

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА

**ГОССТРОЙ СССР**

**СНиП  
II-24-74**

# **СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА**

**Часть II**

**НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

**Глава 24**

**Алюминиевые  
конструкции**

**Заменяют СНиП II-03.06-85 с 01.01.87  
пост № 167 от 21.10.85  
БСТ 1-86 с. II.**

**Москва 1975**

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СОВЕТА МИНИСТРОВ СССР ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА  
(ГОССТРОЙ СССР)

СНиП  
II-24-74

СТРОИТЕЛЬНЫЕ  
НОРМЫ И ПРАВИЛА

Часть II

НОРМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Глава 24

АЛЮМИНИЕВЫЕ КОНСТРУКЦИИ

*Установленный и дополненный си. пост. IV/191  
от 17.12.80*

*Утверждены  
постановлением Государственного комитета Совета Министров СССР  
по делам строительства  
от 22 июля 1974 г. № 154*

**Изменения с си. ОК.84**  
**ПОСТ № 70 от 03.05.84**  
**БСТ 8-84 е. 12-12**



МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1975

**Глава СНиП II-24-74 «Алюминиевые конструкции. Нормы проектирования» разработана в развитие главы СНиП II-A.10-71 «Строительные конструкции и основания. Основные положения проектирования».**

С введением в действие настоящей главы СНиП утрачивает силу глава СНиП II-B.5-64 «Алюминиевые конструкции. Нормы проектирования».

Настоящие нормы разработаны: Центральным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским институтом строительных конструкций (ЦНИИСК) им. Кучеренко, Центральным орденом Трудового Красного Знамени научно-исследовательским и проектным институтом строительных металлоконструкций (ЦНИИпроектстальконструкция) с участием Центрального научно-исследовательского и проектно-экспериментального института промышленных зданий и сооружений (ЦНИИпромзданий) Госстроя СССР, Зонального научно-исследовательского и проектного института типового и экспериментального проектирования жилых и общественных зданий (КиевЗНИИЭП) Госгражданстроя и Всесоюзного института легких сплавов (ВИЛС) Минавиапрома с использованием материалов Уральского политехнического института им. С. М. Кирова Минвуза РСФСР и Центрального научно-исследовательского, экспериментального и проектного института по сельскому строительству (ЦНИИЭПсельстрой) Минсельстроя СССР.

Все возможные изменения ГОСТов должны учитываться при пользовании настоящей главой.

Редакторы — инженеры *Ф. М. Шлемин*, *В. Г. Кривошея* (Госстрой СССР), д-р техн. наук *В. А. Балдин*, канд. техн. наук *Б. Г. Бажанов* (ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР), канд. техн. наук *С. С. Кармилов* (ЦНИИпроектстальконструкция Госстроя СССР)

|   |                              |                                |
|---|------------------------------|--------------------------------|
| Государственный комитет<br>Совета Министров СССР<br>по делам строительства<br>(Госстрой СССР) | Строительные нормы и правила | СНиП II-24-74                  |
|   | Алюминиевые конструкции      | Взамен<br>главы СНиП II-B.5-64 |

## 1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

**1.1.** Настоящие нормы и правила должны соблюдаться при проектировании алюминиевых<sup>1</sup> конструкций зданий и сооружений.

**Примечания:** 1. При проектировании алюминиевых конструкций зданий и сооружений должны соблюдаться также соответствующие нормы и правила, предусмотренные другими нормативными документами, утвержденными или согласованными Госстроем СССР.

2. Настоящие нормы и правила не допускается применять при проектировании железнодорожных, автомобильных и городских мостов и конструкций зданий и сооружений, подвергающихся непосредственному воздействию подвижных или динамических нагрузок.

**1.2.** Алюминиевые конструкции применяются при строительстве и реконструкции зданий и сооружений для ограждающих и несущих конструкций при надлежащем технико-экономическом обосновании в следующих случаях:

а) при необходимости значительного снижения массы ограждающих и несущих конструкций здания или сооружения, например, в сейсмических и труднодоступных районах;

б) с целью обеспечения повышенных архитектурных требований к конструкциям зданий или сооружений;

в) для строительства зданий или сооруже-

ний в отдельных подрайонах Северной строительно-климатической зоны;

г) при необходимости обеспечения надежности эксплуатации конструкций за счет: повышенной коррозионной стойкости, сохранения прочностных характеристик при низких температурах и отсутствия искрообразования и магнитных свойств.

**1.3.** При проектировании алюминиевых конструкций надлежит:

а) принимать оптимальные схемы конструкций, сечения элементов и марки алюминия;

б) применять экономичные прессованные профили;

в) применять прогрессивные конструкции (тонколистовые и комбинированные конструкции, пространственные системы из стандартных элементов и др.);

г) предусматривать возможность поточного изготовления, конвейерной сборки и крупноблочного монтажа конструкций;

д) применять заводские и монтажные соединения прогрессивных типов (автоматическая дуговая сварка, контактная сварка, аргонодуговая точечная сварка, болтовые соединения, комбинированные заклепки и др.).

**1.4.** Прочность и устойчивость алюминиевых конструкций должны быть обеспечены в процессе эксплуатации, при транспортировании и монтаже.

<sup>1</sup> В тексте норм проектирования деформируемые алюминиевые сплавы и технический алюминий условно объединены термином «алюминий». Литейные сплавы условно имеют название «отливки».

Внесены  
Центральным  
орденом Трудового Крас-  
ного Знамени научно-исследовательским  
институтом строительных конструкций  
им. В. А. Кучеренко Госстроя СССР

Утверждены  
постановлением  
Государственного комитета  
Совета Министров СССР  
по делам строительства  
от 22 июля 1974 г. № 154

Срок введения в действие  
1 января 1975 г.

## 2. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ АЛЮМИНИЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ И СОЕДИНЕНИЙ

2.1. Выбор марки и состояния (вида обработки) алюминия для конструкций должен производиться исходя из:

- а) характера и интенсивности нагрузки, напряженного состояния элементов конструкций и требуемых механических свойств материала;
- б) химического состава материала и требуемой степени его коррозионной стойкости;
- в) технологичности изготовления полуфабрикатов;
- г) технологичности изготовления конструкций;
- д) архитектурных требований (например, требования по защитно-декоративной отделке).

2.2. Основным материалом для алюминиевых конструкций является деформируемый алюминий марок и состояний, указанных в табл. 1, а состояния алюминия (виды обработки) даны в табл. 2.

ТАБЛИЦА 1  
МАРКИ И СОСТОЯНИЯ АЛЮМИНИЯ

Марки и состояния алюминия

| Термически неупрочняемый | Термически упрочняемый |
|--------------------------|------------------------|
| АД1М*                    | АД31Т                  |
| АМцМ*                    | АД31Т1                 |
| АМг2М*                   | 1925Т                  |
| АМг2П                    | 1915Т                  |

Примечания: 1. Звездочкой указаны марки алюминия, применение которых в листовых конструкциях возможно и после достижения металлом предела текучести в соответствии с п. 3.2.

2. Марки и состояния алюминия, не указанные в табл. 1, допускается применять при наличии технико-экономического обоснования и после проверки их в опытных конструкциях.

ТАБЛИЦА 2  
СОСТОЯНИЯ АЛЮМИНИЯ

| Обозначение состояния | Состояния алюминия  | Обозначение состояния | Состояния алюминия                    |
|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| М                     | Отожженное (мягкое) |                       |                                       |
| П                     | Полунагартованное   | Т                     | Закаленное и естественно состаренное  |
| Н                     | Нагартованное       | T1                    | Закаленное и искусственно состаренное |

Примечания: 1. Полунагартовка и нагартовка применяются преимущественно для термически неупрочняемых марок алюминия.

2. Закалка и старение применяются для термически упрочняемых марок алюминия.

2.3. В зависимости от назначения и условий эксплуатации все конструкции разбиваются на четыре группы. Группы и примерный перечень конструкций, а также данные для выбора марок алюминия приведены в приложении 1.

2.4. Физические характеристики алюминия (плотность, коэффициент линейного расширения, модуль упругости, модуль сдвига и коэффициент Пуассона) приведены в приложении 3.

2.5. Виды алюминиевых полуфабрикатов, применяемых для строительных конструкций, даны в приложении 4. Допускаются отступления от данных, приведенных в приложении 4, при условии согласования с заводами-поставщиками.

2.6. Отливки из алюминиевых литейных сплавов надлежит проектировать из алюминия марки АЛ8, удовлетворяющего требованиям ГОСТ 2685—63\*. В алюминиевых конструкциях допускается применять стальные отливки из материалов, указанных в главе СНиП по проектированию стальных конструкций.

2.7. В качестве электродного и присадочного металла при дуговых способах сварки надлежит применять сварочную проволоку из алюминия СвА1, СвАМг3, 1557, выпускаемую по ГОСТ 7871—63, а также по специальным техническим условиям. Указания по применению сварочной проволоки даны в табл. 7 и 8.

В качестве защитного инертного газа надлежит применять аргон марки А, выпускаемый по ГОСТ 10157—62.

При соответствующем технико-экономическом обосновании для сварки конструкций допускается применять новые прогрессивные сварочные материалы (проводки, защитные газы). При этом расчетные сопротивления металла сварных соединений должны быть не ниже приведенных в табл. 7 и 8.

ТАБЛИЦА 3  
МАРКИ АЛЮМИНИЯ ДЛЯ ЗАКЛЕПОК, ПОСТАВЛЕННЫХ В ХОЛОДНОМ СОСТОЯНИИ, И ДЛЯ БОЛТОВ

| Марки и состояния алюминия |            |
|----------------------------|------------|
| для заклепок               | для болтов |
| АД1Н                       | —          |
| АМг2Н                      | —          |
| АМгбПМ                     | АМгбП      |
| АВТ                        | АВТ1       |

**2.8.** Марки алюминия для заклепок, установленных в холодном состоянии, и для болтов приведены в табл. 3. Марки стали для стальных болтов приведены в главе СНиП по проектированию стальных конструкций.

Приложение. В целях предотвращения коррозии применяемые в алюминиевых конструкциях стальные болты должны быть кадмированы или оцинкованы.

**2.9.** В алюминиевых конструкциях надлежит применять:

а) болты повышенной точности из алюминия (табл. 3) и стали по ГОСТ 1759—70\*;

б) болты нормальной точности из алюминия (табл. 3) и стали по ГОСТ 1759—70\*;

в) болты с обжимными кольцами (лок-болты);

г) высокопрочные стальные болты по ТУ 14-4-87-72.

работы элементов алюминиевых конструкций, приведенные соответственно в табл. 13 и 14.

Для особо ответственных конструкций значения расчетных сопротивлений должны понижаться с коэффициентом надежности  $K_n$ , устанавливаемым специальными техническими условиями на проектирование конструкций.

Приложение. 1. За расчетную температуру наружного воздуха принимается средняя температура наиболее холодной пятидневки согласно указаниям глав СНиП по строительной климатологии и геофизике.

2. Для соединений на заклепках и болтах (табл. 10—12) расчетные сопротивления растяжению и срезу принимаются по материалу заклепок или болтов; расчетные сопротивления смятию — по марке алюминия соединяемых элементов конструкций.

**3.2.** Расчетные сопротивления растяжению алюминия для конструкций, эксплуатация которых возможна и после достижения алюминием предела текучести, должны приниматься по табл. 5.

ТАБЛИЦА 5

**РАСЧЕТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ  $R$  РАСТЯЖЕНИЮ  
АЛЮМИНИЯ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ, ЭКСПЛУАТАЦИЯ  
КОТОРЫХ ВОЗМОЖНА И ПОСЛЕ ДОСТИЖЕНИЯ  
АЛЮМИНИЕМ ПРЕДЕЛА ТЕКУЧЕСТИ**

| Марки и состояния алюминия | Расчетные сопротивления, кгс/см <sup>2</sup> |
|----------------------------|--|
| АД1М                       | 350 (360)*                                   |
| АМцМ                       | 550 (450)*                                   |
| АМг2М                      | 850 (650)*                                   |

\* Данные в скобках относятся к сварным стыковым соединениям.

ТАБЛИЦА 4

**РАСЧЕТНОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ  $R$  АЛЮМИНИЯ**

| Напряженное состояние                              | Условное обозначение | Расчетные сопротивления, кгс/см <sup>2</sup> |      |       |       |                                       |        |       |       |
|--|----------------------|--|------|-------|-------|---------------------------------------|--------|-------|-------|
|  |                      | термически неупрочняемый алюминий марок      |      |       |       | термически упрочняемый алюминий марок |        |       |       |
|  |                      | АД1М   | АМцМ | АМг2М | АМг2П | АДз1Т                                 | АДз1Т1 | 1925Т | 1915Т |
| Растяжение, сжатие и изгиб                         | $R$                  | 250  | 400  | 700   | 1500  | 550                                   | 1500   | 1750  | 2000  |
| Срез   | $R_{cp}$             | 150  | 250  | 400   | 900   | 350                                   | 900    | 1050  | 1200  |
| Смятие торцевой поверхности (при наличии пригонки) | $R_{cm.t}$           | 400  | 600  | 1050  | 2250  | 800                                   | 2250   | 2630  | 3000  |
| Смятие местное при плотном касании                 | $R_{cm.m}$           | 200  | 300  | 500   | 1100  | 400                                   | 1100   | 1300  | 1500  |

Приложение. Расчетное сопротивление алюминия для отливок марки АЛ8 принимается 1400 кгс/см<sup>2</sup>.

ТАБЛИЦА 6

**РАСЧЕТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ  $R$  АЛЮМИНИЯ В ОКОЛОШОВОЙ ЗОНЕ  
ПРИ АРГОНОДУГОВОЙ СВАРКЕ**

| Конструкция соединения                                       | Напряженное состояние      | Условное обозначение | Расчетные сопротивления, кгс/см <sup>2</sup>                         |        |       |       |                                       |        |       |       |       |
|--|----------------------------|----------------------|--|--------|-------|-------|---------------------------------------|--------|-------|-------|-------|
|  |                            |                      | Термически неупрочняемый алюминий марок                              |        |       |       | Термически упрочняемый алюминий марок |        |       |       |       |
|  |                            |                      | АД1М   | АМцМ   | АМг2М | АМг2П | АД31Т                                 | АД31Т1 | 1915Т |       |       |
|  |                            |                      | при сварке с применением электродной или присадочной проволоки марок |        |       |       |                                       |        |       |       |       |
|  |                            |                      | СвА1   | СвАМг3 |       |       | СвАМг3; 1557                          |        | 1557  |       |       |
| Встык и нахлестка с лобовыми швами (сечение 1—1, рис. 1,а,б) | Растяжение, сжатие и изгиб | $R$                  | 250  | 400    | 650   | 650   | 550                                   | 800    |       | 1700  | 1800  |
|  | Срез                       | $R_{cp}$             | 150  | 250    | 400   | 400   | 350                                   | 500    |       | 1050  |       |
| Нахлестка с фланговыми швами (сечение 1—1, рис. 1,в)         | Растяжение, сжатие и изгиб |                      | 250  | 400    | 650   | 650   | 500                                   | 800*   | 1450* | 1050* | 1700* |

\* Для соединений внахлестку из профильных элементов.

