 970  | 2435 | 1351 | 15,28 | 14 300 | 817  | 8,81  |
| 40K1 | 138,0 | 393 | 400 | 11   | 16,5 | 175,80 | 52 400  | 2664 | 1457 | 17,26 | 17 610 | 880  | 10    |
| 40K2 | 165,6 | 400 | 400 | 13   | 20   | 210,96 | 64 140  | 3207 | 1767 | 17,44 | 21 350 | 1067 | 10,06 |
| 40K3 | 202,3 | 409 | 400 | 16   | 24,5 | 257,80 | 80 040  | 3914 | 2180 | 17,62 | 26 150 | 1307 | 10,07 |
| 40K4 | 242,2 | 419 | 400 | 19   | 29,5 | 308,60 | 98 340  | 4694 | 2642 | 17,85 | 31 500 | 1575 | 10,10 |
| 40K5 | 291,2 | 431 | 400 | 23   | 35,5 | 371,00 | 121 570 | 5642 | 3217 | 18,10 | 37 910 | 1896 | 10,11 |

Двутавры дополнительной серии (Д)

|       |      |       |       |      |      |       |        |       |       |       |       |      |      |
|-------|------|-------|-------|------|------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| 24ДБ1 | 27,8 | 239   | 115   | 5,5  | 9,3  | 35,45 | 3535   | 295,8 | 166,6 | 9,99  | 236,8 | 41,2 | 2,58 |
| 27ДБ1 | 31,9 | 269   | 125   | 6    | 9,5  | 40,68 | 5068   | 376,8 | 212,7 | 11,16 | 310,5 | 49,7 | 2,76 |
| 35ДБ1 | 33,6 | 349   | 127   | 5,8  | 8,5  | 42,78 | 8540   | 489,4 | 279,4 | 14,13 | 291,5 | 45,9 | 2,61 |
| 36ДБ1 | 49,1 | 360   | 146   | 7,2  | 12,5 | 62,60 | 13 800 | 766,4 | 434,1 | 14,84 | 627,6 | 86,6 | 3,17 |
| 40ДБ1 | 39,7 | 399   | 139   | 6,2  | 9    | 50,58 | 13 050 | 654,2 | 374,5 | 16,06 | 404,4 | 58,2 | 2,83 |
| 45ДБ1 | 52,6 | 450   | 152   | 7,4  | 11   | 67,05 | 21 810 | 969,2 | 556,8 | 18,04 | 646,2 | 85,0 | 3,10 |
| 45ДБ2 | 65   | 450   | 180   | 7,6  | 13,3 | 82,8  | 28 840 | 1280  | 772   | 18,7  | 1300  | 144  | 3,96 |
| 30ДШ1 | 72,7 | 300,6 | 201,6 | 9,4  | 16   | 92,6  | 15 090 | 1000  | 563   | 12,8  | 2200  | 218  | 4,87 |
| 40ДШ1 | 124  | 397,6 | 302   | 11,5 | 18,7 | 159   | 46 330 | 2330  | 1230  | 17,1  | 8590  | 569  | 7,36 |
| 50ДШ1 | 155  | 497,2 | 303,8 | 14,2 | 21   | 198   | 86 010 | 3470  | 1950  | 20,8  | 9830  | 647  | 7,05 |

α к 100 Таблица IX.7. Сталь горячекатаная квадратная по ГОСТ 2591—88



Пример обозначения: кв. 80×80/ГОСТ 2591—88

| a, мм | Масса 1 м, кг | Площадь сечения, см <sup>2</sup> | a, мм | Масса 1 м, кг | Площадь сечения, см <sup>2</sup> |
|-------|---------------|----------------------------------|-------|---------------|----------------------------------|
| 6     | 0,283         | 0,36                             | 46    | 16,61         | 21,16                            |
| 7     | 0,385         | 0,49                             | 48    | 18,09         | 23,04                            |
| 8     | 0,502         | 0,64                             | 50    | 19,62         | 25                               |
| 9     | 0,636         | 0,81                             | 52    | 21,23         | 27,04                            |
| 10    | 0,785         | 1                                | 55    | 23,75         | 30,25                            |
| 11    | 0,95          | 1,21                             | 58    | 26,40         | 33,64                            |
| 12    | 1,13          | 1,44                             | 60    | 28,26         | 36                               |
| 13    | 1,33          | 1,69                             | 63    | 31,16         | 39,69                            |
| 14    | 1,54          | 1,96                             | 65    | 33,17         | 42,25                            |
| 15    | 1,77          | 2,25                             | 70    | 38,46         | 49                               |
| 16    | 2,01          | 2,56                             | 75    | 44,16         | 56,25                            |
| 17    | 2,27          | 2,89                             | 80    | 50,24         | 64                               |
| 18    | 2,54          | 3,24                             | 85    | 56,72         | 72,25                            |
| 19    | 2,82          | 3,61                             | 90    | 63,58         | 81                               |
| 20    | 3,14          | 4                                | 93    | 67,90         | 86,49                            |
| 21    | 3,46          | 4,41                             | 95    | 70,85         | 90,25                            |
| 22    | 3,80          | 4,84                             | 100   | 78,5          | 100                              |
| 23    | 4,15          | 5,29                             | 105   | 110,25        | 86,57                            |
| 24    | 4,52          | 5,76                             | 110   | 121           | 94,98                            |
| 25    | 4,91          | 6,25                             | 115   | 132,25        | 103,82                           |
| 26    | 5,30          | 6,76                             | 120   | 144           | 113,04                           |
| 27    | 5,72          | 7,29                             | 126   | 156,25        | 122,66                           |
| 28    | 6,15          | 7,84                             | 130   | 169           | 132,67                           |
| 29    | 6,60          | 8,41                             | 135   | 182,25        | 143,07                           |
| 30    | 7,06          | 9                                | 140   | 196           | 153,86                           |
| 32    | 8,04          | 10,24                            | 145   | 210,25        | 165,05                           |
| 34    | 9,07          | 11,56                            | 150   | 225           | 176,63                           |
| 35    | 9,62          | 12,25                            | 160   | 256           | 200,96                           |
| 36    | 10,17         | 12,96                            | 170   | 289           | 227                              |
| 38    | 11,24         | 14,14                            | 180   | 324           | 254                              |
| 40    | 12,56         | 16                               | 190   | 361           | 283                              |
| 42    | 13,85         | 17,64                            | 200   | 400           | 314                              |
| 45    | 15,90         | 20,16                            |       |               |                                  |

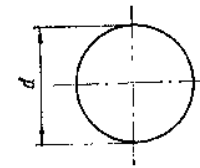


Таблица IX.8 Сталь горячекатаная круглая по ГОСТ 2590—88

Пример обозначения: кр. 20/ГОСТ 2590—88

| d, мм | Масса, кг | Площадь сечения, см <sup>2</sup> | d, мм | Масса, кг | Площадь сечения, см <sup>2</sup> |
|-------|-----------|----------------------------------|-------|-----------|----------------------------------|
| 5     | 0,154     | 0,1963                           | 45    | 12,48     | 15,90                            |
| 5,5   | 0,186     | 0,2376                           | 48    | 14,20     | 18,10                            |
| 6     | 0,222     | 0,2827                           | 50    | 15,42     | 19,64                            |
| 6,3   | 0,245     | 0,3117                           | 53    | 17,32     | 22,06                            |
| 6,5   | 0,260     | 0,3318                           | 56    | 19,33     | 24,64                            |
| 7     | 0,302     | 0,3848                           | 60    | 22,19     | 28,27                            |
| 8     | 0,395     | 0,5027                           | 63    | 24,47     | 31,17                            |
| 9     | 0,499     | 0,6362                           | 65    | 26,05     | 33,18                            |
| 10    | 0,616     | 0,7854                           | 70    | 30,21     | 38,48                            |
| 11    | 0,746     | 0,9503                           | 75    | 34,68     | 44,18                            |
| 12    | 0,888     | 1,131                            | 80    | 39,46     | 50,27                            |
| 13    | 1,04      | 1,327                            | 85    | 44,54     | 56,75                            |
| 14    | 1,21      | 1,539                            | 90    | 49,94     | 63,62                            |
| 15    | 1,39      | 1,767                            | 95    | 55,64     | 70,88                            |
| 16    | 1,58      | 2,011                            | 100   | 61,65     | 78,54                            |
| 17    | 1,78      | 2,270                            | 105   | 67,97     | 86,59                            |
| 18    | 2         | 2,545                            | 110   | 74,60     | 95,03                            |
| 19    | 2,23      | 2,835                            | 120   | 88,78     | 113,10                           |
| 20    | 2,47      | 3,142                            | 125   | 96,33     | 122,72                           |
| 21    | 2,72      | 3,464                            | 130   | 104,20    | 132,73                           |
| 22    | 2,98      | 3,801                            | 140   | 120,84    | 153,94                           |
| 24    | 3,55      | 4,524                            | 150   | 138,72    | 176,72                           |
| 25    | 3,85      | 4,909                            | 160   | 157,83    | 201,06                           |
| 26    | 4,17      | 5,309                            | 170   | 178,18    | 226,98                           |
| 28    | 4,83      | 6,158                            | 180   | 199,76    | 254,47                           |
| 30    | 5,55      | 7,069                            | 190   | 222,57    | 283,53                           |
| 32    | 6,31      | 8,042                            | 200   | 246,62    | 314,16                           |
| 34    | 7,13      | 9,079                            | 210   | 271,89    | 346,36                           |
| 36    | 7,99      | 10,18                            | 220   | 298,40    | 380,13                           |
| 38    | 8,90      | 11,34                            | 240   | 355,13    | 452,39                           |
| 40    | 9,86      | 12,57                            | 250   | 385,34    | 490,88                           |
| 42    | 10,88     | 13,85                            | 270   | 449,22    | 572,26                           |



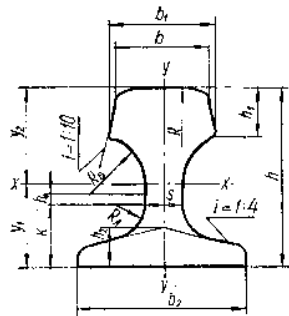


Таблица IX.9 Рельсы крановые по ГОСТ 4121-76\*  
Пример обозначения: КР120/ГОСТ 4121-76\*

| Типы рельсов | Масса 1 м, кг | Размеры, мм |                |                |    |     |                |                |     |                |                |      |                |
|--------------|---------------|-------------|----------------|----------------|----|-----|----------------|----------------|-----|----------------|----------------|------|----------------|
|              |               | b           | b <sub>1</sub> | b <sub>2</sub> | s  | h   | h <sub>1</sub> | h <sub>2</sub> | R   | R <sub>A</sub> | R <sub>B</sub> | l    | h <sub>n</sub> |
| КР70         | 52,77         | 70          | 76,5           | 120            | 28 | 120 | 32,5           | 24             | 400 | 23             | 38             | 38,5 | 13,5           |
| КР80         | 64,24         | 80          | 87             | 130            | 32 | 130 | 35             | 26             | 400 | 26             | 44             | 42   | 12,2           |
| КР100        | 89,05         | 100         | 108            | 150            | 38 | 150 | 40             | 30             | 450 | 30             | 50             | 48,7 | 13,5           |
| КР120        | 118,29        | 120         | 129            | 170            | 44 | 170 | 45             | 35             | 500 | 34             | 56             | 56   | 14,5           |
| КР140        | 146,98        | 140         | 150            | 170            | 60 | 170 | 50             | 40             | 700 | 40             | 60             | 63,7 | —              |

Таблица IX.10. Справочные величины крановых рельсов по ГОСТ 4121-76\*

| Типы рельсов | Площадь поперечного сечения, см <sup>2</sup> | Расстояние до центра тяжести |                | Ось x-x                          |  |  | Ось y-y                          |  |
|--------------|--|------------------------------|----------------|----------------------------------|--|--|----------------------------------|--|
|              |  | u <sub>1</sub>               | u <sub>2</sub> | I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup> | W <sub>1</sub> = $\frac{I_x}{y_1}$ , см <sup>3</sup> | W <sub>2</sub> = $\frac{I_x}{y_2}$ , см <sup>3</sup> | I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup> | W <sub>1</sub> = $\frac{I_y}{l^2}$ , см <sup>3</sup> |
| КР70         | 67,22  | 5,93                         | 6,07           | 1083,3                           | 178,3  | 178,5  | 319,7                            | 53,3   |
| КР80         | 81,81  | 6,47                         | 6,53           | 1523,7                           | 233,3  | 233,3  | 468,6                            | 72,1   |
| КР100        | 113,44                                       | 7,63                         | 7,37           | 2805,9                           | 367,9  | 380,7  | 919,5                            | 122,7  |
| КР120        | 150,69                                       | 8,69                         | 8,31           | 4794,2                           | 551,7  | 576,9  | 1672                             | 196,7  |
| КР140        | 187,24                                       | 8,75                         | 8,25           | 5528,3                           | 632,1  | 670,1  | 2608,7                           | 306,9  |

Примечание. Для крановых рельсов по ГОСТ 4121-76\* применяется сталь К63 по следующим механическим свойствам: предел прочности — 733 МПа, предел текучести — 370 МПа, относительное удлинение — 10 %.