Приложения: 1. Расчетное сопротивление  $R$  алюминия марки 1915Т указано для профилей толщиной 5—12 мм, а для  $b=4$  мм  $R=1800$  кгс/см<sup>2</sup> (при сварке вольфрамовым электродом).

2. Влияние продольных сварных швов элементов конструкций (продольные сварные швы обшивок, кровельных полотнищ и т. п.) на разупрочнение алюминия в окколошовной зоне не учитывается.

3. В числителе указаны расчетные сопротивления при сварке вольфрамовым электродом, в знаменателе — при сварке плавящимся электродом.

ТАБЛИЦА 7

**РАСЧЕТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ  $R^{cb}$  СВАРНЫХ ШВОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ АРГОНОДУГОВОЙ СВАРКОЙ (ТЕРМИЧЕСКИ НЕУПРОЧНЯЕМЫЙ АЛЮМИНИЙ)**

| Сварные соединения и швы          | Напряженное состояние     | Условное обозначение | Расчетные сопротивления $R^{cb}$ , кгс/см <sup>2</sup> алюминия марок |        |              |
|-----------------------------------|---------------------------|----------------------|---|--------|--------------|
|                                   |                           |                      | АД1М  | АМцМ   | АМг2М, АМг2П |
|                                   |                           |                      | при сварке с применением электродной или присадочной проволоки марок  |        |              |
|                                   |                           |                      | СвА1  | СвАМг3 | СвАМг3       |
| Встык                             | Сжатие, растяжение, изгиб | $R_c^{cb}$           | 250   | 400    | 650          |
|                                   |                           | $R_p^{cb}$           |   |        |              |
| Угловые швы (фланговые и лобовые) | Срез                      | $R_{cp}^{cb}$        | 150   | 250    | 400          |
|                                   |                           | $R_y^{cb}$           | 200   | 300    | 450          |

ТАБЛИЦА 8

**РАСЧЕТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ  $R^{\text{св}}$  СВАРНЫХ ШВОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ АРГОНО-  
ДУГОВОЙ СВАРКОЙ (ТЕРМИЧЕСКИ УПРОЧНЯЕМЫЙ АЛЮМИНИЙ)**

| Сварные соединения и швы  | Напряженное состояние | Условное обозначение | Расчетные сопротивления, кгс/см <sup>2</sup><br>алюминия марок |             |                         |  |  |  |
|---|-----------------------|----------------------|--|-------------|-------------------------|--|--|--|
|   |                       |                      | 1915Т  |             | при толщине металла, мм |  |  |  |
|   |                       |                      | АД31Т  | АД31Т1      |                         |  |  |  |
| <b>при сварке с применением электродной или присадочной проволоки марок</b> |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       | <b>СвАМг3; 1557</b>  |  | <b>1557</b> |                         |  |  |  |
| <b>Встык</b>  |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |
|   |                       |                      |  |             |                         |  |  |  |

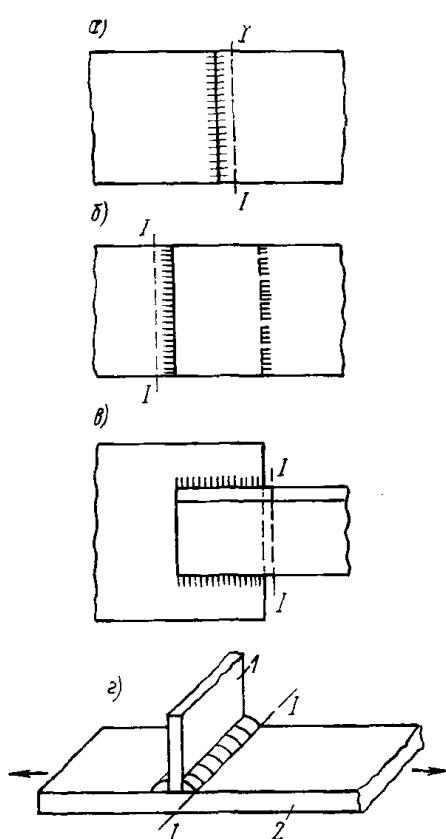


Рис. 1. Конструкции и схема сварных соединений  
а — встык; б — внахлестку лобовыми швами; в — внахлестку фланговыми швами; г — схема прикрепления поперечного элемента к элементу, не имеющему стыка; 1 — поперечный элемент; 2 — элемент без стыка; I—I — расчетное сечение

**3.7. Расчетные сопротивления на срез сварных соединений внахлестку, выполненных контактной роликовой сваркой ( $R_{\text{рол}}^{\text{св}}$ ), для алюминия марок АД1М, АМцМ, АМг2М принимаются равными расчетным сопротивлениям  $R$  (табл. 4 и 5).**

Для алюминия марки АМг2П значения  $R_{\text{рол}}^{\text{св}}$  зависят от толщин свариваемых элементов:  $R_{\text{рол}}^{\text{св}} = KR$ .

Для толщин элементов в диапазоне от 1 до 3 мм понижающий коэффициент  $K$  определяется по формуле

$$K = 0,9 - 0,1\delta,$$

где  $\delta$  — толщина более тонкого из свариваемых элементов, мм.

**3.8. Расчетные сопротивления на срез  $R_{\text{ср}}^{\text{закл}}$  и на смятие  $R_{\text{см}}^{\text{закл}}$  для заклепок, поставленных в холодном состоянии в сверленые или рассверленные отверстия, даны соответственно в табл. 10 и 11.**

ТАБЛИЦА 10

## РАСЧЕТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ НА СРЕЗ

| Марки и состояния алюминия заклепок | Расчетные сопротивления<br>$R_{\text{ср}}^{\text{закл}}$ для заклепок, кгс/см <sup>2</sup> |
|-------------------------------------|--|
| АД1Н                                | 350  |
| АМг2Н                               | 700  |
| АМг5ПМ                              | 1000   |
| АВТ                                 | 1000   |

П р и м е ч а н и я: 1. Постановка заклепок в продавленные отверстия не допускается.

2. Для заклепок с потайными или полупотайными головками расчетные сопротивления заклепочных соединений снижаются на 20%. Указанные заклепки растягивающих усилий не воспринимают.

3. Обозначение марки алюминия АМг5П (с буквой «п» малое) относится к проволоке (пруткам) для заклепок и болтов.

ТАБЛИЦА 11

РАСЧЕТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ НА СМЯТИЕ ЭЛЕМЕНТОВ  
КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ ЗАКЛЕПОК  $R_{\text{см}}^{\text{закл}}$  И ДЛЯ  
БОЛТОВ  $R_{\text{см}}^6$ 

| Марки и состояния алюминия | $R_{\text{см}}^{\text{закл}},$<br>кгс/см <sup>2</sup> | $R_{\text{см}}^6, \text{ кгс}/\text{см}^2$ |
|----------------------------|---|--|
| АД1М                       | 400   | 350  |
| АМцМ                       | 650   | 600  |
| АМг2М                      | 1100  | 1000                                       |
| АМг2П                      | 2400  | 2200                                       |
| АД31Т                      | 900   | 800  |
| АД31Т1                     | 2400  | 2200                                       |
| 1925Т                      | 2800  | 2500                                       |
| 1915Т                      | 3200  | 2900                                       |

П р и м е ч а н и е. Приведенные в таблице расчетные сопротивления даны для болтов, поставленных на расстоянии  $2d$  от оси болта до края элемента. При сокращении этого расстояния до  $1,5d$  приведенные расчетные сопротивления должны понижаться на 40%.

Расчетные сопротивления на растяжение (отрыв головки)  $R_{\text{отр}}^{\text{закл}}$  заклепок определяются прочностью на скальвание (срез) заклепочных головок по поверхности, определенной диаметром стержня и высотой скальваемой части головки заклепки (см. п. 8.6).

**3.9. Расчетные сопротивления на растяжение  $R_p^6$  и на срез  $R_{\text{ср}}^6$  для болтов, поставленных в сверленые или рассверленные отверстия, даны в табл. 12.**

**ТАБЛИЦА 12**  
**РАСЧЕТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ НА РАСТЯЖЕНИЕ  $R_p^6$  И НА СРЕЗ  $R_{cp}^6$**   
**ДЛЯ БОЛТОВ**

| Болтовые соединения       | Напряженное состояние | Условное обозначение | Расчетные сопротивления, кгс/см <sup>2</sup> , алюминия марок |      |
|---------------------------|-----------------------|----------------------|---|------|
|                           |                       |                      | AMg5п   | ABT1 |
| Болты повышенной точности | Растяжение            | $R_p^6$              | 1250  | 1600 |
|                           | Срез                  | $R_{cp}^6$           | 900   | 950  |
| Болты нормальной точности | Растяжение            | $R_p^6$              | 1250  | 1600 |
|                           | Срез                  | $R_{cp}^6$           | 800   | 850  |

Приложения: 1. Расчетное сопротивление на растяжение болтов с обжимными кольцами принимается равным 0,9 расчетного сопротивления на срез.  
 2. Расчетное сопротивление на срез болтов с обжимными кольцами принимается равным расчетным сопротивлением заклепок из соответствующего материала.

**3.10. Расчетные сопротивления на смятие  $R_{cm}^6$  для болтов, поставленных в сверленые или рассверленные отверстия, надлежит принимать по табл. 11.**

**3.11. Расчетные сопротивления алюминия, отливок, сварных соединений, заклепок, болтов, приведенные в табл. 4—12, для конструкций, эксплуатируемых при расчетных температурах наружного воздуха выше плюс 50°C, необходимо умножать на коэффициент  $K_t$ , указанный в табл. 13.**

**ТАБЛИЦА 13**  
**КОЭФФИЦИЕНТЫ  $K_t$  ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ,**  
**ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ПРИ РАСЧЕТНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ**  
**НАРУЖНОГО ВОЗДУХА ВЫШЕ 50°C**

| Марка алюминия | Коэффициенты $K_t$ при температуре наружного воздуха от 51 до 100°C |
|----------------|---|
| АД1, АМц       | 0,85  |
| АМг2           | 0,9   |
| АД31           | 0,9   |
| 1915, 1925     | 0,9   |

Приложения: 1. Приведенные значения коэффициентов  $K_t$  не зависят от состояния алюминия (например, М, Т и Т1).

2. При установлении коэффициентов  $K_t$  должна дополнительно учитываться непрерывная продолжительность выдержки (действия) нагрузки. При непрерывном действии нормативной нагрузки не менее одного года и совпадении этой нагрузки с расчетной температурой наружного воздуха в пределах от 51 до 100°C приведенные значения коэффициентов  $K_t$  должны быть снижены на 10%.

3. При действии нормативной нагрузки, составляющей не менее 0,9 расчетной, непрерывно действующей не менее двух лет, приведенные значения коэффициентов  $K_t$  должны быть снижены на 10%.

2 Зак. 324

**ТАБЛИЦА 14**  
**КОЭФФИЦИЕНТЫ УСЛОВИЙ РАБОТЫ  $m$  ЭЛЕМЕНТОВ**  
**АЛЮМИНИЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

| Элементы конструкций   | Коэффициент $m$ |
|--|-----------------|
| 1. Корпуса и днища резервуаров   | 0,8             |
| 2. Колонны жилых и общественных зданий и опор водонапорных башен   | 0,9             |
| 3. Сжатые элементы решетки плоских ферм при гибкости:<br>$\lambda \leq 50$   | 0,9             |
| $\lambda > 50$   | 0,75            |
| 4. Сжатые раскосы пространственных решетчатых конструкций из одиночных уголков, прикрепляемых к пояскам одной полкой:<br>а) при помощи сварных швов или двух и более заклепок (болтов), поставленных вдоль уголка                | 0,75            |
| б) при помощи одного болта или одной заклепки  | 0,6             |
| 5. Сжатые элементы из одиночных уголков, прикрепляемые одной полкой (для неравнобоких уголков только узкой полкой), за исключением элементов конструкций, указанных в п. 4 настоящей таблицы и плоских ферм из одиночных уголков | 0,6             |

Приложения: 1. Коэффициенты условий работы, установленные в пп. 3 и 5, одновременно не учитываются.

2. Коэффициенты условий работы, установленные в пп. 3 и 4, не распространяются на крепления соответствующих элементов в узлах.

3. Для сжатых раскосов пространственных решетчатых конструкций из одиночных уголков при треугольной решетке с распорками (см. далее рис. 7,а) коэффициент условий работы (п. 4) не учитывается.

**3.12. При расчете элементов и соединений алюминиевых конструкций приведенные в табл. 4—12 расчетные сопротивления должны**

умножаться на коэффициенты  $m$  условий работы элементов алюминиевых конструкций, принимаемые по табл. 14.

#### 4. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ АЛЮМИНИЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСЕВЫЕ СИЛЫ И ИЗГИБ

##### Центрально-сжатые и центрально-растянутые элементы

4.1. Прочность элементов, подверженных центральному растяжению или сжатию силой  $N$ , проверяется по формуле

$$\frac{N}{F_{\text{вт}}} \leq R, \quad (1)$$

где  $R$  — расчетное сопротивление алюминия растяжению и сжатию;

$F_{\text{вт}}$  — площадь сечения элементов нетто.

4.2. Устойчивость центрально-сжатых элементов проверяется по формуле

$$\frac{N}{\Phi F} \leq R, \quad (2)$$

где  $\Phi$  — коэффициент продольного изгиба, принимаемый по приложению 5 в функции от наибольшей гибкости

$$\lambda = \frac{l}{r};$$

$F$  — площадь сечения элемента брутто;

$l$  — расчетная длина элемента;

$r$  — радиус инерции.

4.3. Стержни из одиночных уголков рассчитываются на центральное сжатие по п. 4.2.

При определении гибкости этих стержней радиус инерции сечения уголка  $r$  принимается:

а) если стержни прикреплены только по концам — минимальный;

б) при наличии промежуточного закрепления (распорки, штренгели, связи и т. п.), предопределяющего направление выпучивания уголка в плоскости, параллельной одной из полок, — относительно оси, параллельной второй полке уголка.

4.4. Центрально-сжатые элементы со сплошными стенками открытого П-образного сечения, не усиленные и усиленные отбортовками или утолщениями (бульбами) при  $\lambda_x < 3\lambda_y$ , где  $\lambda_x$  и  $\lambda_y$  — гибкости элемента относительно осей  $x$  и  $y$  (рис. 2), должны укрепляться планками или решеткой; при этом должны быть соблюдены указания, приведенные в пп. 4.5 и 4.7.

При отсутствии планок или решетки такие стержни, помимо проверки по формуле (2), следует проверять на устойчивость при изгибно-крутильной форме потери устойчивости согласно приложению 6.