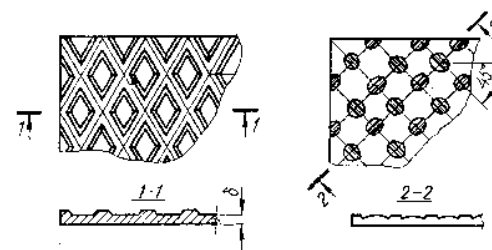
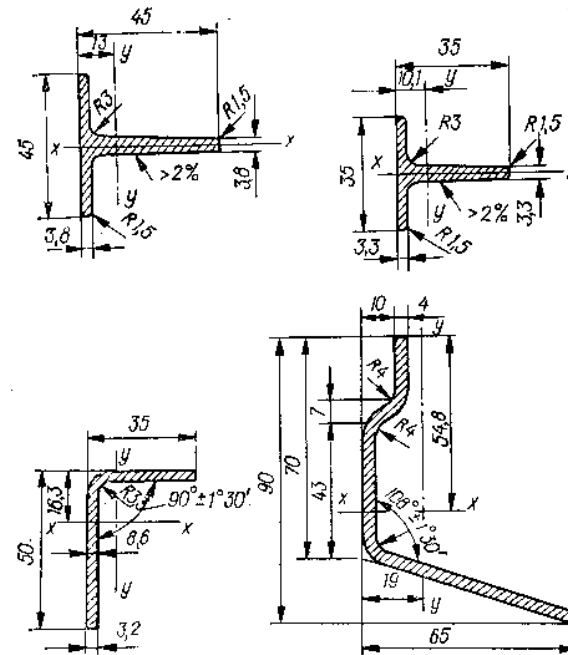
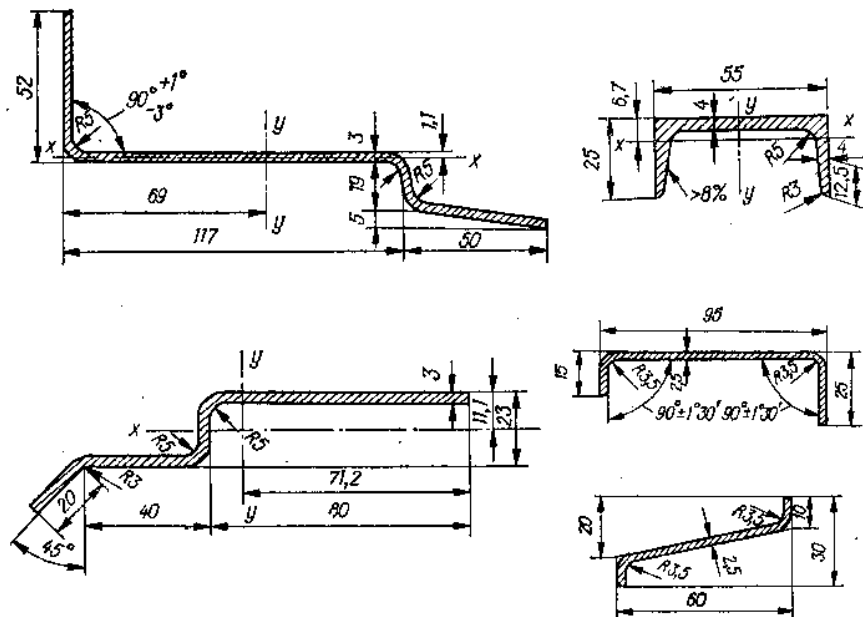


Таблица IX.11. Сталь листовая рифленая по ГОСТ 8568-77\*  
Пример обозначения: рифл. рб. — 500×6/ГОСТ 8568-77\*  
рифл. кв. — 500×6/ГОСТ 8568-77\*

| Ромбическая сталь           |                             | Чечевичная сталь            |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Толщина основания листа, мм | Масса 1 м <sup>2</sup> , кг | Толщина основания листа, мм | Масса 1 м <sup>2</sup> , кг |
| 2,5                         | 21                          | 2,5                         | 20,1                        |
| 3                           | 25,1                        | 3                           | 24,2                        |
| 4                           | 33,5                        | 4                           | 32,2                        |
| 5                           | 41,8                        | 5                           | 40,5                        |
| 6                           | 50                          | 6                           | 48,5                        |
| 8                           | 66,6                        | 8                           | 64,9                        |
| 10                          | 83                          | 10                          | 80,9                        |
| 12                          | 99,3                        | 12                          | 96,8                        |

Таблица IX.12. Профили стальные для оконных и фонарных переплетов и оконных панелей производственных зданий по ГОСТ 7511-73\*





Пример обозначения: проф. ок. № 8/ГОСТ 7511—73\*

| № профиля | Масса 1 м, кг | Площадь сечения, см <sup>2</sup> | Справочные величины для осей |                         |                         |                         |
|-----------|---------------|----------------------------------|------------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
|           |               |                                  | x — x                        |                         | y — y                   |                         |
|           |               |                                  | $I_x$ , см <sup>4</sup>      | $W_x$ , см <sup>3</sup> | $I_y$ , см <sup>4</sup> | $W_y$ , см <sup>3</sup> |
| 1         | 3,05          | 3,88                             | 1,78                         | 0,97                    | 16,39                   | 5,95                    |
| 5         | 2,85          | 3,63                             | 2,88                         | 1,28                    | 6,69                    | 2,09                    |
| 6         | 1,90          | 2,42                             | 1,17                         | 0,67                    | 2,66                    | 1,07                    |
| 7         | 2,04          | 2,60                             | 6,77                         | 2,01                    | 2,81                    | 1,07                    |
| 8         | 4,33          | 5,58                             | 20,45                        | 7,38                    | 21,96                   | 4,52                    |
| 9         | 5,36          | 6,82                             | 200,40                       | 20,46                   | 21,06                   | 4,02                    |
| 10        | 3,66          | 4,66                             | 5,60                         | 2,15                    | 68,50                   | 9,63                    |
| 11        | 2,55          | 3,25                             | —                            | —                       | —                       | —                       |
| 12        | 1,57          | 2                                | —                            | —                       | —                       | —                       |

## IX.2. ХОЛОДНОГНУТЫЕ И ГНУТОСВАРНЫЕ ПРОФИЛИ

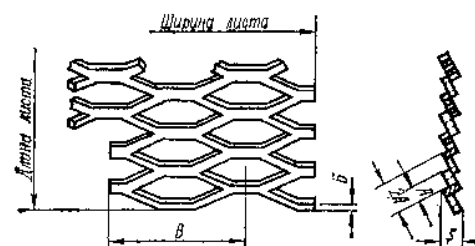


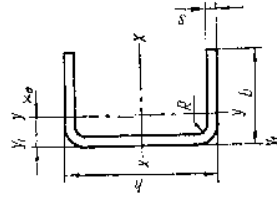
Таблица IX.13. Листы стальные просечно-вытяжные по ГОСТ 8706—78\*  
Пример обозначения: ПВ508××700/ГОСТ 8706—78\*

| № листа | Масса 1 м <sup>2</sup> , кг | Размеры величин, мм |    |     |      |      |
|---------|-----------------------------|---------------------|----|-----|------|------|
|         |                             | Толщина заготовки   | B  | B   | s    | A    |
| 406     | 15,7                        | 4                   | 6  | 90  | 12,7 | 10   |
| 506     | 16,4                        | 5                   | 6  | 110 | 13,0 | 12,5 |
| 508     | 20,9                        | 5                   | 8  | 110 | 16,8 | 12,5 |
| 510     | 24,7                        | 5                   | 10 | 110 | 20,5 | 12,5 |
| 606     | 17,3                        | 6                   | 6  | 125 | 13,4 | 15   |
| 608     | 21,9                        | 6                   | 8  | 125 | 17,1 | 15   |
| 610     | 26                          | 6                   | 10 | 125 | 20,8 | 15   |

Примечание. Обозначения величин: B — подача; B — шаг ячейки; s — толщина листа; A — размер вытяжки за каждый ход штамповки

Т а б л и ц а IX.14. Швеллеры стальные гнутые равнополочные по ГОСТ 8278—83\*  
Пример обозначения: *зн.* 160×80×5/ГОСТ 8278—83\*

$$n = \frac{b - (R + s)}{s}; \quad n_1 = \frac{h - 2(R + s)}{s}$$



| мм |   | R, не более | s | Масса<br>1 м, кг | Площадь<br>сеч.<br>см <sup>2</sup> | n | n <sub>1</sub> | Справочные величины для осей   |                                |                                |                                |                                |                                 | x <sub>0</sub> см |
|----|---|-------------|---|------------------|------------------------------------|---|----------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|
| h  | b |             |   |                  |                                    |   |                | I <sub>x</sub> см <sup>4</sup> | W <sub>x</sub> см <sup>3</sup> | I <sub>y</sub> см <sup>4</sup> | W <sub>y</sub> см <sup>3</sup> | S <sub>x</sub> см <sup>3</sup> | I <sub>xy</sub> см <sup>4</sup> |                   |

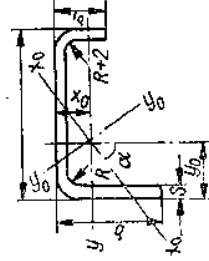
*ВС*Стэл, *ВС*Стэлс

|     |     |   |    |       |       |      |      |         |        |       |        |        |       |      |      |
|-----|-----|---|----|-------|-------|------|------|---------|--------|-------|--------|--------|-------|------|------|
| 60  | 32  | 3 | 4  | 2,67  | 3,40  | 8,3  | 15,3 | 18,31   | 6,10   | 2,32  | 3,62   | 3,38   | 1,52  | 1,00 | 0,97 |
| 80  | 50  | 4 | 6  | 5,18  | 6,60  | 10   | 15   | 65,98   | 16,50  | 3,16  | 9,65   | 16,60  | 4,48  | 1,58 | 1,60 |
| 100 | 60  | 3 | 4  | 4,47  | 5,68  | 14,3 | 28,7 | 87,88   | 15,57  | 3,93  | 10,24  | 14,05  | 3,90  | 1,57 | 1,39 |
| 120 | 60  | 4 | 6  | 7,07  | 9     | 12,5 | 25   | 198,65  | 33,11  | 4,70  | 19,37  | 31,91  | 7,42  | 1,88 | 1,74 |
| 120 | 60  | 5 | 7  | 8,71  | 11,09 | 9,6  | 19,2 | 239,63  | 39,94  | 4,67  | 23,60  | 38,73  | 9,10  | 1,87 | 1,74 |
| 140 | 60  | 4 | 6  | 7,70  | 9,80  | 12,5 | 30   | 285,42  | 40,77  | 5,39  | 24,08  | 33,57  | 7,59  | 1,85 | 1,57 |
| 160 | 80  | 4 | 6  | 9,58  | 12,20 | 17,5 | 35   | 489,16  | 61,14  | 6,33  | 35,42  | 78,01  | 13,44 | 2,53 | 2,20 |
| 160 | 80  | 5 | 7  | 11,85 | 15,09 | 13,6 | 27,2 | 595,66  | 74,46  | 6,28  | 43,45  | 95,40  | 16,57 | 2,51 | 2,24 |
| 180 | 80  | 5 | 7  | 13,68 | 16,09 | 13,6 | 31,2 | 784,86  | 87,21  | 6,98  | 51,24  | 99,15  | 16,86 | 2,48 | 2,12 |
| 200 | 80  | 4 | 6  | 10,83 | 13,81 | 17,5 | 45   | 823,48  | 82,35  | 7,72  | 48,43  | 83,67  | 13,86 | 2,46 | 1,96 |
| 200 | 80  | 5 | 7  | 13,42 | 17,09 | 13,6 | 35,2 | 1006,26 | 100,63 | 7,67  | 59,54  | 102,45 | 17,10 | 2,45 | 2,01 |
| 250 | 125 | 6 | 9  | 22    | 28,10 | 17,5 | 36,7 | 2720    | 218    | 9,85  | 126    | 399    | 45,50 | 3,77 | 3,23 |
| 300 | 100 | 8 | 12 | 29,53 | 37,62 | 10   | 32,5 | 4694,84 | 312,98 | 11,17 | 189,27 | 327,88 | 42,94 | 4,46 | 2,37 |

*ВС*Стэл, *09Г2*

|     |     |   |    |       |       |      |      |         |        |       |        |        |       |      |      |
|-----|-----|---|----|-------|-------|------|------|---------|--------|-------|--------|--------|-------|------|------|
| 80  | 50  | 4 | 10 | 5,08  | 6,47  | 9    | 13   | 63,67   | 15,92  | 3,14  | 9,37   | 16,22  | 4,82  | 1,58 | 1,63 |
| 100 | 50  | 3 | 7  | 4,40  | 5,60  | 13,3 | 26,7 | 85,89   | 17,18  | 3,92  | 10,04  | 13,89  | 3,87  | 1,57 | 1,41 |
| 120 | 60  | 4 | 10 | 6,96  | 8,87  | 11,3 | 23   | 193,52  | 32,25  | 4,67  | 18,95  | 31,48  | 7,36  | 1,88 | 1,72 |
| 120 | 60  | 5 | 12 | 8,54  | 10,88 | 8,6  | 17,2 | 231,60  | 38,60  | 4,61  | 23,31  | 38,09  | 9,01  | 1,87 | 1,78 |
| 160 | 80  | 4 | 10 | 9,47  | 12,07 | 16,5 | 33   | 480,12  | 60,01  | 6,31  | 32,86  | 77,29  | 13,38 | 2,53 | 2,23 |
| 160 | 80  | 5 | 12 | 11,68 | 14,88 | 12,6 | 26   | 581,49  | 72,69  | 6,25  | 42,92  | 94,24  | 16,47 | 2,52 | 2,02 |
| 180 | 80  | 5 | 12 | 12,46 | 15,88 | 12,6 | 29,2 | 766,99  | 85,22  | 6,95  | 50,65  | 98,11  | 16,77 | 2,49 | 2,15 |
| 200 | 80  | 4 | 10 | 10,75 | 13,67 | 16,5 | 43   | 809,42  | 80,94  | 7,69  | 47,73  | 83,09  | 13,82 | 2,46 | 1,99 |
| 200 | 100 | 6 | 14 | 17,59 | 22,40 | 13,3 | 16,7 | 1374,29 | 137,43 | 7,83  | 80,33  | 222,20 | 30,99 | 3,15 | 2,83 |
| 280 | 140 | 5 | 12 | 21,10 | 26,88 | 24,6 | 49,2 | 3345,30 | 238,45 | 11,16 | 138,06 | 533,50 | 52,16 | 4,46 | 3,77 |

Примечание. Приведены типоразмеры швеллеров, поставляемых промышленностью в соответствии с «Сокращенным сортаментом металлопроката для применения в строительных конструкциях», утвержденным постановлением Госстроя СССР № 28 от 21.11.86 г.



Т а б л и ц а IX.15. Швеллеры стальные гнутые неравнополочные по ГОСТ 8281—80\*  
Пример обозначения: *зн.* 50×40×12×2,5/ГОСТ 8281—80\*

| мм |   | R, не более | s | Масса<br>1 м, кг | Площадь<br>сеч.<br>см <sup>2</sup> | x - x | y - y | Справочные величины для осей   |                                |                                |                                |                                 |                                |                                |                                | I <sub>xy</sub> см <sup>4</sup> | W <sub>xy</sub> см <sup>3</sup> | x <sub>0</sub> см | y <sub>0</sub> | I <sub>gα</sub> | Масса<br>1 м, кг |
|----|---|-------------|---|------------------|------------------------------------|-------|-------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------------|----------------|-----------------|------------------|
| h  | b |             |   |                  |                                    |       |       | I <sub>x</sub> см <sup>4</sup> | W <sub>x</sub> см <sup>3</sup> | I <sub>y</sub> см <sup>4</sup> | W <sub>y</sub> см <sup>3</sup> | x <sub>0</sub> - x <sub>0</sub> | I <sub>α</sub> см <sup>4</sup> | W <sub>α</sub> см <sup>3</sup> | I <sub>α</sub> см <sup>4</sup> |                                 |                                 |                   |                |                 |                  |

Из стали с σ<sub>В</sub> < 460 МПа

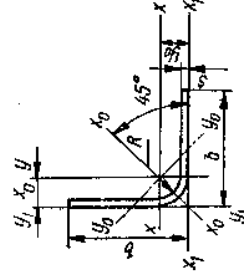
|    |    |    |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
|----|----|----|-----|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| 50 | 40 | 12 | 2,5 | 4 | 2,31 | 7,36 | 2,29 | 1,78 | 3,18 | 1,06 | 1,17 | 8,65 | 2,78 | 1,93 | 1,89 | 0,93 | 0,90 | 1,00 | 1,78 | 0,484 | 1,82 |
|----|----|----|-----|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|

Из стали с σ<sub>В</sub> ≥ 460 МПа

|    |    |    |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |       |      |
|----|----|----|-----|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|
| 50 | 40 | 12 | 2,5 | 6 | 2,27 | 7,05 | 2,18 | 1,76 | 3,13 | 1,05 | 1,17 | 8,37 | 2,82 | 1,92 | 1,82 | 0,92 | 0,90 | 1,02 | 1,77 | 0,501 | 1,78 |
|----|----|----|-----|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|

$$n = \frac{b-s-R}{s}$$

Пример обозначения: уг. L120x120x6/ГОСТ 19771-74\*



| Размеры, мм |   | n | Масса<br>l м, кг | Площадь<br>сечения,<br>см² | Справочные величины для осей |            |               |               |              |              |
|-------------|---|---|------------------|----------------------------|------------------------------|------------|---------------|---------------|--------------|--------------|
| b           | s |   |                  |                            | $x-x_0$ см                   | $y-y_0$ см | $I_{x_0}$ см⁴ | $I_{y_0}$ см⁴ | $x_0-x_1$ см | $y_0-y_2$ см |

Для углолка из стали с  $\sigma_B \leq 460$  МПа

|    |     |   |      |      |       |      |       |      |      |       |      |
|----|-----|---|------|------|-------|------|-------|------|------|-------|------|
| 25 | 1,5 | 2 | 0,56 | 0,71 | 0,44  | 0,79 | 0,71  | 0,16 | 0,48 | 0,98  | 0,70 |
| 25 | 2   | 3 | 0,73 | 0,92 | 9,56  | 0,78 | 0,92  | 0,20 | 0,47 | 1,04  | 0,72 |
| 25 | 2,5 | 3 | 0,96 | 1,14 | 0,67  | 0,77 | 1,11  | 0,24 | 0,46 | 1,31  | 0,74 |
| 32 | 1,5 | 2 | 0,72 | 0,91 | 0,94  | 1,01 | 1,53  | 0,35 | 0,62 | 1,64  | 0,88 |
| 32 | 2   | 3 | 0,95 | 1,20 | 1,22  | 1    | 1,99  | 0,45 | 0,61 | 2,19  | 0,90 |
| 32 | 2,5 | 3 | 1,16 | 1,48 | 1,48  | 1    | 2,42  | 0,53 | 0,60 | 2,75  | 0,92 |
| 36 | 2   | 3 | 1,07 | 1,36 | 1,76  | 1,13 | 2,86  | 0,66 | 0,69 | 3,12  | 1    |
| 36 | 2,5 | 3 | 1,33 | 1,69 | 2,14  | 1,13 | 3,49  | 0,80 | 0,69 | 3,90  | 1,02 |
| 36 | 3   | 4 | 1,57 | 2    | 2,51  | 1,12 | 4,11  | 0,91 | 0,68 | 4,70  | 1,04 |
| 40 | 2   | 3 | 1,20 | 1,52 | 2,43  | 1,26 | 3,96  | 0,92 | 0,78 | 5,24  | 1,10 |
| 40 | 2,5 | 3 | 1,48 | 1,89 | 2,98  | 1,25 | 4,84  | 1,19 | 0,77 | 6,43  | 1,14 |
| 40 | 3   | 4 | 1,76 | 2,24 | 3,50  | 1,25 | 5,71  | 1,29 | 0,76 | 7,60  | 1,17 |
| 50 | 2,5 | 3 | 1,88 | 2,39 | 5,96  | 1,58 | 9,60  | 2,01 | 0,97 | 10,40 | 1,37 |
| 50 | 3   | 4 | 2,23 | 2,84 | 7,02  | 1,57 | 11,42 | 2,63 | 0,96 | 12,54 | 1,39 |
| 50 | 4   | 6 | 2,90 | 3,70 | 8,94  | 1,55 | 14,7  | 3,20 | 0,93 | 16,7  | 1,45 |
| 55 | 3   | 4 | 2,46 | 3,14 | 9,44  | 1,73 | 15,32 | 3,56 | 1,06 | 16,68 | 1,52 |
| 60 | 3   | 4 | 2,70 | 3,44 | 12,36 | 1,89 | 20,03 | 4,69 | 1,17 | 21,65 | 1,64 |
| 60 | 4   | 6 | 3,53 | 4,50 | 15,96 | 1,88 | 26,06 | 5,88 | 1,14 | 28,92 | 1,70 |
| 70 | 3   | 4 | 3,17 | 4,04 | 19,88 | 2,22 | 32,15 | 7,60 | 1,37 | 34,36 | 1,89 |
| 70 | 4   | 6 | 4,16 | 5,30 | 25,79 | 2,20 | 41,95 | 9,62 | 1,35 | 45,88 | 1,95 |

Для углолка из стали с  $\sigma_B > 460$  МПа

|     |   |   |       |       |        |      |        |        |      |        |      |
|-----|---|---|-------|-------|--------|------|--------|--------|------|--------|------|
| 80  | 3 | 4 | 3,64  | 4,64  | 29,96  | 2,54 | 48,39  | 11,52  | 1,58 | 51,27  | 2,14 |
| 80  | 4 | 6 | 4,79  | 6,10  | 39     | 2,53 | 63,31  | 14,70  | 1,55 | 68,43  | 2,20 |
| 80  | 5 | 7 | 5,92  | 7,55  | 47,70  | 2,51 | 77,64  | 17,76  | 1,53 | 85,65  | 2,24 |
| 80  | 6 | 9 | 7,01  | 8,93  | 55,5   | 2,49 | 91,03  | 20     | 1,50 | 102,6  | 2,30 |
| 80  | 7 | 9 | 8,11  | 10,33 | 63,9   | 2,49 | 104,61 | 23,19  | 1,50 | 120,33 | 2,34 |
| 100 | 4 | 6 | 6,05  | 7,70  | 77,68  | 3,17 | 125,54 | 29,63  | 1,96 | 133,54 | 2,69 |
| 100 | 5 | 7 | 7,49  | 9,55  | 95,31  | 3,16 | 154,50 | 36,06  | 1,94 | 167,07 | 2,74 |
| 100 | 6 | 9 | 8,89  | 11,33 | 112,19 | 3,15 | 182,66 | 41,72  | 1,92 | 200,70 | 2,79 |
| 120 | 4 | 6 | 7,30  | 9,30  | 135,69 | 3,82 | 215,13 | 52,27  | 2,37 | 230,65 | 3,19 |
| 120 | 5 | 7 | 9,06  | 11,55 | 167,19 | 3,80 | 270,48 | 63,91  | 2,35 | 288,49 | 3,24 |
| 120 | 6 | 9 | 10,78 | 13,78 | 197,46 | 3,79 | 320,48 | 74,44  | 2,33 | 346,44 | 3,29 |
| 160 | 4 | 6 | 8,81  | 12,50 | 326,65 | 5,11 | 525,99 | 127,04 | 3,19 | 548,47 | 4,12 |
| 160 | 5 | 7 | 12,20 | 15,55 | 403,77 | 5,09 | 651,31 | 156,32 | 3,17 | 683,32 | 4,24 |
| 160 | 6 | 9 | 14,55 | 18,53 | 478,84 | 5,08 | 774,21 | 183,48 | 3,15 | 820,33 | 4,29 |
| 160 | 7 | 9 | 16,90 | 21,53 | 553,20 | 5,07 | 894,76 | 211,65 | 3,13 | 957,51 | 4,33 |