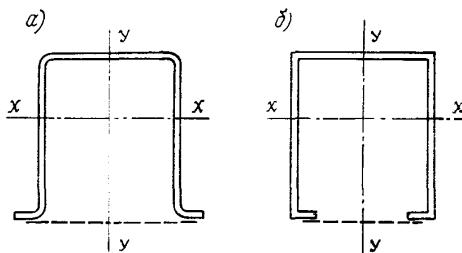
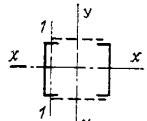
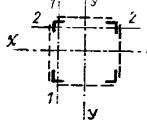
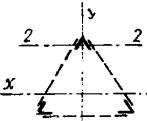


Рис. 2. Типы сжатых элементов открытых П-образных сечений со сплошной стенкой  
а — с наружной отбортовкой; б — с внутренней отбортовкой

ТАБЛИЦА 15  
ПРИВЕДЕННЫЕ ГИБКОСТИ  $\lambda_{\text{пр}}$

| Сечение стержня   | Соединительные элементы | Приведенные гибкости   |
|---|-------------------------|--|
|    | Планки                  | $\sqrt{\lambda_y^2 + \lambda_1^2}$ (3)   |
|   | Решетки                 | $\sqrt{\lambda_y^2 + K_1 \frac{F}{F_{P1}}}$ (4)  |
|  | Планки                  | $\sqrt{\lambda^2 + \lambda_1^2 + \lambda_2^2}$ (5)                                       |
|   | Решетки                 | $\sqrt{\lambda^2 + F \times \left( \frac{K_1}{F_{P1}} + \frac{K_2}{F_{P2}} \right)}$ (6) |
|  | Планки                  | $\sqrt{\lambda^2 + 2\lambda_2^2}$ (7)  |
|   | Решетки                 | $\sqrt{\lambda^2 + F \frac{K_1}{F_P}}$ (8)   |

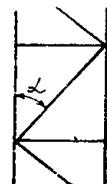
где  $\lambda_y$  — гибкость всего стержня относительно оси  $y - y$ ;

$\lambda$  — наибольшая гибкость всего стержня;

$\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  — гибкости отдельных ветвей относительно осей 1—1 и 2—2 на участках между приваренными планками (в свету) или между центрами крайних заклепок;

$F$  — площадь сечения всего стержня;  
 $F_{p1}, F_{p2}$  — площади сечения раскосов решеток (в пределах одной панели), лежащих в плоскостях, соответственно перпендикулярных осям 1—1 и 2—2;  
 $F_2$  — площадь сечения раскосов (в пределах одной панели), расположенных в одной из плоскостей трехгранных стержней;  
 $K_1, K_2$  — коэффициенты, принимаемые в зависимости от величины угла  $\alpha_1$  или  $\alpha_2$  между раскосом решетки и ветвью (см. эскиз) соответственно в плоскостях, параллельных осям 1—1 или 2—2, равными при

|                                  |            |               |
|----------------------------------|------------|---------------|
| $\alpha_1 (\alpha_2) = 30^\circ$ | $40^\circ$ | $45-60^\circ$ |
| $K_1 (K_2) = 45$                 | 31         | 27            |



Примечания: 1. Формулы (3), (5) и (7) справедливы при отношении погонных жесткостей планки и ветви  $\frac{i_{\text{пл}}}{i_{\text{в}}} > 3$ .

При  $\frac{i_{\text{пл}}}{i_{\text{в}}} < 3$  должно быть учтено влияние податливости планки на величину приведенной гибкости.

2. Формулы (7) и (8) имеют силу при равностороннем сечении стойки.

3. Гибкость отдельных ветвей  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  на участке между планками должна быть не более 30.

4. При наличии в одной из плоскостей вместо планок сплошного листа (см. на рис. 2) гибкость ветви вычисляется по радиусу инерции полусечения относительно его оси, перпендикулярной плоскости планок. В составных стержнях с решетками гибкость отдельных ветвей на участках между узлами не должна превышать приведенную гибкость  $\lambda_{\text{пр}}$  стержня в целом.

4.5. Для составных центрально-сжатых стержней, ветви которых соединены планками или решетками (при треугольной системе решеток с распорками или без распорок), коэффициент продольного изгиба  $\varphi$  должен определяться по приведенной гибкости  $\lambda_{\text{пр}}$ , вычисляемой по формулам табл. 15.

4.6. Составные элементы из уголков, швеллеров и т. п., соединенных плотную или через прокладки, рассчитываются как сплошностенчатые при условии, что наибольшие расстояния между их соединениями (прокладками, шайбами и т. п.) не превышают  $30r$  — для сжатых элементов,  $80r$  — для растянутых элементов, где  $r$  — радиус инерции уголка или швеллера относительно оси, параллельной плоскости расположения прокладок.

При этом в пределах длины сжатого элемента следует ставить не менее двух прокладок. За длину сжатого элемента пояса сквозных конструкций (например, ферм) принимается его расчетная длина из плоскости фермы.

4.7. Соединительные элементы (планки или решетки) центрально-сжатых составных стержней должны рассчитываться на условную поперечную силу  $Q_{\text{ усл}}$  (кг), принимаемую

постоянной по всей длине стержня и определяемую по табл. 16.

ТАБЛИЦА 16  
УСЛОВНЫЕ ПОПЕРЕЧНЫЕ СИЛЫ  $Q_{\text{ усл}}$

| Конструкции из алюминия марок и состояний | Значение условной поперечной силы, кг |
|---|---------------------------------------|
| АД1М; АД31Т; АМг2М                        | 10F                                   |
| АД31Т1; АМг2П                             | 20F                                   |
| 1925Т; 1915Т                              | 30F                                   |

$F$  — площадь брута всего сечения стержня в см<sup>2</sup>.

Примечание. В случае недонапряжения стержня величина  $Q_{\text{ усл}}$  может быть уменьшена умножением на  $\frac{N}{F \varphi R}$ , но не более чем на 50%.

Если соединительные элементы расположены в нескольких параллельных плоскостях, то поперечная сила  $Q_{\text{ усл}}$  распределяется:

а) при наличии только соединительных планок или решеток — поровну между всеми системами планок (решеток);

б) при наличии наряду с соединительными планками или решетками сплошного листа — пополам между сплошным листом и всеми системами планок (решеток).

4.8. Соединительные планки (рис. 3) должны рассчитываться как элементы безраскосных ферм на:

а) силу, срезывающую планку, по формуле

$$T = \frac{Q_{\text{п}} l}{c}; \quad (9)$$

б) момент, изгибающий планку в ее плоскости, по формуле: для двух или четырехпоясного элемента

$$M = \frac{Q_{\text{п}} l}{2}, \quad (10)$$

для трехпоясного элемента

$$M = \frac{2}{3} Q l. \quad (11)$$

В формулах (9), (10) и (11):  $Q_{\text{п}}$  — условная поперечная сила (по табл. 16), приходящаяся на систему планок, расположенных в одной плоскости. Для трехгранных элементов

$$Q_{\text{п}} = 0,68 Q_{\text{ усл}}; \quad (12)$$

*l* — расстояние между центрами планок;  
*c* — расстояние между осями ветвей.

4.9. Соединительные решетки должны рассчитываться как решетки ферм. При расчете перекрестных раскосов крестовой решетки с распорками должны учитываться дополнительные усилия, возникающие в них от деформации поясов.

4.10. Стержни, предназначенные для уменьшения расчетной длины сжатых элементов, должны рассчитываться на усилия, равные условной поперечной силе в основном сжатом стержне, определяемой по табл. 16.

### Изгибающие элементы

4.11. Прочность при изгибе в одной из главных плоскостей проверяется по формулам:

$$\frac{M}{W_{\text{нр}}} \leq R, \quad (13)$$

$$\frac{Q S}{I \delta} \leq R_{\text{ср}}, \quad (14)$$

где *S* — статический момент (брутто) сдвигающейся части сечения относительно нейтральной оси; *δ* — толщина стенки;

*R* и *R<sub>ср</sub>* — расчетные сопротивления алюминия изгибу и срезу.

При наличии ослабления отверстиями для заклепок или болтов значения касательных напряжений, определяемых по формуле (14), умножаются на величину отношения  $\frac{a}{a-d}$ ,

где *a* — шаг отверстий для заклепок или болтов, *d* — диаметр отверстия.

4.12. Прочность изгибающих элементов при изгибе в двух главных плоскостях проверяется по формуле:

$$\frac{M_x}{I_{x \text{ нр}}} y \pm \frac{M_y}{I_{y \text{ нр}}} x \leq R, \quad (15)$$

где *x* и *y* — координаты рассматриваемой точки сечения относительно его главных осей;

*I<sub>x нр</sub>* и *I<sub>y нр</sub>* — моменты инерции сечения нетто относительно его осей соответственно *x*—*x* и *y*—*y*.

4.13. Устойчивость балок проверяется по формуле

$$\frac{M}{\Phi_6 W} \leq R, \quad (16)$$

где *M* и *W* — изгибающий момент и момент сопротивления сечения в плос-

кости наибольшей жесткости (*W* соответствует сжатому поясу);

*Φ<sub>6</sub>* — коэффициент, определяемый по приложению 7.

Проверки устойчивости балок не требуется:

а) при передаче статической нагрузки через сплошной жесткий настил (металлический настил, волнистая сталь, асбестоцементные листы и т. п.), непрерывно опирающийся на сжатый пояс балки и надежно с ним связанный;

б) для балок двутаврового сечения при отношении расчетной длины балки *l* к ширине сжатого пояса *b*, не превышающем величин, приведенных в табл. 17.

ТАБЛИЦА 17  
НАИБОЛЬШИЕ ОТНОШЕНИЯ *l/b*, ПРИ КОТОРЫХ  
НЕ ТРЕБУЕТСЯ ПРОВЕРКА УСТОЙЧИВОСТИ БАЛОК

| Балки                  | <i>h/b</i> | Наибольшие значения <i>l/b</i> для балок с соотношением размеров |                 |                  |                 |  |  |
|------------------------|------------|--|-----------------|------------------|-----------------|--|--|
|                        |            | <i>h/b</i> = 100   |                 | <i>h/b</i> = 50  |                 | При наличии связей в пролете независимо от места приложения нагрузки | При наличии связей в пролете независимо от места приложения нагрузки |
|                        |            | к верхнему поясу   | к нижнему поясу | к верхнему поясу | к нижнему поясу |  |  |
| Прессованные и сварные | 2          | 6  | 9               | 7                | 6               | 10   | 7  |
|                        | 5          | 5  | 8               | 6                | 5               | 8  | 6  |
|                        | 10         | 4  | 6               | 5                | 4               | 6  | 5  |
| Клепанные              | 2          | 7  | 10              | 8                | 8               | 11   | 8  |
|                        | 5          | 6  | 8               | 6                | 6               | 9  | 7  |
|                        | 10         | 5  | 8               | 6                | 5               | 8  | 6  |

где *l* — расчетная длина балки, равная расстоянию между точками закрепления сжатого пояса от поперечных смещений (узлы продольных или поперечных связей, точки опирания жесткого настила); при отсутствии связей *l* — пролет балки;

*b* и *δ<sub>1</sub>* — ширина и толщина сжатого пояса;

*h* — полная высота сечения балки.

П р и м е ч а н и я: 1. Значения *l/b* в табл. 17 определены для балок из алюминия с расчетным сопротивлением *R* = 1 т/см<sup>2</sup>. Для балок из алюминия с другим расчетным сопротивлением значения *l/b*, определенные по табл. 17, умножаются на  $\sqrt{\frac{1}{R}}$  (*R* в т/см<sup>2</sup>).

2. На балки с менее развитым сжатым поясом табл. 17 не распространяется.

3. Применение балок высотой *h* > 5 *b* допускается только при соответствующем обосновании.

### Элементы, подверженные действию осевой силы с изгибом

**4.14.** Прочность сплошностенчатых внецентренно-сжатых (сжато-изогнутых) и внецентренно-растянутых (растянуто-изогнутых) элементов проверяется по формуле

$$\frac{N}{F_{\text{нр}}} \pm \frac{M_x}{I_{x \text{ нр}}} y \pm \frac{M_y}{I_{y \text{ нр}}} x \leq R, \quad (17)$$

где  $x$  и  $y$  — координаты рассматриваемой точки сечения относительно его главных осей.

В составных стержнях каждая ветвь проверяется по формуле (17) при соответствующих значениях  $N$ ,  $M_x$ ,  $M_y$  — абсолютных значениях продольной силы и изгибающих моментов относительно осей  $x-x$  и  $y-y$ .

**Примечание.** При отсутствии ослабления сечения и при одинаковых значениях изгибающих моментов, принимаемых в расчетах на прочность и устойчивость, проверки сжато-изогнутых элементов на прочность не требуется при приведенном эксцентрицизите  $m_1 \leq 10$ .

**4.15.** Внецентренно-сжатые (сжато-изогнутые) элементы должны проверяться на устойчивость как в плоскости действия момента (плоская форма потери устойчивости), так и из плоскости действия момента (изгибно-крутильная форма потери устойчивости).

**4.16.** Устойчивость внецентренно-сжатых элементов постоянного сечения в плоскости действия момента, совпадающей с плоскостью симметрии, проверяется по формуле

$$\frac{N}{\varphi^{\text{вн}} F} \leq R, \quad (18)$$

где  $N$  — продольная сила, приложенная с эксцентрицизитом

$$e = \frac{M}{N}; \quad (19)$$

$F$  — площадь поперечного сечения элемента брутто;

$\varphi^{\text{вн}}$  — коэффициент, определяемый: для сплошностенчатых стержней по табл. 64 приложения 8 в зависимости от условной гибкости стержня  $\lambda = \lambda V \sqrt{R/E}$  и приведенного эксцентрицизита  $m_1 = \eta m$ , где  $m$  — относительный эксцентрицизит;  $\eta$  — коэффициент вли-

яния формы сечения; для сквозных стержней по табл. 65 приложения 8 в зависимости от условной приведенной гибкости  $\bar{\lambda}_{\text{пр}} = \lambda_{\text{пр}} \sqrt{R/E}$  и относительного эксцентрицизита  $m$ .

Для сплошностенчатых стержней относительный эксцентрицизит равен

$$m = e \frac{F}{W}, \quad (20)$$

где  $W$  вычисляется для наиболее сжатого волокна.

Для сквозных стержней с решетками или планками, расположенными в плоскостях, параллельных плоскости изгиба, относительный эксцентрицизит равен:

$$m_x = e_x \frac{F y_1}{I_x} \text{ или } m_y = e_y \frac{F x_1}{I_y}, \quad (21)$$

где  $x_1$  и  $y_1$  — расстояния от оси  $y-y$  или  $x-x$  до оси наиболее сжатой ветви, но не менее расстояния до оси стенки ветви.

Коэффициент влияния формы сечения  $\eta$  принимается по табл. 66 приложения 8.

Приведенная гибкость  $\lambda_{\text{пр}}$  для сквозных стержней определяется по формулам табл. 15.

**Примечание.** При приведенном эксцентризите  $m_1 > 10$  проверки устойчивости по формуле (18) не требуется.

**4.17.** Расчетные значения изгибающих моментов  $M$ , необходимые для вычисления эксцентрицизита  $e = \frac{M}{N}$ , принимаются равными:

а) для стержней постоянного сечения рамных систем — наибольшему моменту в пределах длины стержней;

б) для ступенчатых стержней — максимальному моменту на длине участка постоянного сечения;

в) для консолей — моменту в заделке;

г) для стержней с шарнирно опертыми концами, имеющих одну плоскость симметрии, совпадающую с плоскостью изгиба, — моменту, определяемому по формулам табл. 18.

Расчетные значения эксцентрицизитов  $m_1$  для стержней с шарнирно опертыми концами, сжатых с разными концевыми моментами и имеющих две плоскости симметрии, определяются по табл. 67 приложения 8.

**4.18.** Устойчивость внецентренно-сжатых элементов постоянного сечения из плоскости

ТАБЛИЦА 18  
Расчетные моменты  $M$  для стержней с шарнирно-опертыми концами

| Относительный эксцентрикитет $m$ | Значение $M$ при гибкости                                       |   |
|----------------------------------|---|---|
|                                  | $\bar{\lambda} < 4$   | $\bar{\lambda} > 4$                               |
| $m \leq 3$                       | $M = M_2 = M_{\max} - \frac{\bar{\lambda}}{4} (M_{\max} - M_1)$ | $M = M_1$   |
| $3 < m < 10$                     | $M = M_2 + \frac{m-3}{7} \times (M_{\max} - M_2)$               | $M = M_1 + \frac{m-3}{7} \times (M_{\max} - M_1)$ |
| $m \geq 10$                      | $M = M_{\max}$  | $M = M_{\max}$                                    |

где  $M_{\max}$  — наибольший изгибающий момент в пределах длины стержня;

$M_1$  — наибольший изгибающий момент в пределах средней трети длины стержня, но не менее  $0,5 M_{\max}$ ;

$M_2$  — расчетный момент при  $m \leq 3$  и  $\bar{\lambda} \leq 4$ ;

$\bar{\lambda}$  — условная гибкость, принимаемая  $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{R/E}$ ;

$m$  — относительный эксцентрикитет, принимаемый

$$m = \frac{M_{\max}}{N} - \frac{F}{W}.$$

Примечание. Во всех случаях принимается  $M > 0,5 M_{\max}$ .

действия момента при их изгибе в плоскости наибольшей жесткости ( $I_x > I_y$ ), совпадающей с плоскостью симметрии, проверяется по формуле

$$\frac{N}{\Phi_y F} \leq R, \quad (22)$$

где  $c$  — коэффициент, вычисляемый по указаниям п. 4.19;

$\Phi_y$  — коэффициент продольного изгиба, принимаемый по табл. 58 приложения 5.

4.19. Коэффициент  $c$  в формуле (22) определяется по формуле

$$\alpha = \frac{\beta}{1 + \alpha m_x}, \quad (23)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  — коэффициенты, принимаемые по табл. 19.

При определении  $m_x$  за расчетный момент  $M_x$  принимается:

а) для стержней с концами, закрепленными от смещения перпендикулярно плоскости действия момента, — максимальный момент в

пределах средней трети длины (но не менее половины наибольшего по длине стержня момента);

б) для консолей — момент в заделке.

4.20. Внеконтренно-сжатые элементы при изгибе в плоскости наименьшей жесткости ( $I_y < I_x$  и  $I_y \neq 0$ ) при  $\lambda_x > \lambda_y$ , кроме проверки по формуле (18), должны проверяться на устойчивость из плоскости действия момента как центрально-сжатые стержни по формуле

$$\frac{N}{\Phi_x F} \leq R, \quad (24)$$

где  $\Phi_x$  — коэффициент продольного изгиба, принимаемый по табл. 58 приложения 5.

Примечание. При  $\lambda_x \leq \lambda_y$  проверка устойчивости из плоскости действия момента не требуется.

4.21. В составных внеконтренно-сжатых элементах с решетками, расположеннымими в плоскостях, параллельных плоскости изгиба, кроме проверки стержня в целом по формуле (18), должны быть проверены отдельные ветви как центрально-сжатые стержни по формуле (3).

Продольная сила в каждой ветви определяется при этом с учетом дополнительного усилия  $N_{\text{доп}}$  от изгибающего момента; величина этого усилия при параллельных ветвях (поясах) определяется по формуле  $N_{\text{доп}}^p = M/h$ , где  $h$  — расстояние между осями ветвей (поясов).

При аналогичной проверке отдельных ветвей составных элементов с планками, расположенными в плоскостях, параллельных плоскости изгиба, должен учитываться местный изгиб ветвей от фактической поперечной силы (как в поясах безраскосной фермы).

4.22. Устойчивость элементов со сплошной стенкой, подверженных сжатию и изгибу в обеих главных плоскостях, при совпадении плоскости наибольшей жесткости ( $I_x > I_y$ ) и плоскости симметрии проверяется по формуле

$$\frac{N}{\Phi_{xy}^{bh} F} \leq R. \quad (25)$$

Здесь  $\Phi_{xy}^{bh} = \Phi_y^{bh} \sqrt{c}$ ,

где  $\Phi_y^{bh}$  — определяется по указаниям п. 4.16;

$c$  — по указаниям п. 4.19.

Если  $m_{1y} < 2m_x$ , то помимо проверки по формуле (25) необходимо произвести проверку по формулам (18) и (22) при  $e_y = 0$ .

Если  $\lambda_x > \lambda_y$ , то необходимо произвести дополнительную проверку по формуле (18), принимая  $e_y = 0$ . В случае несовпадения плос-

ТАБЛИЦА 19

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ  $\alpha$  И  $\beta$  В ФОРМУЛЕ (23)

| Относительный эксцентрикитет              | Открытые сечения двутавровые и тавровые |  |                      | Zамкнутые сечения сплошные или с решетками (планками) |
|---|---|--|----------------------|---|
|   |   |  |                      |   |
| $m \leq 1$                                | 0,8                                     | $1 - 0,2 \frac{J_2}{J_1}$  | 0,6                  |   |
| $\alpha$ при<br>$1 < m \leq 5$            | $0,8 + 0,05 (m - 1)$                    | $1 - [0,2 - 0,05 (m - 1)] \frac{J_2}{J_1}$   | $0,6 + 0,05 (m - 1)$ |   |
| $m > 5$                                   | 1                                       | 1  | 0,8                  |   |
| $\beta$ при<br>$\lambda_y \leq \lambda_c$ | 1                                       | 1  | 1                    |   |
| $\lambda_y > \lambda_c$                   | $\frac{\Phi_c}{\Phi_y}$                 | $1 - \left(1 - \frac{\Phi_c}{\Phi_y}\right) \times \left(2 \frac{J_2}{J_1} - 1\right)$<br>при $\frac{J_2}{J_1} < 0,5$ значение $\beta = 1$ | 1                    |   |

где  $I_1$  и  $I_2$  — моменты инерции соответственно большей и меньшей полок относительно оси симметрии сечения  $y-y$ ;

$\lambda_c$  — наименьшее значение гибкости стержня, при котором центрально-сжатый стержень теряет устойчивость в упругой стадии, определяемое по формуле  $\lambda_c = 3,8 \sqrt{\frac{E}{R}}$ ;

$\Phi_c$  — коэффициент продольного изгиба, опре-

деляемый по табл. 58 при  $\lambda_c$  в зависимости от марки алюминия.

П р и м е ч а н и е. Применение коэффициентов, установленных для стержней замкнутого сечения, допускается только при наличии не менее двух промежуточных диафрагм по длине стержня. В противном случае следует применять коэффициенты, установленные для стержней открытого двутаврового сечения.

При  $\lambda_y > \lambda_c$  коэффициент  $\alpha$  не должен превышать: для стержней замкнутого сечения — единицы, для стержней двоякосимметричного двутаврового сечения — значений, указанных в табл. 20.

4.23. Составные стержни из двух сплошностенчатых ветвей с решетками в двух параллельных плоскостях (рис. 4), подвержен-

ТАБЛИЦА 20

НАИБОЛЬШИЕ ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА  $\alpha$  ПРИ  $\lambda_y > \lambda_c$ 

| $t \delta_1 / bh$ | Значение коэффициента $\alpha$ при $M/N h$ |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------|--|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                   | 0  | 0,15 | 0,30 | 0,45 | 0,60 | 0,75 | 0,90 | 1,05 | 1,2  | 1,35 | 1,5  | 2,25 | 3,0  |
| 0,1               | 1  | 0,88 | 0,69 | 0,56 | 0,46 | 0,39 | 0,34 | 0,3  | 0,27 | 0,24 | 0,22 | 0,15 | 0,12 |
| 0,5               | 1  | 0,89 | 0,73 | 0,59 | 0,5  | 0,42 | 0,37 | 0,32 | 0,3  | 0,27 | 0,24 | 0,17 | 0,13 |
| 0,8               | 1  | 0,91 | 0,77 | 0,64 | 0,54 | 0,47 | 0,41 | 0,36 | 0,33 | 0,3  | 0,27 | 0,19 | 0,15 |
| 1                 | 1  | 0,93 | 0,8  | 0,67 | 0,58 | 0,5  | 0,44 | 0,39 | 0,35 | 0,32 | 0,3  | 0,21 | 0,16 |
| 1,5               | 1  | 0,95 | 0,85 | 0,74 | 0,66 | 0,58 | 0,52 | 0,47 | 0,43 | 0,37 | 0,35 | 0,26 | 0,2  |
| 2                 | 1  | 0,97 | 0,9  | 0,8  | 0,73 | 0,66 | 0,6  | 0,54 | 0,5  | 0,45 | 0,42 | 0,31 | 0,24 |
| 2,5               | 1  | 0,99 | 0,92 | 0,85 | 0,78 | 0,72 | 0,66 | 0,61 | 0,56 | 0,52 | 0,49 | 0,36 | 0,28 |

где  $h$  — высота сечения;

$b$  и  $\delta_1$  — ширина и толщина более сжатого пояса.

ные сжатию и изгибу в обеих главных плоскостях, должны проверяться:

а) на устойчивость стержня в целом в плоскости, параллельной плоскости решетки по п. 4.16, считая при этом эксцентриситет  $e_y=0$  (рис. 4);

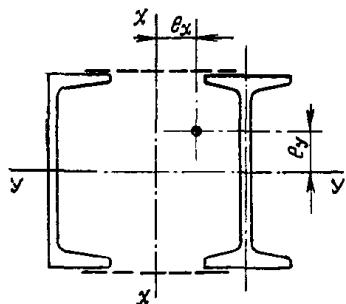


Рис. 4. Сечение составного элемента из двух сплошно-стенчатых ветвей с решетками в двух параллельных плоскостях

б) на устойчивость отдельных ветвей как внецентроно-сжатых элементов по формулам (18) и (22); при этом продольная сила в каждой ветви определяется с учетом дополнительного усилия от момента  $M_x$  (см. п. 4.21), а момент  $M_y$  разрешается распределять между ветвями пропорционально их жесткостям; если  $M_y$  действует в плоскости одной ветви, то разрешается считать его передающимся полностью на эту ветвь.

При проверке отдельной ветви по формуле (22) гибкость ее определяется по наибольшему расстоянию между узлами решетки.

**4.24.** Соединительные элементы (решетки или планки) составных внецентроно-сжатых стержней должны рассчитываться на поперечную силу, равную большей из величин фактической поперечной силы или условной поперечной силы  $Q_{усл}$  по указаниям пп. 4.7 и 4.9.

**Примечание.** В случае, когда фактическая поперечная сила больше условной, соединение ветвей составных внецентроно-сжатых элементов с помощью планок не допускается.

## 5. РАСЧЕТНЫЕ ДЛИНЫ ЭЛЕМЕНТОВ АЛЮМИНИЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ПРЕДЕЛЬНЫЕ ГИБКОСТИ

### Расчетные длины

#### Плоские фермы и связи

**5.1.** Расчетные длины  $l_0$  при определении гибкости элементов с симметричными относительно плоскости фермы сечениями, за исключением пересекающихся стержней ферм с перекрестной решеткой, должны приниматься по табл. 21 (рис. 5, а, б, в и г).

ТАБЛИЦА 21  
РАСЧЕТНЫЕ ДЛИНЫ  $l_0$  ЭЛЕМЕНТОВ ПЛОСКИХ ФЕРМ  
(ЗА ИСКЛЮЧЕНИЕМ ПЕРЕСЕКАЮЩИХСЯ СТЕРЖНЕЙ  
ФЕРМ С ПЕРЕКРЕСТНОЙ РЕШЕТКОЙ)

| Направление продольного изгиба  | Расчетная длина |                          |                          |
|---|-----------------|--------------------------|--------------------------|
|   | поясов          | опорных раскосов и стоек | прочих элементов решетки |
| В плоскости фермы<br>Перпендикулярно плоскости фермы (из плоскости фермы) | $l$             | $l$                      | $0,8l$                   |
|   | $l_1$           | $l_1$                    | $l_1$                    |

где  $l$  — геометрическая длина элемента (расстояние между центрами узлов) в плоскости фермы;

$l_1$  — расстояние между узлами, закрепленными от смещения из плоскости фермы специальными связями, жесткими плитами покрытия, прикрепленными к поясу сварными швами или болтами и т. п.; для элементов решетки — расстояние между узлами.

**Примечания:** 1. Если по длине  $l_1$  элемента действуют сжимающие усилия  $N_1$  и  $N_2 < N_1$  (рис. 6), то проверка его устойчивости из плоскости фермы производится на большее усилие  $N_1$  при расчетной длине

$$l_0 = l_1 \left( 0,75 + 0,25 \frac{N_2}{N_1} \right).$$

2. Для отдельных элементов решетки из одиночных уголков расчетная длина  $l_0$  принимается равной их геометрической длине.

**5.2.** Расчетные длины  $l_0$  пересекающихся стержней ферм с перекрестной решеткой при определении их гибкости должны приниматься (см. рис. 5, г): в плоскости фермы — равны-

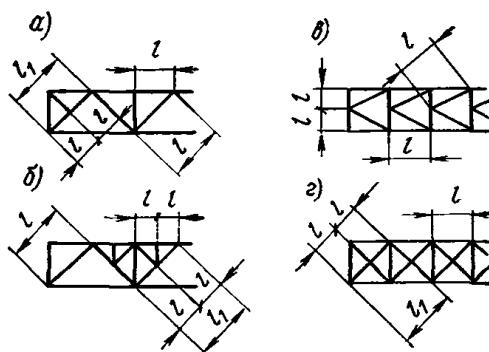


Рис. 5. Схемы ферм для определения  $l_0$  в зависимости от типа решетки

а — треугольная решетка с раскосом в крайней панели; б — треугольная решетка с дополнительными раскосами; в — полураскосная решетка; г — крестовая решетка

ми расстоянию от центра узла фермы до точки их пересечения ( $l_0=l$ ); из плоскости фермы — по табл. 22.