Продолжение табл. IX. 16

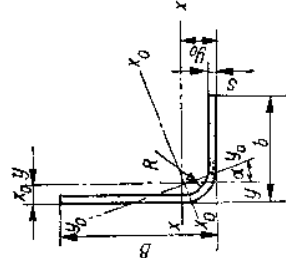
| Размеры, мм |   | n  | Масса<br>г, м, кг | Площадь<br>сечения,<br>см <sup>2</sup> | Справочные величины для осей |  |   |   |  |                     |        |      |
|-------------|---|----|-------------------|--|------------------------------|--|---|---|--|---------------------|--------|------|
| b           | s |    |                   |  | R, не<br>более               | x - x <sub>0</sub> (y - y <sub>0</sub> )<br>I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup> I <sub>y</sub> , см | x <sub>0</sub> - x <sub>0</sub><br>I <sub>xp</sub> , см <sup>4</sup> I <sub>yp</sub> , см | y <sub>0</sub> - y <sub>0</sub><br>I <sub>yp</sub> , см <sup>4</sup> I <sub>xp</sub> , см | x <sub>1</sub> - x <sub>1</sub> (y <sub>1</sub> - y <sub>1</sub> )<br>I <sub>x1</sub> , см <sup>4</sup> I <sub>y1</sub> , см | x <sub>0</sub> , см |        |      |
| 80          | 4 | 10 | 4,74              | 6,03                                   | 38,65                        | 2,53   | 63,28   | 3,24  | 14,01  | 1,52                | 68,45  | 2,22 |
| 80          | 5 | 13 | 5,87              | 7,48                                   | 47,36                        | 2,51   | 77,61   | 3,22  | 17,10  | 1,51                | 85,67  | 2,26 |
| 80          | 6 | 14 | 6,91              | 8,80                                   | 54,3                         | 2,48   | 90,3  | 3,20  | 18,04  | 1,44                | 102    | 2,33 |
| 80          | 7 | 14 | 7,99              | 10,18                                  | 63,04                        | 2,49   | 104,49  | 3,20  | 21,59  | 1,46                | 120,93 | 2,37 |
| 100         | 4 | 10 | 6                 | 7,63                                   | 77,05                        | 3,18   | 125,51  | 4,05  | 28,59  | 1,98                | 133,56 | 2,72 |
| 100         | 5 | 17 | 7,44              | 9,48                                   | 94,80                        | 3,16   | 154,53  | 4,04  | 35,07  | 1,92                | 167,09 | 2,76 |
| 100         | 6 | 14 | 8,79              | 11,20                                  | 111,10                       | 3,15   | 182,57  | 4,04  | 39,69  | 1,88                | 200,76 | 2,83 |
| 100         | 7 | 14 | 9,25              | 13,49                                  | 134,95                       | 3,22   | 219,10  | 4,87  | 50,79  | 2,34                | 230,67 | 3,22 |
| 120         | 6 | 14 | 10,68             | 13,60                                  | 195,96                       | 3,79   | 320,39  | 4,85  | 71,53  | 2,29                | 346,51 | 3,33 |
| 120         | 7 | 14 | 12,39             | 15,78                                  | 225,62                       | 3,78   | 369,09  | 4,83  | 82,16  | 2,28                | 404,60 | 3,36 |
| 160         | 4 | 10 | 9,76              | 12,43                                  | 325,24                       | 5,10   | 525,56  | 6,50  | 124,51   | 3,16                | 546,49 | 4,22 |
| 160         | 5 | 10 | 12,15             | 15,48                                  | 402,56                       | 5,10   | 651,28  | 6,48  | 158,51   | 3,15                | 683,34 | 4,26 |
| 160         | 6 | 14 | 14,44             | 18,40                                  | 476,32                       | 5,09   | 774,12  | 6,48  | 178,52   | 3,11                | 820,40 | 4,32 |
| 160         | 7 | 14 | 16,79             | 21,38                                  | 550,25                       | 5,07   | 894,64  | 6,47  | 205,87   | 3,10                | 957,59 | 4,36 |

Примечания. В ГОСТе приведен также сортмент уголков 20 X 1 (1,5-2); 25 X 3; 30 X 1,5 (2); 35 X 2 (2); 35 X 3 (2); 35 X 5 (2); 35 X 5 (3) из углеродистой стали и 30 X 1,5 (2); 35 X 3; 50 X 5 из низколегированной, изготовления которых производится по согласию с потребителем.

Таблица IX.17. Уголки стальные гнутые равнополочные по ГОСТ 19772-74\*

$$n_1 = \frac{b-s-R}{s}; n_2 = \frac{b-s-R}{s}$$

Пример обозначения: L80X63X4ГОСТ 19772-74\*



| Размеры, мм |   | Масса<br>г, м, кг | n <sub>1</sub> | n <sub>2</sub> | Площадь<br>сечения,<br>см <sup>2</sup> | Справочные величины для осей |                |   |   |   |   |
|-------------|---|-------------------|----------------|----------------|--|------------------------------|----------------|---|---|---|---|
| B           | b |                   |                |                |  | s                            | R, не<br>более | x - x<br>I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup> I <sub>y</sub> , см | x - x<br>I <sub>xp</sub> , см <sup>4</sup> I <sub>yp</sub> , см | y - y<br>I <sub>yp</sub> , см <sup>4</sup> I <sub>xp</sub> , см | x <sub>0</sub> - x <sub>0</sub><br>I <sub>xp</sub> , см <sup>4</sup> I <sub>xp</sub> , см |

Для уголка из стали с σ<sub>B</sub> ≤ 460 МПа

|     |    |     |      |      |      |       |        |      |       |      |        |      |       |      |      |
|-----|----|-----|------|------|------|-------|--------|------|-------|------|--------|------|-------|------|------|
| 25  | 20 | 1,5 | 0,50 | 14,3 | 11   | 0,63  | 0,41   | 0,80 | 0,23  | 0,61 | 0,53   | 0,92 | 0,11  | 0,41 | 0,65 |
| 25  | 20 | 2   | 0,65 | 10   | 7,5  | 0,82  | 0,52   | 0,79 | 0,30  | 0,60 | 0,68   | 0,91 | 0,13  | 0,40 | 0,66 |
| 32  | 25 | 1,5 | 0,84 | 19   | 14,3 | 0,87  | 1,03   | 0,79 | 0,47  | 0,76 | 1,11   | 1,17 | 0,28  | 0,53 | 0,62 |
| 32  | 25 | 2   | 0,84 | 13,5 | 10   | 1,06  | 1,12   | 1,02 | 0,51  | 0,76 | 1,44   | 1,16 | 0,28  | 0,52 | 0,62 |
| 32  | 25 | 2,5 | 1,03 | 10,6 | 7,8  | 1,32  | 1,35   | 1,01 | 0,73  | 0,75 | 1,75   | 1,16 | 0,34  | 0,51 | 0,63 |
| 40  | 25 | 1,5 | 0,73 | 24,3 | 14,3 | 0,93  | 1,58   | 1,30 | 0,50  | 0,74 | 1,81   | 1,40 | 0,27  | 0,54 | 0,42 |
| 40  | 25 | 2   | 0,96 | 17,5 | 10   | 1,22  | 2,06   | 1,30 | 0,65  | 0,73 | 2,36   | 1,39 | 0,35  | 0,54 | 0,42 |
| 40  | 25 | 2,5 | 1,19 | 13,8 | 7,6  | 1,51  | 2,50   | 1,29 | 0,79  | 0,72 | 2,88   | 1,38 | 0,41  | 0,52 | 0,42 |
| 40  | 32 | 2   | 1,07 | 17,5 | 13,5 | 1,36  | 2,25   | 1,29 | 0,79  | 0,98 | 2,96   | 1,47 | 0,61  | 0,67 | 0,65 |
| 40  | 32 | 2,5 | 1,33 | 13,8 | 10,6 | 1,69  | 2,76   | 1,28 | 1,59  | 0,97 | 3,61   | 1,46 | 0,85  | 0,65 | 0,65 |
| 40  | 32 | 3   | 1,57 | 11   | 8,3  | 2     | 3,23   | 1,27 | 1,87  | 0,97 | 4,25   | 1,57 | 0,81  | 0,62 | 0,47 |
| 45  | 30 | 3   | 1,63 | 12,7 | 7,7  | 2,08  | 4,34   | 1,45 | 1,60  | 0,88 | 5,13   | 1,47 | 0,74  | 0,66 | 0,65 |
| 50  | 35 | 3,2 | 1,98 | 13   | 8,4  | 2,53  | 6,52   | 1,61 | 2,72  | 1,04 | 7,89   | 1,77 | 1,35  | 0,73 | 0,51 |
| 50  | 36 | 2,5 | 1,60 | 17,8 | 12,2 | 2,04  | 5,32   | 1,61 | 2,37  | 1,08 | 6,49   | 1,79 | 1,20  | 0,77 | 0,53 |
| 50  | 36 | 3   | 1,90 | 14,3 | 9,7  | 2,42  | 6,6    | 1,61 | 2,79  | 1,07 | 7,66   | 1,78 | 1,39  | 0,76 | 0,54 |
| 50  | 36 | 4   | 2,47 | 10   | 6,5  | 3,14  | 7,97   | 1,59 | 3,55  | 1,06 | 9,82   | 1,77 | 1,70  | 0,73 | 0,54 |
| 50  | 40 | 4   | 2,23 | 17,7 | 11   | 2,64  | 10,73  | 1,94 | 3,97  | 1,18 | 12,61  | 2,11 | 2,09  | 0,86 | 0,47 |
| 60  | 40 | 3   | 2,91 | 12,5 | 7,5  | 3,70  | 13,76  | 1,93 | 7,80  | 1,17 | 16,25  | 2,39 | 2,39  | 0,84 | 0,49 |
| 70  | 50 | 3   | 4,26 | 21   | 14,3 | 3,44  | 17,73  | 2,27 | 10,04 | 1,50 | 21,54  | 2,50 | 4     | 1,08 | 0,53 |
| 80  | 63 | 4   | 5,26 | 13,6 | 10,2 | 5,42  | 35,95  | 2,67 | 20,06 | 1,92 | 46,52  | 2,49 | 5,01  | 1,05 | 0,63 |
| 80  | 63 | 5   | 6,21 | 10,8 | 8    | 6,70  | 43,88  | 2,56 | 24,43 | 1,91 | 56,91  | 2,91 | 11,40 | 1,30 | 0,63 |
| 85  | 67 | 4   | 4,54 | 18,8 | 14,3 | 5,78  | 51,24  | 2,54 | 28,49 | 1,90 | 66,78  | 2,90 | 12,96 | 1,28 | 0,64 |
| 90  | 70 | 4   | 4,79 | 20   | 16   | 6,10  | 43,39  | 2,74 | 24,28 | 2,05 | 56,15  | 3,12 | 4,51  | 1,41 | 0,63 |
| 90  | 70 | 5   | 5,92 | 15,6 | 11,6 | 7,55  | 63,07  | 2,89 | 34,09 | 2,12 | 80,96  | 3,29 | 13,42 | 1,48 | 0,62 |
| 90  | 70 | 6   | 7,01 | 12,5 | 9,2  | 8,93  | 73,68  | 2,88 | 39,88 | 2,11 | 95,21  | 3,26 | 16,20 | 1,46 | 0,62 |
| 90  | 70 | 7   | 8,11 | 10,6 | 7,7  | 10,33 | 84,61  | 2,86 | 45,55 | 2,10 | 109    | 3,25 | 21,15 | 1,43 | 0,62 |
| 100 | 65 | 4   | 4,95 | 22,5 | 13,8 | 6,3   | 66,91  | 3,26 | 33,36 | 1,93 | 77,72  | 3,51 | 12,56 | 1,41 | 0,44 |
| 100 | 80 | 5   | 6,71 | 17,6 | 13,6 | 8,55  | 88,35  | 3,21 | 51,23 | 2,45 | 115,55 | 3,68 | 24,02 | 1,68 | 0,65 |
| 100 | 80 | 6   | 7,95 | 14,2 | 10,8 | 10,13 | 103,79 | 3,20 | 60,11 | 2,43 | 136,23 | 3,67 | 27,67 | 1,65 | 0,65 |