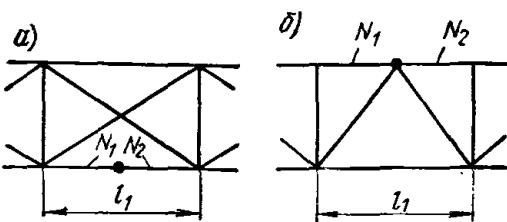


Рис. 6. Схемы для определения расчетной длины элемента с различными усилиями  $N_1$  и  $N_2$  по его длине  
а — схема связей между фермами (вид сверху); б — схема фермы

ТАБЛИЦА 22  
РАСЧЕТНЫЕ ДЛИНЫ  $l_0$  ИЗ ПЛОСКОСТИ ФЕРМЫ СЖАТЫХ СТЕРЖНЕЙ ПЕРЕКРЕСТНОЙ РЕШЕТКИ

| Характеристика узла пересечения стержней решетки             | Расчетная длина $l_0$ , если поддерживающий стержень |             |          |
|--|--|-------------|----------|
|  | растянут   | не работает | сжат     |
| Оба стержня не прерываются                                   | $l$  | $0,7l_1$    | $l_1$    |
| Поддерживающий стержень прерывается и перекрывается фасонкой | $0,7l_1$   | $l_1$       | $1,4l_1$ |

где  $l$  — расстояние от центра узла фермы до пересечения стержней;

$l_1$  — полная геометрическая длина сжатого стержня.

Радиусы инерции сечений сжатых элементов из одиночных уголков при этом принимаются: при  $l_0 = l - r_{\min}$ ; при  $l_0 = 0,7l_1$  и  $l_0 = l_1$  — относительно оси сечения уголка параллельной плоскости фермы.

5.3. Расчетные длины  $l_0$  и радиусы инерции сечений элементов пространственных решетчатых конструкций из одиночных уголков должны приниматься по табл. 23.

ТАБЛИЦА 23

РАСЧЕТНЫЕ ДЛИНЫ  $l_0$  И РАДИУСЫ ИНЕРЦИИ СЕЧЕНИЙ ЭЛЕМЕНТОВ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ РЕШЕТЧАТЫХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ ОДИНОЧНЫХ УГОЛКОВ

| Конструкция   | Пояса                 |                    | Элементы решетки      |                    |            |
|---|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|------------|
|   | расчетная длина $l_0$ | радиус инерции $r$ | расчетная длина $l_0$ | радиус инерции $r$ |            |
|   |                       |                    | раскоса               | стойки             | раскоса    |
| С совмещенными в смежных гранях узлами (рис. 7, а и 7, б)   | $l_p$                 | $r_{\min}$         | $\mu_p l_p$           | $0,8l_c$           | $r_{\min}$ |
| С несовмещенными в смежных гранях узлами (рис. 7, в и 7, г) | $\mu_p l_p$           | $r_x$ или $r_y$    | $\mu_p l_p$           | —                  | $r_{\min}$ |

где  $l_p$  — длина панели пояса (при несовмещенных узлах принимается равной расстоянию между узлами одной грани — рис. 7,в и 7,г);  $\mu_p$  — коэффициент расчетной длины пояса, определяемый по табл. 24;

$l_p$  и  $l_c$  — см. рис. 7;

$r_x$  и  $r_y$  — радиусы инерции поперечного сечения уголка относительно осей, параллельных полкам;

$\mu_p$  — коэффициент расчетной длины раскоса, определяемый по табл. 25 или табл. 26.

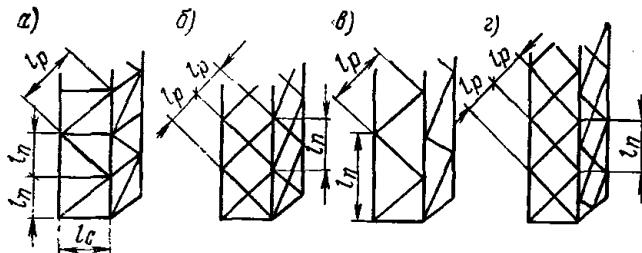


Рис. 7. Схемы пространственных решетчатых конструкций из одиночных уголков

а — схема с совмещенными в смежных гранях узлами, треугольная решетка с распорками; б — то же, перекрестная решетка; в — схема с несовмещенными в смежных гранях узлами, треугольная решетка; г — то же, перекрестная решетка

ТАБЛИЦА 24  
КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\mu_p$  ПРИ ПРИКРЕПЛЕНИИ РАСКОСОВ К ПОЯСУ СВАРНЫМИ ШВАМИ, А ТАКЖЕ ДВУМЯ И БОЛЕЕ БОЛТАМИ ИЛИ ЗАКЛЕПКАМИ, РАСПОЛОЖЕННЫМИ ВДОЛЬ РАСКОСА

| $l_p/l_p$ | 10   | 5    | 2,5  | 1,25 | 1    |
|-----------|------|------|------|------|------|
| $\mu_p$   | 1,13 | 1,08 | 1,03 | 1    | 0,98 |

где  $\frac{l_p}{l_p} = \frac{I_{p\min} I_p}{I_p I_{p\min}}$  — отношение наименьших погонных жесткостей пояса и раскоса;

$I_{p\min}$  и  $I_p$  — наименьшие моменты инерции сечений пояса и раскоса.

Примечание. Если раскосы прикреплены к поясу одним болтом или одной заклепкой, принимается  $\mu_p = 1,14$ .

ТАБЛИЦА 25  
КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\mu_p$  ПРИ ПРИКРЕПЛЕНИИ РАСКОСА К ПОЯСУ СВАРНЫМИ ШВАМИ, А ТАКЖЕ ДВУМЯ И БОЛЕЕ БОЛТАМИ ИЛИ ЗАКЛЕПКАМИ, РАСПОЛОЖЕННЫМИ ВДОЛЬ РАСКОСА

| $l_p/l_p$ | Значения $\mu_p$ при $l_p/l_p = r_{\min}$ |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------|---|------|------|------|------|------|------|------|
|           | 60  | 80   | 100  | 120  | 140  | 160  | 180  | 200  |
| <2        | 0,89                                      | 0,81 | 0,77 | 0,74 | 0,72 | 0,7  | 0,66 | 0,61 |
| >6        | 0,86                                      | 0,78 | 0,74 | 0,71 | 0,69 | 0,66 | 0,62 | 0,59 |

где  $l_p/l_p$  — отношение наименьших погонных жесткостей пояса и раскоса;

$l_p$  — длина раскоса по рис. 7;

$r_{\min}$  — минимальный радиус инерции сечения раскоса.

ТАБЛИЦА 26  
КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\mu_p$  ПРИ ПРИКРЕПЛЕНИИ РАСКОСОВ  
К ПОЯСУ ОДНИМ БОЛОМ ИЛИ ОДНОЙ ЗАКЛЕПКОЙ

| $i_p/i_{\text{мин}}$ | 60   | 80   | 100  | >120 |
|----------------------|------|------|------|------|
| $\mu_p$              | 0,89 | 0,81 | 0,77 | 0,74 |

Примечание. Обозначения, принятые в табл. 26, как и в табл. 25.

### Колонны (стойки)

5.4. Расчетные длины  $l_0$  стоек (колонн) или отдельных их участков (в случае ступенчатых колонн) определяются по формуле

$$l_0 = \mu l,$$

где  $l$  — длина колонны или рассматриваемого участка ее;

$\mu$  — коэффициент расчетной длины, определяемый по табл. 27, 28 и 29.

ТАБЛИЦА 27  
КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\mu$  ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ  
ДЛИН СТОЕК И КОЛОНН ПОСТОЯННОГО СЕЧЕНИЯ\*  
(КРОМЕ КОЛОНН С УПРУГИМ ЗАЩЕМЛЕНИЕМ КОНЦОВ)\*

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

\* Применение алюминия в колоннах предусматривается лишь в особых случаях: в сборно-разборных конструкциях; при наличии агрессивной среды.

ТАБЛИЦА 28  
КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\mu$  ДЛЯ КОЛОНН ПОСТОЯННОГО  
СЕЧЕНИЯ РАМ ОДНОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

| Закрепление в фундаменте | Значения $\mu$ при $i_p/i_k$ |      |     |      |      |      |      |    |  |
|--------------------------|------------------------------|------|-----|------|------|------|------|----|--|
|                          | 0                            | 0,2  | 0,3 | 0,5  | 1    | 2    | 3    | 10 |  |
| Жесткое                  | 2                            | 1,5  | 1,4 | 1,28 | 1,16 | 1,08 | 1,06 | 1  |  |
| Шарнирное                | —                            | 3,42 | 3   | 2,63 | 2,33 | 2,17 | 2,11 | 2  |  |

где  $i_p$  — средняя погонная жесткость ригелей, примыкающих к проверяемой колонне;  
 $i_k$  — погонная жесткость колонн.

Примечание. При шарнирном креплении ригеля к колонне принимается  $i_p/i_k=0$ .

ТАБЛИЦА 29  
КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\mu$  ДЛЯ ОДНОСТУПЕНЧАТЫХ КОЛОНН  
РАМ ОДНОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ В ПЛОСКОСТИ РАМЫ

| Вид закрепления верхнего конца        | Коэффициенты $\mu$     |   |                      |
|---------------------------------------|------------------------|---|----------------------|
|                                       | для нижнего участка    |   | для верхнего участка |
|                                       | при<br>$J_2/J_1 > 0,1$ | при<br>$J_2/J_1 > 0,1 > J_2/N_1 > 0,05$ |                      |
| Свободный                             | 2,5                    | 3                                       | 3                    |
| Закрепленный только от поворота       | 2                      | 2                                       | 3                    |
| Неподвижный шарниро-оперты            | 1,6                    | 2                                       | 2,5                  |
| Неподвижный, закрепленный от поворота | 1,2                    | 1,5                                     | 2                    |

где  $l_1, J_1, N_1$  — длина, момент инерции и продольная сила нижнего участка колонны;  
 $l_2, J_2, N_2$  — то же, для верхнего участка колонны.

Примечание. Коэффициенты  $\mu$  даны для определения расчетных длин отдельных участков колонны в плоскости, в которой по всей высоте колонны отсутствуют промежуточные закрепления; при этом должно быть  $l_2 < 0,6 l_1$  и  $N_1 \geq 3 N_2$ .

5.5. Расчетные длины колонн рам в направлении вдоль здания (из плоскости рамы) принимаются равными расстояниям между закрепленными точками (опорами колонн подкрановых балок и подстропильных ферм, узлами крепления связей и ригелей и т. п.).

### Предельные гибкости элементов

5.6. Величины предельных гибкостей сжатых элементов конструкций не должны превышать величин, приведенных в табл. 30.

ТАБЛИЦА 30  
ПРЕДЕЛЬНЫЕ ГИБКОСТИ  $\lambda$  СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ  
КОНСТРУКЦИЙ

| Элементы конструкций   | Максимальная гибкость $\lambda$ |
|--|---------------------------------|
| Пояса, опорные раскосы и стойки ферм, передающие опорные реакции                                 | 100                             |
| Прочие элементы ферм   | 120                             |
| Колонны второстепенные (стойки фахверка, фонарь и т. п.), элементы решетки колонн                | 120                             |
| Связи  | 150                             |
| Стержни, служащие для уменьшения расчетной длины сжатых стержней, и другие неработающие элементы | 150                             |
| Элементы ограждающих конструкций, симметрично нагруженные  | 100                             |
| Те же, несимметрично нагруженные, например, крайние и угловые стойки витражей и т. д.            | 70                              |

П р и м е ч а н и е. Приведенные в таблице данные относятся к элементам с сечением, симметричным относительно действия сил. При сечениях, несимметричных относительно действия сил, предельные гибкости надлежит уменьшить на 30%.

5.7. Предельные гибкости растянутых элементов конструкций не должны превышать величин, приведенных в табл. 31.

ТАБЛИЦА 31  
ПРЕДЕЛЬНЫЕ ГИБКОСТИ  $\lambda$   
РАСТЯНУТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

| Элементы конструкций   | Максимальная гибкость $\lambda$ |
|--|---------------------------------|
| Пояса и опорные раскосы ферм                                       | 300                             |
| Прочие элементы ферм   | 300                             |
| Связи (кроме элементов, подвергающихся предварительному натяжению) | 300                             |

П р и м е ч а н и я: 1. Гибкость растянутых элементов проверяется только в вертикальной плоскости.  
2. При проверке гибкости растянутых стержней перекрестной решетки из одиночных уголков радиус инерции принимается относительно оси, параллельной полке уголка.  
3. Стержни перекрестной решетки в месте пересечения должны быть скреплены между собой.  
4. Для растянутых раскосов стропильных ферм с незначительными усилиями, в которых при неблагоприятном расположении нагрузки может изменяться знак усилия, предельная гибкость принимается как для сжатых элементов, при этом соединительные прокладки должны устанавливаться не реже чем через 40 г.

## 6. ПРОВЕРКА УСТОЙЧИВОСТИ СТЕНОК И ПОЯСНЫХ ЛИСТОВ В ИЗГИБАЕМЫХ И СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТАХ

### Стенки балок

6.1. Стенки балок для обеспечения их устойчивости укрепляются:

а) поперечными основными ребрами, поставленными на всю высоту стенки;

б) поперечными основными ребрами и продольными ребрами, расположенными в сжатой зоне;

в) поперечными основными и промежуточными ребрами, поставленными в сжатой зоне стенки, короткими ребрами — только в клепанных балках.

6.2. Проверка устойчивости стенки производится с учетом всех компонентов напряженного состояния:  $\sigma$ ,  $\tau$  и  $\sigma_m$ . При этом напряжения  $\sigma$ ,  $\tau$  и  $\sigma_m$  вычисляются по сечению брута без введения коэффициента  $\phi_b$ . Здесь  $\sigma = \frac{M}{I_x} y$  — краевое сжимающее напряжение на расчетной границе отсека (участка стенки балки, ограниченного поясами и поперечными ребрами жесткости); если длина отсека не превосходит его высоты, то  $\sigma$  определяется по среднему значению изгибающего момента в пределах отсека; если длина отсека превосходит его высоту, то  $\sigma$  вычисляется по среднему значению момента для наиболее напряженного участка длиной, равной высоте отсека;

$\sigma_m$  — местное напряжение в стенке; способ вычисления приведен в приложении 9;

$\tau$  — среднее касательное напряжение, вычисляемое по формуле

$$\tau = \frac{Q}{h_{ct} \delta}, \quad (26)$$

$Q$  — среднее значение поперечной силы в пределах отсека;

$h_{ct}$  — полная высота стенки;

$\delta$  — толщина стенки.

При проверке устойчивости прямоугольного отсека стенки, заключенного между поясами и соседними поперечными ребрами жесткости, расчетными размерами пластинки являются:

$a$  — расстояние между осями поперечных ребер;

$h_0$  — расчетная высота стенки, принимаемая равной: в клепанных конструкциях — расстоянию между ближайшими к оси стенки рисками поясных уголков; в сварных конструкциях — полной высоте стенки; в прессованных профилях — высоте в свету между полками.

6.3. Проверки устойчивости стенок балок не требуется, если отношение  $h_0/\delta$  не превышает значений, приведенных в табл. 32.

ТАБЛИЦА 32  
ЗНАЧЕНИЯ  $h_0/\delta$  ДЛЯ БАЛОК

| Расчетное сопротивление $R$ , т/см <sup>2</sup> | Значения $h_0/\delta$    |          |
|---|--------------------------|----------|
|   | сварная или прессованная | клепаная |
| 0,5   | 70                       | 110      |
| 1   | 65                       | 95       |
| 1,5   | 60                       | 80       |
| 2   | 55                       | 70       |
| 2,5   | 50                       | 65       |
| 3   | 45                       | 60       |

Стенки балок должны укрепляться поперечными ребрами жесткости (см. п. 6.7) при отношении  $h_0/\delta > 60$ .

6.4. В балках с местной нагрузкой по верхнему поясу проверка устойчивости стенки производится в соответствии с указаниями приложения 9.

6.5. Проверка устойчивости стенки балки симметричного сечения при отсутствии местной нагрузки на верхнем поясе балки, в случае укрепления стенки только поперечными ребрами жесткости, производится по формуле

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_0}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)^2} \leq \vartheta, \quad (27)$$

где  $\sigma_0$  и  $\tau_0$  в т/см<sup>2</sup>:

$$\sigma_0 = 2,1 \left( \frac{100 \delta}{h_0} \right)^2, \quad (28)$$

$$\tau_0 = \left( 0,42 + \frac{0,32}{\mu^2} \right) \left( \frac{100 \delta}{d} \right)^2. \quad (29)$$

В формуле (29):

$d$  — меньшая из сторон пластинки;  
 $\mu$  — отношение большей стороны к меньшей;

$$\vartheta = 1 - \frac{140}{9(1,4+R)} \left( \frac{\sigma_0}{R} - 0,7 \right)^2, \quad (30)$$

$$\sigma_0 = \sqrt{\frac{4}{9} \sigma^2 + 3 \tau^2} \quad (31)$$

где  $R$  в т/см<sup>2</sup>.

При  $\sigma_0/R \leq 0,7$  принимается  $\vartheta = 1$ . Значения  $\sigma_0/R > 1$  не допускаются.

6.6. Проверка устойчивости стенки симметричного сечения при отсутствии местной нагрузки на верхнем поясе балки в случае укрепления стенки поперечными ребрами и одним продольным ребром, расположенным на расстоянии  $b_1$  от сжатой кромки отсека, производится отдельно для обеих пластинок, разделенных продольным ребром.

а. Первая пластинка, расположенная между сжатым поясом и продольным ребром, проверяется по формуле

$$\frac{\sigma}{\sigma_{01}} + \left( \frac{\tau}{\tau_{01}} \right)^2 \leq \vartheta, \quad (32)$$

где

$$\sigma_{01} = \frac{0,32}{1 - \frac{b_1}{h_0}} \left( \frac{100 \delta}{b_1} \right)^2, \quad (33)$$

$\tau_{01}$  — определяется по формуле (29) с подстановкой размеров проверяемой пластинки.

Величина  $\vartheta$  определяется по формуле (30). при этом

$$\sigma_t = \sqrt{\left( 1 - \frac{b_1}{h_0} \right)^2 \sigma^2 + 3 (0,9 \tau)^2}.$$

б. Вторая пластинка, расположенная между растянутым поясом и продольным ребром, проверяется по формуле

$$\sqrt{\frac{\sigma^2 \left( 1 - 2 \frac{b_1}{h_0} \right)^2}{\sigma_{02}^2} + \left( \frac{\tau}{\tau_{02}} \right)^2} \leq 1, \quad (34)$$

где

$$\sigma_{02} = \frac{0,38}{\left( 0,5 - \frac{b_1}{h_0} \right)^2} \left( \frac{100 \delta}{h_0} \right)^2, \quad (35)$$

$\tau_{02}$  — определяется по формуле (29) с подстановкой размеров проверяемой пластинки.

6.7. В стенке, укрепленной только поперечными ребрами жесткости, размер выступающей части  $b_p$  парного симметричного ребра должен быть не менее  $\frac{h_0}{30} + 40$  мм, толщина ребра должна быть не менее  $b_p/12$  и расстояние между ребрами не должно превышать  $2h_0$ .

При наличии поперечных ребер и одного продольного ребра момент инерции поперечного ребра  $J_p$  определяется по формуле

$$J_p = 3 h_0 \delta^3, \quad (36)$$

а момент инерции продольного ребра определяется в зависимости от величины  $\frac{b_1}{h_0}$  по формулам табл. 33. Обозначения  $a$ ,  $h_0$  и  $\delta$  см. п. 6.2.

При расположении ребер с одной стороны стенки момент инерции вычисляется относительно оси, совпадающей с ближайшей к ребру гранью стенки.

В местах пересечения с поперечными ребрами прерываются продольные ребра.

ТАБЛИЦА 33  
МОМЕНТ ИНЕРЦИИ ПРОДОЛЬНОГО РЕБРА  $J_{\text{пр.р}}$

| $b_1/h_0$ | Момент инерции продольного ребра $J_{\text{пр.р}}$   | Предельные значения $J_{\text{пр.и}}$ |                    |
|-----------|--|---------------------------------------|--------------------|
|           |  | минимальные                           | максимальные       |
| 0,2       | $(2,5 - 0,5 \frac{a}{h_0}) \frac{a^2 \delta^2}{h_0}$ | $1,5 h_0 \delta^2$                    | $7 h_0 \delta^2$   |
| -0,25     | $(1,5 - 0,4 \frac{a}{h_0}) \frac{a^2 \delta^2}{h_0}$ | $1,5 h_0 \delta^2$                    | $3,5 h_0 \delta^2$ |
| 0,3       | $1,5 h_0 \delta^2$                                   |                                       |                    |

П р и м е ч а н и е. Для промежуточных значений  $\frac{b_1}{h_0}$  допускается линейная интерполяция.

6.8. Участок стенки составной балки над опорой должен укрепляться ребрами жесткости и рассчитываться на продольный изгиб из плоскости как стойка, нагруженная опорной реакцией. В расчетное сечение этой стойки включаются ребра жесткости и полосы стенки шириной до  $12\delta$  с каждой стороны ребра. Расчетная длина стойки принимается равной высоте стенки.

Нижние сечения опорных ребер жесткости должны быть плотно пригнаны или приварены к нижнему поясу балки и рассчитаны на воздействие опорной реакции.

### Стенки центрально и внецентренно сжатых элементов

6.9. В центрально-сжатых стержнях наибольшее отношение высоты стенки  $h_0$  (см. п. 6.3) к толщине  $\delta$  определяется в зависимости от величины  $\lambda$  (п. 4.16) и сечений по табл. 34.

В случае недонапряжения стержня значение  $h_0/\delta$  из табл. 34 могут быть увеличены в  $\sqrt{R\phi}/\sigma$  раз ( $\sigma = N/F$  — расчетное напряжение,  $\phi$  — коэффициент продольного изгиба), но не более чем в 1,5 раза и принимаются не более 120.

6.10. Для стенки сжато-изогнутого элемента наибольшее отношение  $h_0/\delta$  определяется в зависимости от величины

$$\alpha = \frac{\sigma - \sigma'}{\sigma},$$

где  $\sigma$  — сжимающее напряжение у расчетной границы стенки, вычисленное без учета коэффициентов  $\phi^{вн}$ ,  $\phi_{xy}^{вн}$  и  $\phi_F$ ;  $\sigma'$  — соответствующее напряжение у противоположной расчетной границы стенки.

При  $\alpha \leq 0,5$  величина  $h_0/\delta$  принимается как для стенок центрально-сжатых стержней (п. 6.9).

ТАБЛИЦА 34  
НАИБОЛЬШИЕ ЗНАЧЕНИЯ  $h_0/\delta$

| $\lambda$ | Значения $h_0/\delta$ для сечений |                                |                                |
|-----------|-----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|           |                                   |                                |                                |
| $\leq 1$  | $\frac{44}{\sqrt{1,4 + R}}$       | $\frac{50}{\sqrt{1,4 + R}}$    | $\frac{55}{\sqrt{1,4 + R}}$    |
| $\geq 5$  | $\frac{60}{\sqrt{R}} \leq 100$    | $\frac{67}{\sqrt{R}} \leq 100$ | $\frac{93}{\sqrt{R}} \leq 100$ |

\* Для двутавровых сечений значения  $h_0/\delta$  увеличиваются на 25%, но принимаются не более 100.

П р и м е ч а н и я: 1. Приведенные в таблице данные относятся к сварным и прессованным профилям. В клепанных элементах значения  $h_0/\delta$  из табл. 34 увеличиваются на 5%.

2. Предельные значения  $h_0/\delta$  между значениями  $\lambda=1$  и  $\lambda=5$  принимаются по линейной интерполяции.

3. Расчетное сопротивление  $R$  в  $\text{т}/\text{см}^2$ .

При  $\alpha > 1$  должно соблюдаться условие

$$\frac{h_0}{\delta} \leq 100 \sqrt{\frac{k_3}{\sigma}}, \quad (37)$$

где  $k_3$  берется из табл. 35,  $\sigma$ , т/см<sup>2</sup>.

ТАБЛИЦА 35

ЗНАЧЕНИЯ  $k_3$ 

| $\alpha$ | 1    | 1,2  | 1,4  | 1,6 | 1,8  | 2   |
|----------|------|------|------|-----|------|-----|
| $k_3$    | 0,74 | 0,89 | 1,09 | 1,4 | 1,75 | 2,1 |

В интервале  $0,5 < \alpha < 1$  применяется линейная интерполяция между значениями  $h_0/\delta$ , найденными для  $\alpha = 0,5$  и  $\alpha = 1$ .

6.11. В случае укрепления стенки продольным ребром жесткости, расположенным по средине стенки, наиболее напряженная часть стенки между поясом и ребром рассматривается как самостоятельная пластинка согласно указаниям п. 6.10.

Момент инерции ребра определяется по формуле

$$J = 6 h_0 \delta^3. \quad (38)$$

При этом продольное ребро должно быть включено в расчетное сечение элемента.

Если устойчивость стенки не обеспечена, то в расчет вводятся два крайних участка стенки шириной по  $12\delta$ , считая от границ расчетной высоты.

6.12. Стенки сплошных колонн и стоек при  $\frac{h_0}{\delta} \geq 55$  должны укрепляться поперечными ребрами жесткости на расстояниях  $2h_0$  одно от другого, но не менее чем в двух местах на

каждой отправочной единице. При наличии продольного ребра расстояние между поперечными ребрами может быть увеличено в 1,5 раза.

Выступающая часть парного поперечного ребра жесткости  $b_p$  должна быть не менее  $\frac{h_0}{30} + 40$  мм. Толщина ребра должна быть не менее  $b_p/12$ .

## Поясные листы и полки сжатых, сжато-изогнутых и изгибаемых элементов

6.13. Наибольшее отношение  $b/\delta$  для некаймленного свеса в центрально-сжатых (сжато-изогнутых) стержнях определяется в зависимости от величины  $\lambda$  — (п. 4.16) и типа сечений по табл. 36.

Здесь  $b$  — расчетная ширина свеса, измеряемая в элементах прессованных, прокатных, сварных и клепаных без поясных листов, от свободного края свеса до грани примыкающей стенки (полки); в клепанных элементах с поясными листами — от свободного края листа до ближайшей риски заклепок. При наличии вута, образующего со свесом угол не менее  $30^\circ$ , расчетная ширина измеряется до начала вута (в случае выкружки берется вписанный вут);  $\delta$  — толщина свеса. В случае недонапряжения элемента значения  $b/\delta$  из табл. 36 могут быть увеличены в  $\sqrt{RF_q^*/N}$  раза, но не более чем в 1,5 раза и принимаются не более 30.

ТАБЛИЦА 36

| $\lambda$ | ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ $b/\delta$  |                               |                               |
|-----------|---------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
|           | Значения $b/\delta$ для сечений |                               |                               |
| $\leq 1$  | $\frac{16,4}{\sqrt{1,4 + R}}$   | $\frac{18}{\sqrt{1,4 + R}}$   | $\frac{16,4}{\sqrt{1,4 + R}}$ |
| $\geq 5$  | $\frac{19}{\sqrt{R}} \leq 25$   | $\frac{21}{\sqrt{R}} \leq 25$ | $\frac{22}{\sqrt{R}} \leq 25$ |

Примечание. Значения  $b/\delta$  между  $\lambda = 1$  и  $\lambda = 5$  принимаются по линейной интерполяции.

Здесь  $\phi^*$  — меньшая из величин  $\phi$ ,  $\Phi_{xy}^{bh}$ ,  $\Phi_{xy}^{bv}$ , использованных при проверке устойчивости стержня.

6.14. Наибольшая ширина сжатого пояса прессованных, сварных и клепаных балок назначается с учетом предельных размеров свесов, приведенных в табл. 36 для  $\lambda \leq 1$ .

Наибольшие размеры неокаймленных полок уголков в сжатых поясах клепаных балок без горизонтальных листов принимаются по формуле

$$b_s/\delta = 16/\sqrt{R} + 1, \quad (39)$$

где  $R$  в  $t/cm^2$ .

В случае недонапряжения элемента наибольшая ширина пояса (полки) может быть увеличена в  $\sqrt{R}/\sigma$  раза, но не более чем в 1,5 раза; здесь  $\sigma$  — большая из величин:

$$\sigma = \frac{M}{\Phi_b W} \text{ или } \sigma = \left| \frac{M_x y}{J_{x, \text{нр}}} \pm \frac{M_y x}{J_{y, \text{нр}}} \right|.$$

6.15. При усилении свободных свесов утолщениями (бульбами) предельные отношения  $b'/\delta$  определяются по формуле

$$\frac{b'}{\delta} = \beta \sqrt{\frac{\beta + 0,3 \left\{ 1 + C_0 \left[ 1 + 4 \left( 1 - \frac{1}{\gamma_1} \right) \right]^2 \right\} \gamma_1^4}{\beta + 2,35 \gamma_1^2}} = k \beta, \quad (40)$$

где  $k$  — коэффициент, определяемый по табл. 37.