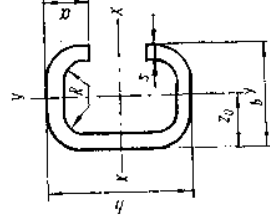
| Размеры, мм |     |   |                | Масса<br>I, кг | $n_1$ | $n_2$ | Площадь<br>сечения,<br>см <sup>2</sup> | x-x                              |                                  | y-y                 |                     | x <sub>0</sub> -x <sub>0</sub>               |  | y <sub>0</sub> -y <sub>0</sub>  |                                 |  |
|-------------|-----|---|----------------|----------------|-------|-------|--|----------------------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|--|--|---------------------------------|---------------------------------|--|
| B           | b   | s | R, не<br>более |                |       |       |  | I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup> | I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup> | I <sub>x</sub> , см | I <sub>y</sub> , см | I <sub>x<sub>0</sub></sub> , см <sup>4</sup> | I <sub>y<sub>0</sub></sub> , см <sup>4</sup> | I <sub>x<sub>0</sub></sub> , см | I <sub>y<sub>0</sub></sub> , см | I <sub>x<sub>0</sub></sub> , см <sup>4</sup> |
| 100         | 80  | 7 | 9              | 9,21           | 12    | 9,1   | 11,73                                  | 119,11                           | 3,18                             | 68,82               | 2,42                | 156,29                                       | 3,65   | 31,63                           | 1,64                            | 0,65   |
| 100         | 80  | 8 | 12             | 10,37          | 10    | 7,5   | 13,21                                  | 132,84                           | 3,17                             | 76,73               | 2,41                | 175,36                                       | 3,64   | 34,23                           | 1,61                            | 0,66   |
| 105         | 100 | 3 | 4              | 4,69           | 32,7  | 31    | 5,98                                   | 67,66                            | 3,36                             | 60,12               | 3,17                | 103,23                                       | 4,16   | 24,55                           | 2,03                            | 0,19   |
| 110         | 60  | 3 | 4              | 3,86           | 33,67 | 17    | 4,91                                   | 64,21                            | 3,62                             | 14,66               | 1,73                | 8,55   | 1,32   | 70,35                           | 3,78                            | 0,33   |
| 110         | 90  | 5 | 7              | 7,49           | 19,6  | 15,6  | 9,55                                   | 119,58                           | 3,54                             | 73,3                | 2,77                | 158,90                                       | 4,08   | 33,99                           | 1,89                            | 0,68   |
| 120         | 100 | 6 | 9              | 9,84           | 17,5  | 14,1  | 12,53                                  | 185,64                           | 3,85                             | 118,98              | 3,08                | 250,80                                       | 4,47   | 53,81                           | 2,07                            | 0,70   |
| 120         | 100 | 7 | 9              | 11,41          | 14,9  | 12    | 14,53                                  | 213,65                           | 3,83                             | 136,71              | 3,07                | 288,62                                       | 4,46   | 61,75                           | 2,06                            | 0,70   |
| 120         | 100 | 8 | 12             | 12,88          | 12,5  | 10    | 16,41                                  | 239,47                           | 3,82                             | 153,18              | 3,05                | 325,05                                       | 4,45   | 67,61                           | 2,03                            | 0,70   |
| 130         | 60  | 6 | 9              | 8,42           | 19,2  | 7,5   | 10,73                                  | 191,22                           | 4,22                             | 28,34               | 1,62                | 202,40                                       | 4,34   | 17,6                            | 1,26                            | 0,25   |
| 130         | 80  | 5 | 7              | 7,89           | 23,6  | 13,6  | 10,05                                  | 180,95                           | 4,24                             | 55,21               | 2,34                | 205,56                                       | 4,52   | 30,59                           | 1,75                            | 0,41   |
| 160         | 125 | 7 | 9              | 14,98          | 20,6  | 15,6  | 19,08                                  | 509,24                           | 5,16                             | 278,82              | 3,82                | 653,38                                       | 5,85   | 134,68                          | 2,66                            | 0,62   |
| 160         | 125 | 8 | 12             | 16,96          | 17,5  | 13,1  | 21,61                                  | 573,52                           | 5,15                             | 313,85              | 3,81                | 738,19                                       | 5,84   | 149,18                          | 2,63                            | 0,62   |
| 200         | 100 | 6 | 9              | 13,6           | 30,9  | 14,2  | 17,33                                  | 746,54                           | 6,56                             | 136,78              | 2,81                | 800,86                                       | 6,80   | 82,47                           | 2,18                            | 0,28   |

Для усталка из стали с  $\sigma_B > 460$  МПа

|    |    |     |   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|----|----|-----|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 25 | 20 | 1,5 | 4 | 0,48 | 13   | 9,7  | 0,62 | 0,40 | 0,80 | 0,23 | 0,61 | 0,53 | 0,92 | 0,10 | 0,40 | 0,66 |
| 25 | 20 | 2   | 5 | 0,63 | 9    | 6,5  | 0,81 | 0,51 | 0,79 | 0,29 | 0,60 | 0,88 | 0,92 | 0,12 | 0,38 | 0,67 |
| 32 | 25 | 1,5 | 4 | 0,63 | 17,7 | 13   | 0,80 | 0,85 | 1,03 | 0,47 | 0,76 | 1,11 | 1,18 | 0,21 | 0,51 | 0,63 |
| 32 | 25 | 2   | 5 | 0,82 | 12,5 | 9    | 1,05 | 1,09 | 1,02 | 0,60 | 0,76 | 1,44 | 1,17 | 0,26 | 0,50 | 0,64 |
| 32 | 25 | 2,5 | 6 | 1,01 | 9,4  | 6,6  | 1,28 | 1,32 | 1,01 | 0,73 | 0,75 | 1,74 | 1,16 | 0,31 | 0,49 | 0,64 |
| 40 | 25 | 1,5 | 4 | 0,72 | 23   | 13   | 0,92 | 1,57 | 1,30 | 0,50 | 0,73 | 1,81 | 1,40 | 0,26 | 0,54 | 0,42 |
| 40 | 25 | 2   | 5 | 0,95 | 16,5 | 9    | 1,21 | 2,03 | 1,30 | 0,65 | 0,73 | 2,34 | 1,39 | 0,33 | 0,52 | 0,43 |
| 40 | 25 | 2,5 | 6 | 1,16 | 12,6 | 6,6  | 1,48 | 2,46 | 1,29 | 0,78 | 0,72 | 2,85 | 1,38 | 0,39 | 0,51 | 0,43 |
| 40 | 32 | 2   | 5 | 1,06 | 16,5 | 12,5 | 1,35 | 2,23 | 1,28 | 1,30 | 0,98 | 2,95 | 1,48 | 0,58 | 0,65 | 0,65 |
| 40 | 32 | 2,5 | 6 | 1,30 | 12,6 | 9,4  | 1,66 | 2,71 | 1,26 | 1,58 | 0,97 | 3    | 1,47 | 0,68 | 0,64 | 0,66 |
| 40 | 32 | 3   | 7 | 1,54 | 10   | 7,3  | 1,96 | 3,16 | 1,27 | 1,84 | 0,97 | 4,23 | 1,47 | 0,77 | 0,63 | 0,67 |
| 45 | 30 | 3   | 7 | 1,61 | 11,7 | 6,7  | 2,05 | 4,28 | 1,44 | 1,59 | 0,88 | 5,10 | 1,58 | 0,76 | 0,61 | 0,49 |
| 50 | 35 | 3,2 | 8 | 1,95 | 12,1 | 7,4  | 2,49 | 6,40 | 1,60 | 2,68 | 1,04 | 7,83 | 1,77 | 1,25 | 0,71 | 0,53 |

|     |     |     |    |       |      |      |       |        |      |        |      |        |      |        |      |      |
|-----|-----|-----|----|-------|------|------|-------|--------|------|--------|------|--------|------|--------|------|------|
| 50  | 36  | 2,5 | 6  | 1,58  | 16,6 | 11   | 2,01  | 5,24   | 1,61 | 2,35   | 1,08 | 6,47   | 1,79 | 1,13   | 0,75 | 0,54 |
| 50  | 36  | 3   | 7  | 1,87  | 13,3 | 8,7  | 2,38  | 6,15   | 1,61 | 2,76   | 1,08 | 7,61   | 1,79 | 1,30   | 0,74 | 0,55 |
| 50  | 36  | 4   | 10 | 2,41  | 9    | 5,5  | 3,07  | 7,76   | 1,59 | 3,48   | 1,06 | 9,72   | 1,78 | 1,52   | 0,70 | 0,56 |
| 60  | 40  | 3   | 7  | 2,20  | 16,7 | 10   | 2,20  | 10,57  | 1,94 | 3,94   | 1,18 | 12,53  | 2,11 | 1,98   | 0,84 | 0,48 |
| 60  | 40  | 4   | 10 | 2,85  | 11,5 | 6,5  | 3,63  | 13,46  | 1,92 | 5,01   | 1,17 | 16,09  | 2,33 | 2,38   | 0,81 | 0,49 |
| 70  | 50  | 3   | 7  | 2,67  | 20   | 13,3 | 3,40  | 17,53  | 2,27 | 7,74   | 1,51 | 21,45  | 2,51 | 3,82   | 1,06 | 0,53 |
| 70  | 50  | 4   | 10 | 3,48  | 14   | 9    | 4,43  | 22,52  | 2,25 | 9,93   | 1,50 | 27,77  | 2,56 | 4,68   | 1,03 | 0,54 |
| 80  | 63  | 4   | 10 | 4,20  | 16,5 | 12,2 | 5,35  | 35,50  | 2,57 | 19,87  | 1,92 | 46,40  | 2,94 | 8,98   | 1,29 | 0,54 |
| 80  | 63  | 5   | 10 | 5,20  | 13   | 9,6  | 6,63  | 43,45  | 2,56 | 24,25  | 1,91 | 56,78  | 2,93 | 10,98  | 1,28 | 0,64 |
| 80  | 63  | 6   | 17 | 6,11  | 10   | 7,2  | 7,78  | 50,33  | 2,54 | 28,11  | 1,90 | 66,46  | 2,92 | 11,97  | 1,24 | 0,65 |
| 85  | 67  | 4   | 10 | 4,49  | 17,8 | 14,3 | 5,71  | 42,89  | 2,74 | 24,07  | 2,05 | 56,01  | 3,13 | 10,95  | 1,38 | 0,64 |
| 85  | 67  | 4   | 10 | 4,74  | 19   | 14   | 6,03  | 50,97  | 2,91 | 27,70  | 2,14 | 65,86  | 3,30 | 12,81  | 1,46 | 0,63 |
| 90  | 70  | 5   | 10 | 5,87  | 15   | 11   | 7,48  | 62,54  | 2,89 | 33,88  | 2,13 | 80,79  | 3,29 | 15,63  | 1,44 | 0,62 |
| 90  | 70  | 6   | 14 | 6,91  | 11,7 | 8,3  | 8,80  | 72,75  | 2,87 | 39,43  | 2,12 | 94,83  | 3,28 | 17,35  | 1,40 | 0,63 |
| 90  | 70  | 7   | 14 | 7,99  | 9,9  | 7    | 10,18 | 83,28  | 2,86 | 45,02  | 2,10 | 108,55 | 3,26 | 19,75  | 1,39 | 0,63 |
| 100 | 65  | 4   | 10 | 4,89  | 21,3 | 12,8 | 6,23  | 66,14  | 3,26 | 23,21  | 1,93 | 77,29  | 4,52 | 12,05  | 1,39 | 0,45 |
| 100 | 80  | 5   | 10 | 6,66  | 17   | 13   | 8,48  | 87,73  | 3,22 | 50,95  | 2,45 | 115,39 | 3,69 | 23,29  | 1,66 | 0,65 |
| 100 | 80  | 6   | 14 | 7,85  | 13,3 | 10   | 10    | 102,47 | 3,20 | 59,52  | 2,44 | 135,86 | 3,68 | 26,13  | 1,62 | 0,66 |
| 100 | 80  | 7   | 14 | 9,09  | 11,3 | 8,4  | 11,58 | 117,56 | 3,18 | 68,14  | 2,42 | 155,85 | 3,67 | 29,84  | 1,60 | 0,66 |
| 100 | 80  | 8   | 20 | 10,15 | 9    | 6,5  | 12,93 | 129,76 | 3,17 | 75,37  | 2,41 | 174,35 | 3,67 | 30,79  | 1,54 | 0,67 |
| 105 | 100 | 3   | 7  | 4,67  | 31,7 | 30   | 5,95  | 67,44  | 3,37 | 59,94  | 3,17 | 103,22 | 4,16 | 24,15  | 2,01 | 0,23 |
| 110 | 90  | 5   | 10 | 7,44  | 19   | 15   | 9,48  | 118,85 | 3,54 | 72,96  | 2,71 | 58,73  | 4,09 | 33,08  | 1,87 | 0,68 |
| 115 | 66  | 5   | 10 | 6,66  | 20   | 10   | 8,48  | 119,02 | 3,75 | 29,47  | 1,86 | 16,38  | 1,39 | 132,06 | 3,95 | 0,35 |
| 120 | 100 | 6   | 14 | 9,73  | 16,7 | 13,3 | 12,40 | 183,87 | 3,65 | 118,07 | 3,08 | 250,43 | 4,49 | 51,51  | 2,04 | 0,71 |
| 120 | 100 | 7   | 14 | 11,29 | 14,1 | 11,3 | 14,38 | 211,58 | 3,83 | 135,66 | 3,07 | 288,17 | 4,48 | 59,06  | 2,03 | 0,70 |
| 120 | 100 | 8   | 20 | 12,67 | 11,5 | 9    | 16,13 | 235,40 | 3,82 | 151,09 | 3,06 | 324,06 | 4,48 | 62,43  | 1,97 | 0,71 |
| 130 | 60  | 6   | 14 | 8,32  | 18,3 | 6,7  | 10,60 | 188,04 | 4,21 | 128,16 | 1,63 | 199,77 | 4,34 | 36,43  | 1,24 | 0,26 |
| 130 | 80  | 5   | 10 | 7,84  | 23   | 13   | 9,98  | 179,71 | 4,24 | 55     | 2,35 | 204,81 | 4,53 | 29,90  | 1,73 | 0,40 |
| 160 | 125 | 7   | 14 | 14,86 | 19,9 | 14,9 | 18,93 | 505,56 | 5,17 | 277,34 | 3,82 | 652,31 | 5,87 | 130,59 | 2,63 | 0,62 |
| 160 | 125 | 8   | 20 | 16,75 | 16,5 | 12,1 | 21,33 | 566,36 | 5,15 | 310,96 | 3,82 | 736,02 | 5,87 | 141,30 | 2,57 | 0,63 |
| 200 | 100 | 6   | 14 | 13,5  | 30   | 13,3 | 17,20 | 739,88 | 6,56 | 136,27 | 2,81 | 795,64 | 6,80 | 80,52  | 2,16 | 0,29 |