ТАБЛИЦА 37  
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА  $k$

| Сечение             | $\beta$                  | $\gamma_1$ | Значения коэффициента $k$ в формуле (40) |      |
|---------------------|--------------------------|------------|--|------|
|                     |                          |            | при гибкости $\bar{\lambda}$             |      |
|                     |                          |            | 1  | 5    |
| Швеллер, двутавр    | 7,5 $\leq \beta \leq 12$ | 2,5        | 1,06                                     | 1,35 |
|                     |                          | 3          | 1,24                                     | 1,69 |
|                     |                          | 3,5        | 1,46                                     | 2,06 |
|                     | 16 $\leq \beta \leq 20$  | 2,5        | 1,04                                     | 1,28 |
|                     |                          | 3          | 1,2                                      | 1,59 |
|                     |                          | 3,5        | 1,4                                      | 1,94 |
| Уголок, тавр, крест | 7,5 $\leq \beta \leq 12$ | 2,5        | 1,06                                     | 1,17 |
|                     |                          | 3          | 1,24                                     | 1,41 |
|                     |                          | 3,5        | 1,46                                     | 1,67 |
|                     | 16 $\leq \beta \leq 20$  | 2,5        | 1,04                                     | 1,13 |
|                     |                          | 3          | 1,2                                      | 1,35 |
|                     |                          | 3,5        | 1,4                                      | 1,67 |

Приложение. Для промежуточных значений  $\beta$  от 12 до 16 и относительных гибкостей от 1 до 5 коэффициент  $k$  определяется по линейной интерполяции.

$\beta = \frac{b}{\delta}$  — предельное отношение ширины свеса  $b$  к толщине  $\delta$  при отсутствии бульбы (табл. 36);  
 $b'$  — ширина свеса, измеряемая от центра утолщения (бульбы) до грани примыкающей стенки (полки) или до начала вута (п. 6.13);  
 $\delta$  — толщина свеса;

$$\gamma_1 = \frac{D}{\delta},$$

$D$  — диаметр круглой бульбы; в квадратных и трапецидальных утолщениях нормального профиля  $D$  — высота утолщения при ширине бульбы не менее  $1,5D$  в трапецидальных и не менее  $D$  — в прямоугольных утолщениях (рис. 8);  
 $C_0$  — коэффициент, принимаемый по табл. 38.

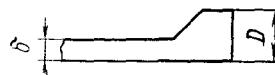


Рис. 8. Схема элемента с бульбой

ТАБЛИЦА 38

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА  $C_0$

| Сечение             | Значения коэффициента $C_0$ в формуле (40) |     |
|---------------------|--|-----|
|                     | при относительной гибкости $\bar{\lambda}$ |     |
|                     | < 1  | > 5 |
| Швеллер, двутавр    | 0,2  | 0,8 |
| Уголок, тавр, крест | 0,2  | 0,4 |

6.16. Замкнутая круговая цилиндрическая оболочка, равномерно сжатая параллельно образующим, проверяется на устойчивость по формуле

$$\sigma \leq m \sigma_{01}, \quad (41)$$

где  $\sigma_{01}$  — меньшая из величин  $\Phi^* R$  и  $c E \delta / r$ ;  
 $\sigma$  — расчетное напряжение;  $r$ ,  $\delta$  — радиус срединной поверхности и толщина оболочки;

$E$  — модуль упругости;  
 $\Phi^*$  и  $c$  — коэффициенты, принимаемые по табл. 39 и 40.

В случае внекентренного сжатия параллельно образующим или чистого изгиба в диаметральной плоскости напряжение  $\sigma_{01}$  уве-

ТАБЛИЦА 39  
КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\Phi^*$ 

| Значение $R$             | Коэффициенты $\Phi^*$ при $r/\delta$ , равном |      |      |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                          | 0   | 25   | 50   | 75   | 100  | 125  | 150  | 200  | 250  |
| $R < 1,4 \text{ т/см}^2$ | 1   | 0,98 | 0,88 | 0,79 | 0,72 | 0,65 | 0,59 | 0,45 | 0,39 |
| $R > 2,8 \text{ т/см}^2$ | 1   | 0,94 | 0,78 | 0,67 | 0,57 | 0,49 | 0,42 | 0,29 | —    |

Приложение. При  $1,4 \text{ т/см}^2 < R < 2,8 \text{ т/см}^2$  значения коэффициентов  $\Phi^*$  берутся по интерполяции между данными табл. 39.

ТАБЛИЦА 40  
КОЭФФИЦИЕНТЫ  $c$ 

| $r/\delta$ | $\leq 50$ | 100  | 150 | 200  | 250  | 500  |
|------------|-----------|------|-----|------|------|------|
| $c$        | 0,3       | 0,22 | 0,2 | 0,18 | 0,16 | 0,12 |

личивается в  $1+0,1(1-\sigma'/\sigma)$  раз, где  $\sigma'$  — наименьшее напряжение (растягивающие напряжения считаются отрицательными).

Примечание. Указанный способ разрешается применять при изгибе с поперечной силой, если касательные напряжения в месте наибольшего момента не превышают величины  $0,07 E(\delta/r)^{3/2}$ .

В трубах, рассчитываемых как центрально-сжатые или сжато-изогнутые стержни, при  $\lambda \geq 0,65$  должны выполняться неравенства:

$$r/\delta \leq \frac{140}{R+0,5},$$

где  $R$  в  $\text{т/см}^2$  и  $r/\delta \leq 100$ .

Такие стержни проверяются на устойчивость по указаниям раздела 4 независимо от проверки устойчивости стенок.

В трубах заводского изготовления, не имеющих монтажных стыков, кроме соединений в узлах ферм, устойчивость стенок не проверяется, если

$$r/\delta \leq 45/\sqrt{R},$$

где  $R$  в  $\text{т/см}^2$  и  $r/\delta \leq 35$ .

## 7. РАСЧЕТ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТОНКОЛИСТОВОГО АЛЮМИНИЯ

7.1. Тонколистовой алюминий должен применяться в качестве элементов ограждающих и несущих конструкций:

а) плоских листов, укрепленных ребрами или специальной штамповкой;

б) плоских листов и лент, предварительно напряженных как в одном, так и в двух направлениях;

в) гофрированных листов без укреплений или со специальными укреплениями.

### Элементы, работающие на сжатие и изгиб

7.2. При расчете на прочность сжатого в одном направлении плоского листа, опертого по контуру, в рабочую площадь включается часть листа на ширине  $2c$  (рис. 9):

$$c = 0,95 t \sqrt{\vartheta \frac{E}{\sigma}}, \quad (42)$$

где  $t$  — толщина листа;

$\sigma$  — напряжение в рабочей площади листа;

$E$  — модуль упругости;

$\vartheta$  — коэффициент, определяемый по формуле (30) в зависимости от отношения  $\sigma/R$ ;

$R$  — расчетное сопротивление.

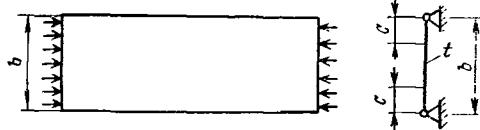


Рис. 9. Расчетная схема сжатого тонколистового элемента

$b$  — полная ширина сечения;  $c$  — рабочая ширина сечения

7.3. При расчете плоских листов, усиленных продольными ребрами, на прочность и деформативность при действии как продольной, так и поперечной нагрузок (и условии, что в поперечном сечении листа возникают сжимающие напряжения) в рабочую площадь ребер включается лист на ширине  $c$  (рис. 10, а), определяемой по формуле (42).

Примечание. При расчете плит и панелей из алюминия с  $R \geq 1000 \text{ кгс/см}^2$  в формуле (42) возможно значение  $\sigma$  принимать постоянным, равным  $0,67 R$  и соответственно  $\vartheta=1$ .

7.4. При расчете на прочность гофрированного листа, опертого по контуру и сжимаемого в направлении гофров, при отношении  $a/b \geq 3$  (рис. 11, а) в рабочую площадь включается часть листа на ширине  $2c$ :

$$c = 1,04 \sqrt{\frac{K}{t d R}} (V D_x D_y + D_{xy}). \quad (43)$$

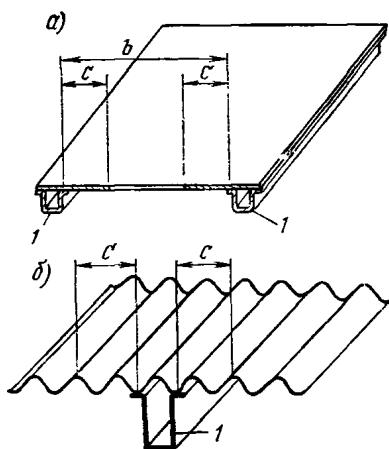


Рис. 10. Расчетная схема листов, усиленных продольными ребрами  
а — плоский лист; б — гофрированный лист; 1 — ребро

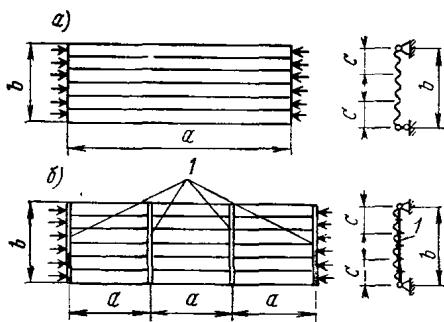


Рис. 11. Расчетная схема сжатого гофрированного листа  
а — без поперечных ребер жесткости; б — с поперечными ребрами жесткости; 1 — ребро жесткости

В формуле (43):  
 $R$  — расчетное сопротивление;

$$D_x = E J_x; \quad D_y = \frac{K}{d} \cdot \frac{E t^3}{12(1-\mu^2)};$$

$$D_{xy} = \mu D_y + \frac{d}{K} \cdot \frac{G t^3}{6};$$

$E$  — модуль продольной упругости;

$G$  — модуль сдвига;

$J_x$  — момент инерции на единицу длины относительно нейтральной оси гофра;

$K$  и  $d$  — шаг и длина по периметру одной полуволны (см. рис. 13);

$t$  — толщина листа.

Когда отношение  $a/b < 3$  или гофрированный лист разделяется поперечными ребрами на ряд ячеек с соотношением сторон  $a/b < 3$

(рис. 11, б), значение  $c$  определяется по формуле

$$c = 0,74 \sqrt{\frac{K}{t d R}} \left( D_x \frac{b^2}{a^2} + 2 D_{xy} + D_y \frac{a^2}{b^2} \right). \quad (44)$$

В формуле (44)  $a$  и  $b$  см. по рис. 11, остальные обозначения см. по формуле (43).

Примечание. При наличии продольных ребер (рис. 12) в рабочую площадь включается площадь ребер и часть листа на ширине  $c$  в каждую сторону от ребра.

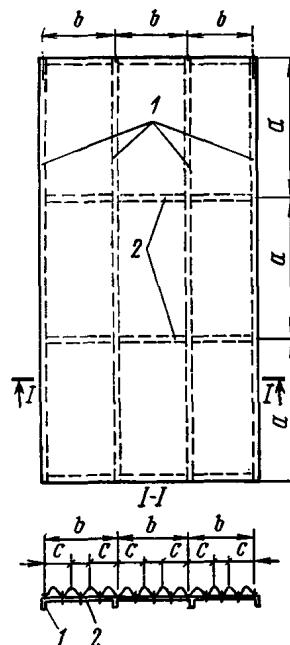


Рис. 12. Схема плиты из гофрированного листа с продольными и поперечными ребрами  
1 — продольные ребра; 2 — поперечные ребра

7.5. При использовании формулы (44) момент инерции поперечных ребер жесткости не должен быть меньше величины

$$J_{peb} \geq \frac{J_x b^4}{4 a^3}. \quad (45)$$

Если гофрированный лист и поперечные ребра имеют различные модули упругости, то

$$J_{peb} \geq \frac{D_x b^4}{4 E_{peb} a^3}, \quad (46)$$

где  $E_{peb}$  — модуль упругости материала ребра, остальные обозначения в формулах (45) — (46) см. формулу (43).

В случае, если  $J_{\text{реб}}$  меньше указанных в формулах (45) и (46) величин, то значение  $c$  подсчитывается по формуле (43). При этом значение  $D$  следует принимать

$$D_y = \frac{K}{d} \cdot \frac{E t^3}{12(1-\mu^2)} + \frac{E J_{\text{реб}}}{a}.$$

**7.6.** Гофрированный лист, не имеющий усиливающих ребер, при действии поперечной нагрузки рассчитывается на изгиб как балка.

Для гофрированных листов трапецидальной формы размер сжатых граней, включающихся в работу, надлежит определять по формуле (42).

**7.7.** Прогиб гофрированных листов при изгибе должен определяться по формуле

$$f = a f_0, \quad (47)$$

где  $f_0$  — прогиб гофрированного листа, работающего как балка;

$a$  — коэффициент, учитывающий увеличение прогиба вследствие деформации поперечного сечения гофрированного листа под нагрузкой и принимаемый для волнистых листов равным 1, а для трапецидальных — по табл. 41.

ТАБЛИЦА 41  
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА  $a$

| $b/a$   | Значения $a$ при угле наклона боковых граней гофра в град. |      |      |      |
|---------|--|------|------|------|
|         | 45   | 60   | 75   | 90   |
| Более 2 | 1,1  | 1,14 | 1,2  | 1,3  |
| 1,5     | 1,15   | 1,2  | 1,3  | 1,4  |
| 1       | 1,2  | 1,25 | 1,35 | 1,45 |
| 0,5     | 1,25   | 1,3  | 1,4  | 1,5  |

Примечание.  $b$  — размер наклонной грани;  $a$  — размер сжатой горизонтальной грани.

ТАБЛИЦА 42  
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА  $k_m$

| $b/a$ | 0,4  | 0,5  | 0,6 | 0,7  | 0,8 | 0,9  | 1    | 1,1  | 1,2 | 1,4  |
|-------|------|------|-----|------|-----|------|------|------|-----|------|
| $k_m$ | 5,22 | 5,15 | 5,1 | 5,05 | 5   | 4,95 | 4,88 | 4,84 | 4,8 | 4,72 |

Для гофрированного листа трапецидальной формы с приклеенным пенопластом или другим жестким утеплителем коэффициент  $a=1$ .

ТАБЛИЦА 43  
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА  $\zeta$

| $\sigma_t / R$ | 0,7 | 0,8  | 1    | 1,2  | 1,4  | 1,6  | 1,8  | 2    | 2,5  | 3    |
|----------------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\zeta$        | 1   | 0,86 | 0,76 | 0,67 | 0,61 | 0,56 | 0,52 | 0,48 | 0,41 | 0,35 |

Примечание. Напряжение  $\sigma_t$  должно определяться в зависимости от напряженного состояния по формулам (48—51) при  $\zeta=1$ .

**7.8.** Гофрированный лист, усиленный продольными ребрами, рассчитывается на прочность и прогиб с учетом включения в работу только части листа на ширине  $c$  (рис. 10,б), определяемой по формуле (43) независимо от наличия поперечных ребер.