Таблица IX.18. Профиль стальные гнутые С-образные равнополочные по ГОСТ 8282—83\*  
Пример обозначения: С 300×60×50×5/ГОСТ 8282—83\*



| h   | b   | a    | c   | R, не более | Масса I м, кг | Площадь сечения, см <sup>2</sup> | Справочные величины для осей     |                                  |                     |                                  |                                  |                     | z <sub>0</sub> , см |
|-----|-----|------|-----|-------------|---------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------|
|     |     |      |     |             |               |                                  | x - x                            |                                  |                     | y - y                            |                                  |                     |                     |
|     |     |      |     |             |               |                                  | I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup> | W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup> | i <sub>x</sub> , см | I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup> | W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup> | i <sub>y</sub> , см |                     |
| 62  | 50  | 17,5 | 3   | 4,5         | 4,89          | 6,23                             | 40,14                            | 12,95                            | 2,54                | 36,65                            | 9,61                             | 2,39                | 2,89                |
| 65  | 32  | 8    | 1   | 1,5         | 1,08          | 1,38                             | 9,38                             | 2,69                             | 2,61                | 1,89                             | 0,88                             | 1,17                | 1,05                |
| 65  | 32  | 8    | 1,6 | 3           | 1,66          | 2,11                             | 13,92                            | 4,28                             | 2,57                | 2,70                             | 1,25                             | 1,13                | 1,04                |
| 100 | 50  | 10   | 2   | 3           | 3,22          | 4,12                             | 65,59                            | 13,12                            | 4                   | 12,64                            | 3,60                             | 1,76                | 1,56                |
| 100 | 80  | 35   | 5   | 7,5         | 11,53         | 14,68                            | 220,49                           | 44,11                            | 3,87                | 33,57                            | 30,47                            | 3,02                | 3,62                |
| 120 | 55  | 18   | 5   | 7,5         | 9,15          | 11,66                            | 245,74                           | 40,96                            | 4,59                | 42,52                            | 11,65                            | 1,91                | 1,85                |
| 160 | 50  | 20   | 3   | 4,5         | 6,56          | 8,36                             | 306,37                           | 38,30                            | 6,05                | 27,17                            | 7,74                             | 1,80                | 1,49                |
| 160 | 60  | 32   | 4   | 6           | 9,87          | 12,57                            | 462,01                           | 37,75                            | 6,05                | 65,78                            | 7,16                             | 2,29                | 2,14                |
| 300 | 60  | 50   | 5   | 7,5         | 19,12         | 24,36                            | 2861,55                          | 190,77                           | 10,84               | 125,61                           | 30,42                            | 2,27                | 1,87                |
| 400 | 160 | 50   | 3   | 4,5         | 18,85         | 24,01                            | 6073,68                          | 303,68                           | 15,91               | 884,54                           | 80,83                            | 6,07                | 5,05                |
| 400 | 160 | 60   | 4   | 10          | 25,33         | 32,27                            | 8023,19                          | 401,41                           | 15,77               | 1219,71                          | 113,92                           | 6,15                | 5,29                |
| 550 | 65  | 30   | 4   | 6           | 22,41         | 28,55                            | 10258,72                         | 373,04                           | 18,96               | 110,32                           | 20,64                            | 1,97                | 1,16                |
| 410 | 65  | 30   | 4   | 6           | 18,01         | 22,95                            | 4872,87                          | 237,70                           | 14,57               | 103,88                           | 20,33                            | 2,13                | 1,39                |

Примечания. Профили из углеродистой спокойной и низколегированной сталей изготавливаются с радиусами кривизны не более 2,5 r

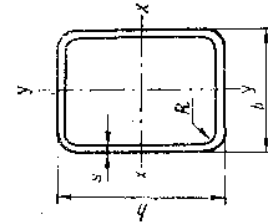


Таблица IX.19 Профили стальные гнутые замкнутые сварные прямоугольные по ГОСТ 25577—83\*  
Пример обозначения: пр. зн. 180×75×5/ГОСТ 25577—83\*

| h | b | c | R, не более | Масса I м, кг | Площадь сечения, см <sup>2</sup> | Справочные значения величин для осей |                                  |                     |                                  |                                  |                     |
|---|---|---|-------------|---------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------------------|---------------------|
|   |   |   |             |               |                                  | x - x                                |                                  |                     | y - y                            |                                  |                     |
|   |   |   |             |               |                                  | I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup>     | W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup> | i <sub>x</sub> , см | I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup> | W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup> | i <sub>y</sub> , см |

Из сталей ВСтЗкн, ВСтЗпс, ГОСТ 380—88

|     |     |   |    |       |       |         |        |      |       |        |        |      |       |
|-----|-----|---|----|-------|-------|---------|--------|------|-------|--------|--------|------|-------|
| 180 | 125 | 5 | 12 | 22,18 | 28,26 | 1265,94 | 140,66 | 6,69 | 85,20 | 726,58 | 116,25 | 5,07 | 66,63 |
| 180 | 75  | 5 | 12 | 18,26 | 23,26 | 883,02  | 98,11  | 6,16 | 63,33 | 226,38 | 60,37  | 3,12 | 34,44 |
| 160 | 120 | 3 | 6  | 12,60 | 16,05 | 601,73  | 75,22  | 6,12 | 44,69 | 388,86 | 64,81  | 4,92 | 36,67 |
| 97  | 80  | 3 | 6  | 7,76  | 9,87  | 134,73  | 27,78  | 3,69 | 21,99 | 100,45 | 25,11  | 3,19 | 14,53 |

Из сталей ВСтЗкп ГОСТ 380—88, 09Г2 ГОСТ 19282—73 \*

|     |     |   |    |       |       |         |        |      |        |        |        |      |       |
|-----|-----|---|----|-------|-------|---------|--------|------|--------|--------|--------|------|-------|
| 230 | 100 | 8 | 22 | 36,64 | 46,47 | 2804,05 | 243,88 | 7,75 | 159,76 | 770,24 | 154,05 | 4,06 | 89,73 |
| 230 | 100 | 5 | 22 | 23,47 | 29,90 | 1868,01 | 162,44 | 7,90 | 104,48 | 525,05 | 105,01 | 4,19 | 59,31 |
| 160 | 130 | 7 | 18 | 28,30 | 36,06 | 1263,31 | 157,91 | 5,92 | 96,54  | 921,02 | 141,70 | 5,05 | 83,99 |
| 150 | 100 | 8 | 22 | 27,02 | 34,42 | 959,61  | 127,96 | 5,28 | 81,39  | 513,87 | 102,77 | 3,86 | 61,77 |

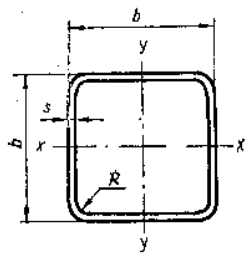


Таблица IX.20. Профили стальные гнутые замкнутые сварные квадратные по ГОСТ 25577—83\*  
Пример обозначения: пр. гн. 140×5/ГОСТ 25577—83\*

| b  | s | R, не более | Масса 1 м, кг | Площадь сечения, см <sup>2</sup> | Справочные величины для осей     |                                  |                                  |                                  |
|----|---|-------------|---------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
|    |   |             |               |                                  | x—x                              |                                  |                                  |                                  |
| мм |   |             |               |                                  | I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup> | W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup> | I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup> | S <sub>x</sub> , см <sup>3</sup> |

Из сталей ВСтЗкп, ВСтЗпс ГОСТ 380—88

|     |   |   |       |        |        |       |      |       |
|-----|---|---|-------|--------|--------|-------|------|-------|
| 110 | 3 | 6 | 9,79  | 121,45 | 233,59 | 42,47 | 4,33 | 24,70 |
| 100 | 4 | 8 | 11,50 | 14,70  | 234    | 48,90 | 3,87 | 26    |

Из сталей ВСтЗсп ГОСТ 380—88, 09Г2 ГОСТ 19282—73 \*

|     |   |    |       |       |         |        |      |        |
|-----|---|----|-------|-------|---------|--------|------|--------|
| 150 | 8 | 22 | 32,86 | 41,86 | 1329,97 | 177,23 | 5,64 | 107,63 |
| 140 | 8 | 22 | 30,36 | 38,67 | 1055,26 | 150,75 | 5,22 | 92,08  |
| 140 | 7 | 18 | 27,21 | 34,66 | 974,21  | 139,17 | 5,30 | 83,87  |
| 140 | 5 | 12 | 20,22 | 25,76 | 780,54  | 108,62 | 5,43 | 64,01  |
| 110 | 6 | 14 | 18,22 | 23,31 | 398,80  | 72,51  | 4,15 | 43,91  |
| 100 | 5 | 12 | 13,94 | 17,76 | 255,57  | 51,11  | 3,79 | 30,76  |
| 100 | 4 | 10 | 11,47 | 14,54 | 215,73  | 43,15  | 3,85 | 25,59  |
| 80  | 4 | 10 | 8,90  | 11,34 | 104,21  | 26,05  | 3,03 | 15,69  |

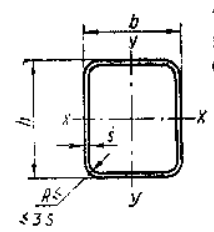


Таблица IX.21. Профили гнутые замкнутые сварные прямоугольные по ТУ 36-2287-80 (с изменением № 2)  
Обозначение: h × b × s/ТУ 36-2287-80

| h  | b | s | Масса 1 м длины, кг | Площадь поперечного сечения, см <sup>2</sup> | Справочные величины для осей     |                                  |                                  |                                  |                                  |  |
|----|---|---|---------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|
|    |   |   |                     |  | x—x                              |                                  |                                  | y—y                              |                                  |  |
| мм |   |   |                     |  | I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup> | W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup> | I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup> | W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup> | I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup> |  |

|     |    |   |       |       |       |      |      |      |      |      |
|-----|----|---|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
| 100 | 60 | 3 | 7,25  | 9,24  | 126,2 | 25,2 | 3,69 | 56,6 | 18,9 | 2,47 |
| 100 | 60 | 4 | 9,55  | 12,16 | 162,6 | 32,5 | 3,86 | 72,2 | 24,1 | 2,44 |
| 100 | 60 | 5 | 11,78 | 15    | 196,2 | 39,2 | 3,62 | 86,2 | 28,7 | 2,40 |
| 100 | 60 | 6 | 13,94 | 17,76 | 227,4 | 45,5 | 3,58 | 99   | 33   | 2,36 |
| 120 | 80 | 3 | 9,14  | 11,64 | 238,4 | 39,7 | 4,53 | 127  | 31,7 | 3,30 |
| 120 | 80 | 4 | 12,06 | 15,36 | 309   | 51,5 | 4,48 | 164  | 41   | 3,27 |
| 120 | 80 | 5 | 14,92 | 19    | 375,6 | 62,6 | 4,44 | 198  | 49,5 | 3,23 |
| 120 | 80 | 6 | 17,71 | 22,56 | 438,2 | 73,0 | 4,40 | 229  | 57,2 | 3,19 |
| 140 | 60 | 4 | 12,06 | 15,36 | 375,3 | 53,6 | 4,94 | 97,3 | 32,4 | 2,52 |

Продолжение табл. IX.21

| h  | b | s | Масса 1 м длины, кг | Площадь поперечного сечения, см <sup>2</sup> | Справочные величины для осей     |                                  |                                  |                                  |                                  |  |
|----|---|---|---------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--|
|    |   |   |                     |  | x—x                              |                                  |                                  | y—y                              |                                  |  |
| мм |   |   |                     |  | I <sub>x</sub> , см <sup>4</sup> | W <sub>x</sub> , см <sup>3</sup> | I <sub>y</sub> , см <sup>4</sup> | W <sub>y</sub> , см <sup>3</sup> | I <sub>z</sub> , см <sup>4</sup> |  |

|     |     |   |       |       |        |       |      |        |       |      |
|-----|-----|---|-------|-------|--------|-------|------|--------|-------|------|
| 140 | 60  | 5 | 14,92 | 19    | 456,6  | 65,2  | 4,90 | 117    | 39    | 2,48 |
| 140 | 60  | 6 | 17,71 | 22,56 | 533,1  | 76,2  | 4,86 | 134    | 44,7  | 2,43 |
| 140 | 100 | 4 | 14,57 | 18,56 | 523,4  | 74,8  | 5,31 | 310,1  | 62    | 4,09 |
| 140 | 100 | 5 | 18,06 | 23    | 638,9  | 91,3  | 5,27 | 376,9  | 75,4  | 4,05 |
| 140 | 100 | 6 | 21,48 | 27,36 | 748,7  | 106,9 | 5,23 | 439,7  | 88    | 4,01 |
| 140 | 100 | 7 | 24,84 | 31,64 | 835,1  | 121,8 | 5,19 | 498,9  | 99,8  | 3,97 |
| 160 | 80  | 4 | 14,57 | 18,56 | 623,5  | 77,9  | 5,80 | 210    | 52,5  | 3,36 |
| 160 | 80  | 5 | 18,06 | 23    | 761,9  | 95,2  | 5,75 | 253,9  | 63,5  | 3,32 |
| 160 | 80  | 6 | 21,48 | 27,36 | 893,5  | 111,6 | 5,71 | 294,9  | 73,7  | 3,28 |
| 160 | 80  | 7 | 24,84 | 31,64 | 1018,9 | 127,3 | 5,67 | 332,9  | 83,2  | 3,24 |
| 160 | 120 | 4 | 17,08 | 21,76 | 818,3  | 102,3 | 6,13 | 524,4  | 87,4  | 4,91 |
| 160 | 120 | 5 | 21,19 | 27    | 1002,2 | 125,2 | 6,09 | 640,2  | 105,7 | 4,87 |
| 160 | 120 | 6 | 25,24 | 32,16 | 1178,3 | 147,2 | 6,05 | 750,4  | 125,1 | 4,83 |
| 160 | 120 | 7 | 29,20 | 37,24 | 1346,9 | 168,3 | 6,01 | 855    | 142,5 | 4,79 |
| 160 | 120 | 8 | 33,16 | 42,24 | 1508,1 | 188,5 | 5,97 | 954,2  | 159   | 4,75 |
| 180 | 60  | 5 | 18,06 | 23    | 868,9  | 96,5  | 6,15 | 147    | 49    | 2,53 |
| 180 | 60  | 6 | 21,48 | 27,36 | 1019,3 | 113,2 | 6,10 | 169    | 56,4  | 2,48 |
| 180 | 60  | 7 | 24,84 | 31,64 | 1162,5 | 129,2 | 6,05 | 189,4  | 63,1  | 2,44 |
| 180 | 60  | 5 | 21,19 | 27    | 1175,2 | 130,6 | 6,60 | 467,2  | 93,4  | 4,16 |
| 180 | 100 | 6 | 25,24 | 32,16 | 1382,8 | 153,6 | 6,55 | 545,9  | 109,2 | 4,12 |
| 180 | 100 | 7 | 29,20 | 37,24 | 1581,7 | 175,7 | 6,51 | 620,1  | 124   | 4,08 |
| 180 | 100 | 8 | 33,16 | 42,24 | 1772,3 | 196,9 | 6,48 | 690    | 138   | 4,04 |
| 180 | 140 | 5 | 24,30 | 31    | 1481,5 | 164,6 | 6,91 | 1003,6 | 143,4 | 5,69 |
| 180 | 140 | 6 | 29,01 | 36,96 | 1746,2 | 194   | 6,87 | 1180   | 168,6 | 5,65 |
| 180 | 140 | 7 | 33,63 | 42,84 | 2001   | 222,3 | 6,83 | 1348,8 | 192,7 | 5,61 |
| 180 | 140 | 8 | 38,18 | 48,64 | 2246   | 249,5 | 6,79 | 1510,3 | 215,8 | 5,57 |
| 200 | 160 | 5 | 27,47 | 35    | 2092,9 | 209,3 | 7,73 | 1482,9 | 185,4 | 6,51 |
| 200 | 160 | 6 | 32,78 | 41,76 | 2471,5 | 247,1 | 7,69 | 1747,8 | 218,5 | 6,47 |
| 200 | 160 | 7 | 38    | 48,44 | 2837,5 | 283,7 | 7,65 | 2002,8 | 250,4 | 6,43 |
| 200 | 160 | 8 | 43,20 | 55,04 | 3191,2 | 319,1 | 7,61 | 2248,1 | 281   | 6,39 |

Примечания: 1. Профиль 200 × 160 × 5 поставляется по согласованию сторон. 2. Профили поставляются из листовой горячекатаной стали: углеродистой общего назначения толщиной 4 мм и более по ГОСТ 14637—79\*, толщиной 3 мм — по ГОСТ 16523—70\*; низколегированной толщиной 4 мм и более — по ГОСТ 19282—73\*, толщиной 3 мм — по ГОСТ 17066—80\*.



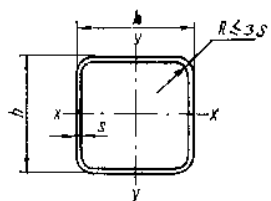


Таблица IX.22. Профили гнутые замкнутые сварные квадратные по ТУ 36-2287-80 (с изменением № 2)

Обозначение: кв.  $h \times h \times s$ /ТУ 36-2287-80

| h<br>мм | s<br>мм | Масса 1 м<br>длины, кг | Площадь<br>поперечного<br>сечения, см <sup>2</sup> | Справочные величины для осей     |                                  |                  |
|---------|---------|------------------------|--|----------------------------------|----------------------------------|------------------|
|         |         |                        |  | x — x и y — y                    |                                  |                  |
|         |         |                        |  | $I_x = I_y$ ,<br>см <sup>4</sup> | $W_x = W_y$ ,<br>см <sup>3</sup> | $i_x = i_y$ , см |
| 80      | 3       | 7,26                   | 9,24   | 91,4                             | 22,8                             | 3,14             |
| 80      | 4       | 9,54                   | 12,16  | 117,3                            | 29,3                             | 3,10             |
| 80      | 5       | 11,77                  | 15   | 141,2                            | 35,3                             | 3,07             |
| 80      | 6       | 13,94                  | 17,76  | 163,1                            | 40,7                             | 3,03             |
| 100     | 3       | 9,13                   | 11,64  | 182,7                            | 36,5                             | 3,96             |
| 100     | 4       | 12,05                  | 15,36  | 236,3                            | 47,2                             | 3,92             |
| 100     | 5       | 14,92                  | 19   | 286,5                            | 57,3                             | 3,89             |
| 100     | 6       | 17,71                  | 22,56  | 333,5                            | 66,7                             | 3,84             |
| 120     | 3       | 11,02                  | 14,04  | 320,5                            | 53,4                             | 4,77             |
| 120     | 4       | 14,57                  | 18,56  | 416,7                            | 69,4                             | 4,74             |
| 120     | 5       | 18,06                  | 23   | 507,9                            | 84,6                             | 4,69             |
| 120     | 6       | 21,48                  | 27,36  | 594,2                            | 99                               | 4,66             |
| 140     | 4       | 17,08                  | 21,76  | 671,3                            | 95,9                             | 5,55             |
| 140     | 5       | 21,19                  | 27   | 821,2                            | 117,3                            | 5,51             |
| 140     | 6       | 25,24                  | 32,16  | 964,3                            | 137,7                            | 5,48             |
| 140     | 7       | 29,23                  | 37,24  | 1100,9                           | 157,2                            | 5,44             |
| 140     | 8       | 33,16                  | 42,24  | 1231,1                           | 175,8                            | 5,39             |
| 160     | 4       | 19,6                   | 24,96  | 1013                             | 126,6                            | 6,37             |
| 160     | 5       | 24,33                  | 31   | 1242,5                           | 155,3                            | 6,33             |
| 160     | 6       | 29,01                  | 36,96  | 1463,1                           | 182,8                            | 6,29             |
| 160     | 7       | 33,63                  | 42,84  | 1674,9                           | 209,3                            | 6,25             |
| 160     | 8       | 38,18                  | 48,64  | 1878,1                           | 234,7                            | 6,21             |
| 180     | 5       | 27,47                  | 35   | 1787,9                           | 198,6                            | 7,15             |
| 180     | 6       | 32,78                  | 41,76  | 2109,7                           | 234,4                            | 7,11             |
| 180     | 7       | 38,02                  | 48,44  | 2420,2                           | 268,9                            | 7,07             |
| 180     | 8       | 43,21                  | 55,04  | 2719,7                           | 302,1                            | 7,03             |

Примечание. Профили изготавливаются из листовой горячекатаной стали: углеродистой общего назначения толщиной 4 мм и более по ГОСТ 14637—79\*, толщиной 3 мм — по ГОСТ 16523—70\*; низколегированной толщиной 4 мм и более — по ГОСТ 19282—73\*, толщиной 3 мм — по ГОСТ 17066—80\*.

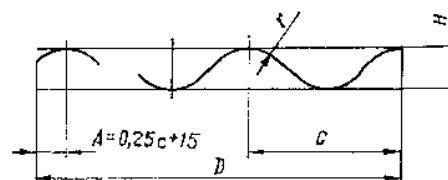


Таблица IX.23. Сталь листовая волнистая по ГОСТ 3685—71\*

Пример обозначения:  
~670×130×35×1,8/ГОСТ 3685—71\*

| Ширина листа D, мм |                  | Размеры, мм |    |      |
|--------------------|------------------|-------------|----|------|
| до волнования      | после волнования | D           | H  | t    |
| 1000               | 835              | 130         | 35 | 1,1H |
| 800                | 670              | 130         | 35 | 1,1H |
| 710                | 590              | 130         | 35 | 1,1H |
| 1000               | 835              | 100         | 30 | 0,9H |
| 750                | 625              | 100         | 30 | 0,9H |

Примечание. Масса 1 м<sup>2</sup> проекции толщиной 1 мм 9,35 кг.

## УКАЗАТЕЛЬ ОСНОВНЫХ БУКВЕННЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ

- $A$  — площадь сечения брутто;  
 $A_{bn}$  — площадь сечения болта нетто;  
 $A_n$  — площадь сечения нетто;  
 $A_{of}$  — площадь сечения по металлу углового шва;  
 $A_{oz}$  — площадь сечения по металлу границы сплавления;  
 $E$  — модуль упругости;  
 $I$  — момент инерции;  
 $I_x, I_y$  — моменты инерции сечения брутто относительно осей соответственно  $x - x$  и  $y - y$ ;  
 $I_{xn}, I_{yn}$  — то же, сечения нетто;  
 $I_{fx}, I_{fy}$  — моменты инерции расчетного сечения по металлу шва относительно его главных осей;  
 $I_{zx}, I_{zy}$  — то же, по металлу границы сплавления;  
 $M$  — момент, изгибающий момент;  
 $M_x, M_y$  — моменты относительно осей соответственно  $x - x$  и  $y - y$ ;  
 $N$  — продольная сила;  
 $Q$  — поперечная сила;  
 $Q_s$  — условная поперечная сила, приходящаяся на систему планок, расположенных в одной плоскости;  
 $R_{bh}$  — расчетное сопротивление высокопрочных болтов растяжению;  
 $R_{bd}$  — расчетное сопротивление болтовых соединений смятию;  
 $R_{bs}$  — расчетное сопротивление болтов срезу;  
 $R_{bt}$  — расчетное сопротивление болтов растяжению;  
 $R_{bun}$  — нормативное сопротивление стали болтов, принимаемое равным временному сопротивлению  $\sigma_b$  по ГОСТ и ТУ на болты;  
 $R_p$  — расчетное сопротивление стали смятию торцевой поверхности (при наличии пригонки);  
 $R_{th}$  — расчетное сопротивление стали растяжению в направлении толщины проката;  
 $R_u, R_s$  — расчетное сопротивление стали соответственно растяжению, сжатию, изгибу по временному сопротивлению и сдвигу;  
 $R_{un}$  — временное сопротивление стали разрыву, принимаемое равным минимальному значению  $\sigma_n$  по ГОСТ и ТУ на сталь;  
 $R_{of}, R_{oz}$  — расчетное сопротивление угловых швов срезу (условному) соответственно по металлу шва и металлу границы сплавления;  
 $R_{ou}$  — расчетное сопротивление стыковых сварных соединений сжатию, растяжению, изгибу по временному сопротивлению;  
 $R_{oun}$  — нормативное сопротивление металла шва по временному сопротивлению;  
 $R_{os}$  — расчетное сопротивление стыковых сварных соединений сдвигу;  
 $R_{oy}$  — то же, сжатию, растяжению, изгибу по пределу текучести;

- $R_y$  — расчетное сопротивление стали растяжению, сжатию, изгибу по пределу текучести;  
 $R_{yt}$  — предел текучести стали, принимаемый равным значению предела текучести  $\sigma_T$  по ГОСТ и ТУ на сталь;  
 $S$  — статический момент сдвигаемой части сечения брутто относительно нейтральной оси;  
 $W_x, W_y$  — моменты сопротивления сечения брутто относительно осей соответственно  $x - x$  и  $y - y$ ;  
 $W_{xn}, W_{yn}$  — то же, сечения нетто;  
 $W_f, W_z$  — моменты сопротивления расчетного сечения соответственно по металлу шва и границы сплавления;  
 $b$  — ширина;  
 $e$  — эксцентриситет силы;  
 $h$  — высота;  
 $h_{ef}$  — расчетная высота стенки;  
 $i$  — радиус инерции сечения;  
 $i_{\min}$  — наименьший радиус инерции сечения;  
 $i_x, i_y$  — радиусы инерции сечения относительно осей соответственно  $x - x$  и  $y - y$ ;  
 $K_t$  — катет углового шва;  
 $l$  — длина;  
 $l_{ef}$  — расчетная, условная длина;  
 $l_w$  — длина сварного шва;  
 $l_x, l_y$  — расчетные длины элемента в плоскостях, перпендикулярных осям соответственно  $x - x$  и  $y - y$ ;  
 $\phi$  — относительный эксцентриситет;  
 $t$  — толщина;  
 $\beta_f, \beta_z$  — коэффициенты для расчета углового шва соответственно по металлу шва и металлу границы сплавления;  
 $\gamma_b$  — коэффициент условий работы соединения;  
 $\gamma_c$  — коэффициент условий работы;  
 $\gamma_n, \gamma_m$  — коэффициенты надежности соответственно по назначению и по материалу;  
 $\gamma_{of}, \gamma_{oz}$  — коэффициенты условий работы шва;  
 $\eta$  — коэффициент влияния формы сечения;  
 $\lambda$  — гибкость ( $\lambda = l_{ef}/i$ );  
 $\bar{\lambda}$  — условная гибкость ( $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R_y/E}$ );  
 $\lambda_{ef}$  — приведенная гибкость стержня сквозного сечения;  
 $\bar{\lambda}_{ef}$  — условная приведенная гибкость стержня сквозного сечения ( $\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \sqrt{R_y/E}$ );  
 $\bar{\lambda}_w$  — условная гибкость стенки ( $\bar{\lambda}_w = h \sqrt{R_y/EI}$ );  
 $\lambda_x, \lambda_y$  — расчетные гибкости элемента в плоскостях, перпендикулярных осям соответственно  $x - x$  и  $y - y$ ;  
 $\sigma_x, \sigma_y$  — нормальные напряжения, параллельные осям соответственно  $x - x$  и  $y - y$ ;  
 $\tau_{xy}$  — касательные напряжения;  
 $\sigma_{ox}, \sigma_{oy}$  — нормальные напряжения в сварном соединении по двум взаимно перпендикулярным направлениям;  
 $\tau_{oxy}$  — касательные напряжения в сварном соединении;  
 $\mu$  — коэффициент расчетной длины;  
 $\Phi_x, \Phi_y$  — коэффициент продольного изгиба при расчетах на устойчивость центральных элементов при изгибе их в плоскости и из плоскости действия момента;  
 $\Phi_e$  — коэффициент снижения расчетных сопротивлений при внецентренном сжатии.

## СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Белня Е. И., Балдин В. А., Ведеников Г. С. и др. Металлические конструкции. Общий курс.— 6-е изд. перераб. и доп.— М.: Стройиздат, 1986.— 560 с.
- Васильев А. А. Металлические конструкции.— 3-е изд.— М.: Стройиздат, 1975.— 424 с.
- Васильченко В. Т., Рутман А. Н., Лукьяненко Е. П. Конструирование и изготовление рабочих чертежей строительных металлоконструкций: Справ. пособие.— К.: Будівельник, 1977.— 135 с.
- Лихтарников Я. М., Ладыженский Д. В., Клыков В. М. Расчет стальных конструкций: Справ. пособие.— 3-е изд.— К.: Будівельник, 1984.— 366 с.
- Мельников Н. П. Металлические конструкции: Современное состояние и перспективы развития.— М.: Стройиздат, 1983.— 541 с.
- Металлические конструкции: Правила производства и приемки работ. СНиП III-18-75.— М.: Стройиздат, 1976.— 162 с.
- Муханов К. К. Металлические конструкции.— 3-е изд.— М.: Стройиздат, 1978.— 572 с.
- Нилов А. А., Пермяков В. А., Прицкер А. Я. Стальные конструкции производственных зданий: Справ.— К.: Будівельник, 1986.— 271 с.
- Сахновский М. М. Технологичность строительных сварных стальных конструкций.— 3-е изд.— К.: Будівельник, 1980.— 263 с.
- Сахновский М. М. Справочник конструктора строительных сварных конструкций.— Днепронетровск: Промінь, 1975.— 236 с.
- Справочник конструктора по стальным конструкциям / Под ред. Н. П. Мельникова.— 3-е изд., перераб. и доп.— М.: Стройиздат, 1976.— 329 с.
- Справочник проектировщика: Металлические конструкции / Под ред. Н. П. Мельникова.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Стройиздат, 1980.— 776 с.
- Стальные конструкции: СНиП II-23-81\*.— М.: Стройиздат, 1988.— 94 с.
- Тахтамшиев А. Г. Примеры расчета стальных конструкций.— 2-е изд., перераб.— М.: Стройиздат, 1978.— 238 с.
- Якубовский В. Б., Бухман Э. Б. Экономика, планирование и организация производства металлических конструкций.— М.: Стройиздат, 1965.— 280 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|  |    |
|--|----|
| ПРЕДИСЛОВИЕ . . . . .  | 3  |
| РАЗДЕЛ I. СТАЛИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ . . . . .   | 5  |
| I.1. Расчетные сопротивления прокатной стали . . . . .   | 5  |
| I.2. Группы конструкций и рекомендации по применению сталей . . . . .  | 9  |
| I.3. Химический состав и механические свойства сталей . . . . .  | 14 |
| 1. Углеродистые стали . . . . .  | 14 |
| 2. Низколегированные стали . . . . .   | 16 |
| РАЗДЕЛ II. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ РАЗМЕРОВ И РАСЧЕТ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ . . . . .                      | 23 |
| II.1. Определение геометрических размеров . . . . .  | 23 |
| 1. Геометрические построения стержневых систем . . . . .   | 23 |
| 2. Геометрические построения листовых конструкций . . . . .  | 31 |
| II.2. Расчет металлических конструкций . . . . .   | 34 |
| 1. Общие указания по расчету . . . . .   | 34 |
| 2. Расчет элементов стальных конструкций на центральное растяжение и сжатие . . . . .                            | 36 |
| 3. Расчет элементов стальных конструкций на изгиб . . . . .  | 45 |
| 4. Расчет элементов стальных конструкций, подверженных действию осевой силы с изгибом . . . . .                  | 47 |
| РАЗДЕЛ III. ВЫПОЛНЕНИЕ ЧЕРТЕЖЕЙ КМД С УЧЕТОМ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИЯ НА ЗАВОДЕ ПО ИНДУСТРИАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ . . . . .    | 48 |
| III.1. Основные правила выполнения чертежей КМД строительных металлических конструкций и их оформление . . . . . | 48 |
| 1. Общие положения . . . . .   | 48 |
| 2. Оформление чертежей КМД . . . . .   | 50 |
| III.2. Оборудование заводов металлических конструкций . . . . .  | 57 |
| III.3. Перевозка металлоконструкций на открытом подвижном составе . . . . .                                      | 59 |
| 1. Требования, предъявляемые к конструкциям при перевозке . . . . .  | 59 |
| 2. Расчет крепления грузов . . . . .   | 63 |
| 3. Подвижной состав . . . . .  | 67 |
| РАЗДЕЛ IV. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ . . . . .                                | 69 |
| IV.1. Колонны и стойки . . . . .   | 69 |
| IV.2. Подкрановые конструкции . . . . .  | 70 |
| IV.3. Элементы покрытия . . . . .  | 73 |
| 1. Расчет швов прикрепления раскоса к поясам ферм из двутавровой балки с параллельными гранями полок . . . . .   | 74 |
| 2. Расчет швов прикрепления раскоса из гнутосварных коробчатых профилей к поясам ферм . . . . .                  | 76 |
| IV.4. Балочные клетки . . . . .  | 78 |
| IV.5. Трубчатые конструкции . . . . .  | 82 |
| IV.6. Второстепенные конструкции . . . . .   | 84 |
| РАЗДЕЛ V. ЛИСТОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ . . . . .   | 87 |
| V.1. Особенности конструирования . . . . .   | 87 |
| V.2. Соединения листовых деталей . . . . .   | 88 |
| V.3. Цилиндрические поверхности . . . . .  | 89 |
| 1. Сечения кругового цилиндра . . . . .  | 89 |
| 2. Развертки цилиндрической поверхности . . . . .  | 91 |

|   |            |
|---|------------|
| V.4. Конические поверхности . . . . .   | 104        |
| 1. Основные положения для нормального кругового конуса . . . . .                        | 104        |
| 2. Развертки конических поверхностей . . . . .  | 105        |
| V.5. Сферические поверхности . . . . .  | 134        |
| V.6. Торовые и винтовые поверхности . . . . .   | 143        |
| 1. Торовые поверхности . . . . .  | 143        |
| 2. Винтовые поверхности . . . . .   | 143        |
| V.7. Негабаритные листовые конструкции . . . . .  | 145        |
| 1. Разработка чертежей КМД монтажных схем . . . . .                                     | 146        |
| 2. Разработка чертежей КМД элементов негабаритных листовых кон-<br>струкций . . . . .   | 149        |
| <b>РАЗДЕЛ VI. СВАРНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ . . . . .</b>  | <b>150</b> |
| VI.1. Конструктивные требования, предъявляемые к сварным соединениям . . . . .          | 150        |
| VI.2. Расчет сварных соединений . . . . .   | 154        |
| VI.3. Предельные усилия $[N]$ на сварные соединения . . . . .                           | 160        |
| VI.4. Основные типы и конструктивные элементы швов сварных соединений . . . . .         | 166        |
| <b>РАЗДЕЛ VII. БОЛТОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ . . . . .</b>  | <b>185</b> |
| VII.1. Конструктивные требования, предъявляемые к болтовым соединениям . . . . .        | 185        |
| VII.2. Расчет болтовых соединений . . . . .   | 188        |
| VII.3. Предельные усилия болтовых соединений . . . . .                                  | 190        |
| VII.4. Таблицы болтов, гаек и шайб . . . . .  | 192        |
| VII.5. Соединения на высокопрочных болтах . . . . .                                     | 196        |
| <b>РАЗДЕЛ VIII. НОРМАЛИ . . . . .</b>   | <b>209</b> |
| VIII.1. Расстояния между прокладками составных сечений . . . . .                        | 209        |
| VIII.2. Вырезы под полки швеллеров и двутавров . . . . .                                | 214        |
| VIII.3. Стыки элементов из прокатных и гнутых профилей . . . . .                        | 214        |
| VIII.4. Ребра жесткости прокатных профилей . . . . .                                    | 257        |
| VIII.5. Проушины для транспортировки элементов. Монтажные приспособ-<br>ления . . . . . | 262        |
| VIII.6. Детали крепления и стыки рельсов . . . . .                                      | 267        |
| <b>РАЗДЕЛ IX. СОРТАМЕНТ . . . . .</b>   | <b>270</b> |
| IX.1. Горячекатаные профили . . . . .   | 270        |
| IX.2. Холодногнутые и гнутосварные профили . . . . .                                    | 293        |
| <b>УКАЗАТЕЛЬ ОСНОВНЫХ БУКВЕННЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ ВЕЛИЧИН . . . . .</b>                       | <b>308</b> |
| <b>СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ . . . . .</b>  | <b>310</b> |

Справочное издание

БИБЛИОТЕКА ПРОЕКТИРОВЩИКА

*Васильченко Владимир Трофимович,  
Рутман Александр Наумович,  
Лукьяненко Евгений Петрович*

### **Справочник конструктора металлических конструкций**

Художественный редактор *Б. В. Сушко*  
Технический редактор *З. П. Золотарева*  
Корректор *Н. М. Мирошниченко*

ИБ № 3103

Сдано в набор 07.08.89. Подписано в печать 15.03.90. БФ 05047. Формат 60×90<sup>1/16</sup>. Бумага типо-  
графская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. 19,5. Усл. кр.-отт. 19,5. Уч.-  
изд. л. 23,97. Тираж 22 000 экз. Зак. № 9—2717. Цена 1 р. 50 к.  
Издательство «Будивальник», 252053 Киев, ул. Обсерваторная, 25  
Головное предприятие республиканского производственного объединения «Полиграфкинг»,  
252057, Киев, ул. Довженко, 3.