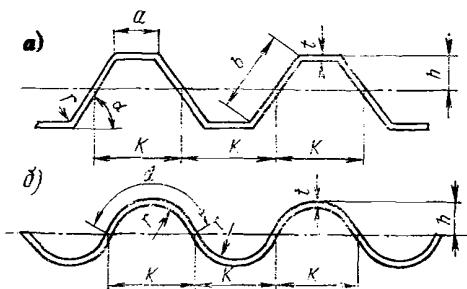


Рис. 13. Геометрические параметры для а — трапецидального гофра; б — синусоидального гофра

**7.9.** Местная устойчивость сжатых горизонтальных граней, изгибаемых гофрированных листов трапецидальной формы (рис. 13,а) должна проверяться с учетом упругого защемления продольных кромок по формуле

$$\sigma \leq k_m \zeta E \left( \frac{t}{a} \right)^3, \quad (48)$$

где  $\sigma$  — сжимающие напряжения в грани от внешней нагрузки;  $k_m$  — коэффициент, принимаемый по табл. 42 в зависимости от отношения  $b/a$ ;  $\zeta$  — коэффициент, учитывающий отклонение диаграммы  $\sigma$  —  $e$  материала листа от закона Гука и принимаемый по табл. 43 в зависимости от отношения  $\sigma_t / R$ .

**7.10.** В гофрированных листах трапецидальной формы проверка местной устойчивости наклонных граней должна производиться по приложению 10.

7.11. Проверка местной устойчивости волнистых гофрированных листов при изгибе (рис. 13,б) должна производиться по формуле

$$\sigma \leq 0,22 \zeta E \frac{t}{r}. \quad (49)$$

7.12. Общая устойчивость центрально-сжатого гофрированного листа должна проверяться по указаниям п. 4.2 и приложению 5 (табл. 58).

7.13. Местная устойчивость элементов гофрированного листа трапецидальной формы при центральном сжатии должна проверяться по формуле

$$\sigma \leq 3,6 \zeta E \left( \frac{t}{b} \right)^2, \quad (50)$$

где  $b$  — ширина большей грани.

Проверка местной устойчивости волнистого гофрированного листа при центральном сжатии должна производиться по формуле

$$\sigma \leq 0,12 \zeta E \frac{t}{r}. \quad (51)$$

### Элементы мембранных типов

7.14. Расчет элементов мембранных типов (односекционных и многосекционных) должен производиться с учетом всех компонентов напряженного состояния мембран.

7.15. При расчете пространственных блоков с предварительно-напряженной обшивкой и наличием торцевых элементов жесткости обшивка вводится в работу каркаса блока при условии обеспечения надежной передачи усилий от элементов каркаса к обшивке.

Величина предварительного натяжения обшивки, расположенной в сжатой зоне, должна определяться из условия равенства в ней нулю суммарных напряжений (без учета мембранных) при действии расчетной нагрузки.

Определение величины предварительного натяжения листа в расчете обшивок при контроле процесса натяжения по силовым параметрам и возможности регулирования растягивающих усилий надлежит производить с учетом коэффициента условий работы  $m=1$ . При контроле по геометрическим параметрам коэффициент условий работы принимается  $m=1,1$  или  $m=0,9$ .

Напряжения в обшивке должны удовлетворять двум условиям:

$$\begin{aligned} \sigma_p + \sigma_t m &\leq R \quad (m = 1,1); \\ -\sigma_p + \sigma_t m &\geq 0 \quad (m = 0,9), \end{aligned} \quad (52)$$

где  $\sigma_t$  и  $\sigma_p$  — напряжения в листе соответственно от предварительного натяжения и от внешней нагрузки.

7.16. При расчете элементов мембранных типов с одноосным напряжением обшивок необходимо учитывать дополнительное воздействие цепных усилий в обшивке, воспринимаемых продольными элементами каркаса (в каждом отсеке между поперечными прогонами).

Величина дополнительного продольного усилия определяется формулой

$$H_m = (H - N) b t, \quad (53)$$

где  $H$  — полное растягивающее усилие;

$N$  — оставшееся в обшивке усилие натяжения в рассматриваемом отсеке обшивки, соответствующее действующей внешней нагрузке  $q$ , приходящееся на единицу ширины листа.

Полное растягивающее усилие  $H$  определяется по формуле

$$H^3 - H^2 N = A. \quad (54)$$

Для конструкций с продольными элементами и сплошной стенкой величину  $A$  надлежит определять по формуле

$$A = \frac{q^2 a^3 E t}{24 \left( 0,9 + \frac{b t}{F'} + \frac{b t h_1^2}{J'} \right)}, \quad (55)$$

где  $F'$ ,  $J'$ ,  $h$  — соответственно площадь, момент инерции поперечного сечения конструкции и расстояние от нейтральной оси до наиболее сжатой точки сечения конструкции без верхней обшивки.

Для конструкций с решетчатыми продольными элементами  $A$  надлежит определять по формуле

$$A = \frac{q^2 a^3 E t}{24 \left( 0,9 + \frac{b t}{F_n} \right)}, \quad (56)$$

где  $F_n$  — площадь поперечного сечения продольного пояса.

## 8. РАСЧЕТ СОЕДИНЕНИЙ КОНСТРУКЦИЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

### Сварные соединения

8.1. При осевом действии усилий на сварное соединение распределение напряжений по длине шва принимается равномерным.

Сварные швы, воспринимающие продольные силы, рассчитываются по формулам табл. 44.

ТАБЛИЦА 44  
ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА СВАРНЫХ ШВОВ СОЕДИНЕНИЙ,  
ВОСПРИНИМАЮЩИХ ПРОДОЛЬНЫЕ УСИЛИЯ

| Сварные швы   | Напряженное состояние | Расчетная формула                                   |
|---|-----------------------|---|
| Встык, расположенные перпендикулярно действующей силе | Сжатие                | $\frac{N}{l_{ш} \cdot \delta} \leq R_c^{cb}$        |
|   | Растяжение            | $\frac{N}{l_{ш} \cdot \delta} \leq R_p^{cb}$        |
| Угловые   | Срез                  | $\frac{N}{(\beta \cdot h_{ш}) l_{ш}} \leq R_y^{cb}$ |

где  $N$  — расчетная продольная сила;  
 $\delta$  — наименьшая толщина соединяемых элементов;  
 $l_{ш}$  — расчетная длина шва, равная его полной длине за вычетом  $3\delta$  или  $3h_{ш}$ ; при выходе шва за пределы соединения (на подкладки и т. п.) за расчетную длину шва принимается его полная длина;  
 $h_{ш}$  — толщина углового шва, принимаемая равной катету вписанного равнобедренного треугольника (рис. 14);  
 $\beta$  — коэффициент, принимаемый равным: 0,9 при автоматической одно- и двухпроходной сварке, 0,7 при автоматической многопроходной сварке и при ручной и при полуавтоматической сварке с любым числом проходов.

Сварные соединения внахлестку двумя лобовыми швами имеют расчетное сопротивление, равное расчетному сопротивлению сварного соединения встык при условии, что лобовые швы наложены по всей толщине сварива-

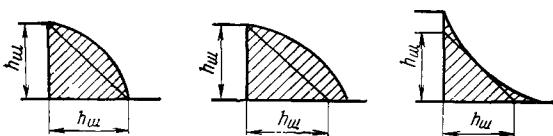


Рис. 14. Схемы сечений сварных угловых швов

емых элементов и концы их выведены за пределы соединения.

8.2. Сварные соединения встык, работающие на изгиб, рассчитываются по формулам, установленным для целого сечения с расчетными сопротивлениями согласно табл. 7 и 8.

8.3. Сварные соединения встык, работающие одновременно на изгиб и срез, проверяются по формуле

$$\frac{\sigma}{2} + \sqrt{\frac{\sigma^2}{4} + \tau^2} \leq R_p^{cb}, \quad (57)$$

где  $\sigma = \sigma^{cb}$  — напряжение в сварном соединении от изгиба;  
 $\tau = \tau^{cb}$  — напряжение в сварном соединении от среза.

8.4. При одновременном действии в одном и том же сечении углового шва срезывающих напряжений в двух направлениях расчет производится на равнодействующую этих напряжений.

8.5. Угловые швы, прикрепляющие элемент, на который действует одновременно растягивающее усилие и изгибающий момент, рассчитываются по формуле (17), в которой  $F_{шт} = F_{ш}$  — расчетная площадь швов, определяемая с учетом возможного разрушения по наименьшему сечению умножением площади поперечного сечения на коэффициент (см. п. 8.1);

$J_{x_{шт}}, J_{y_{шт}}$  — расчетный момент инерции периметра швов с учетом уменьшения их площади поперечно-го сечения;

$R = R_y^{cb}$  — расчетное сопротивление углового шва.

### Заклепочные и болтовые соединения

8.6. В заклепочных и болтовых соединениях при действии продольной силы (в стыках или прикреплениях элементов) распределение этой силы между заклепками или болтами принимается равномерным.

Заклепочные или болтовые соединения, воспринимающие продольные силы, рассчитываются на срез и смятие заклепок и болтов по формулам табл. 45.

8.7. Заклепки и болты, работающие одновременно на срез и растяжение, проверяют отдельно на срез и на растяжение.

8.8. В креплениях одного элемента к другому через прокладки или иные промежуточные элементы, а также в креплениях с односторонней накладкой число заклепок (болтов) должно быть увеличено против расчета на 10%.

ТАБЛИЦА 45  
ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ЗАКЛЕПОК И БОЛТОВ,  
ВОСПРИНИМАЮЩИХ ПРОДОЛЬНЫЕ УСИЛИЯ

| Соединение           | Напряженное состояние  | Расчетная формула  |
|----------------------|------------------------|--|
| Заклепки (или болты) | Срез                   | $\frac{N}{n n_{cp} \frac{\pi d^2}{4}} \leq R_{cp}^{закл}$ (58) |
|                      | Смятие                 | $\frac{N}{n d \Sigma \delta} \leq R_{cm}^{закл}$ (58a)         |
| Болты                | Растяжение             | $\frac{N}{n \frac{\pi d_0^2}{4}} \leq R_p^b$ (58б)             |
| Заклепки             | Отрыв головки заклепки | $\frac{N}{n \pi d h} \leq R_{отр}^{закл}$ (58в)                |

где  $N$  — расчетная продольная сила, действующая на соединение;  
 $n$  — число заклепок или болтов в соединении;  
 $n_{cp}$  — число рабочих срезов одной заклепки или болта;  
 $d$  — диаметр отверстия для заклепки или наружный диаметр стержня болта;  
 $d_0$  — внутренний диаметр резьбы болта;

$$R_{отр}^{закл} = R^{закл}$$

$\Sigma \delta$  — наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении;  
 $h = 0,4d$  — высота поверхности отрыва головки (рис. 15).

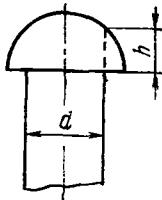


Рис. 15. Заклепка с полукруглой головкой

При прикреплении выступающих полок уголков или швеллеров с помощью коротышей число заклепок (болтов), прикрепляющих одну из полок коротыша, должно быть увеличено против расчета на 50 %.

#### Монтажные соединения на высокопрочных болтах

8.9. Монтажные соединения на высокопрочных болтах рассчитываются в предположении передачи действующих в стыках и при-

креплениях усилий через трение, возникающее по соприкасающимся плоскостям соединяемых элементов от натяжения высокопрочных болтов. При этом распределение продольной силы между болтами принимается равномерным.

8.10. Расчетное усилие, которое может быть воспринято каждой поверхностью трения соединяемых элементов (т. е. каждым контактом рабочих поверхностей), стянутых одним высокопрочным болтом, определяется по формуле

$$N_b = P f m, \quad (59)$$

где  $f$  — коэффициент трения, принимаемый по табл. 46;

ТАБЛИЦА 46  
ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ  $f$  В ФОРМУЛЕ (59)

| Способ предварительной обработки соединяемых поверхностей | Значение $f$ для соединяемых элементов конструкций из алюминия |
|---|--|
| Пескоструйная очистка                                     | 0,45   |
| Травление поверхности                                     | 0,4  |
| Без обработки (после обезжиривания)                       | 0,15   |

$m$  — коэффициент условий работы болтового соединения, принимаемый 0,8;

$P$  — осевое усилие натяжения болта.

Осевое усилие натяжения высокопрочных болтов  $P$  принимается в зависимости от механических свойств болтов после их термической обработки равным 60 % разрушающей нагрузки при разрыве болта и определяется по формуле

$$P = 0,6 \sigma_b F_{bt}, \quad (60)$$

где  $\sigma_b$  — временное сопротивление разрыву стали высокопрочных болтов после термической обработки в готовых изделиях;

$F_{bt}$  — площадь сечения болта нетто (по резьбе).

#### Соединения с фрезерованными торцами

8.11. В соединениях с фрезерованными торцами элементов (в стыках сжатых элементов и т. д.) сжимающая сила полностью передается через торцы. При этом в сжато-изогнутых элементах стыковые соединения рассчитываются на усилие, равное 25 % наибольшей

ТАБЛИЦА 47

## ФОРМУЛЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ПОЯСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В БАЛКАХ

| Характер нагрузки                              | Соединение  | Расчетные формулы  |
|--|-------------|--|
| Неподвижная (распределенная и сосредоточенная) | Угловые швы | $\frac{Q S_n}{2 (\beta h_{\text{ш}}) I_{\text{бп}}} \leq R_y^{\text{сп}}$ (60а)  |
|  | Заклепки    | $a \frac{Q S_n}{I_{\text{бп}}} \leq N_{\text{закл}}$ (60б)   |
| Местная сосредоточенная                        | Угловые швы | $\frac{1}{2 (\beta h_{\text{ш}})} \sqrt{\left(\frac{Q S_n}{I_{\text{бп}}}\right)^2 + \left(\frac{n_1 P}{z}\right)^2} \leq R_y^{\text{сп}}$ ; (60в) |
|  | Заклепки    | $a \sqrt{\left(\frac{Q S_n}{I_{\text{бп}}}\right)^2 + \left(\frac{a n_1 P}{z}\right)^2} \leq N_{\text{закл}}$ (60г)                                |

где  $Q$  — наибольшая поперечная сила в рассматриваемом сечении;  
 $S_n$  — статический момент брута пояса балки относительно нейтральной оси;  
 $h_{\text{ш}}$  — толщина углового шва;  
 $\beta$  — коэффициент, равный 0,7, при ручной и полуавтоматической сварке и 0,9 — при автоматической;  
 $a$  — шаг поясных заклепок;  
 $N_{\text{закл}}$  — расчетное усилие на одну заклепку, принимаемое равным:

$$N_{\text{закл}} = n_{\text{ср}} \frac{\pi d^2}{4} R_{\text{ср}}^{\text{закл}} \quad \text{— при расчете на срез;}$$

$N_{\text{закл}} = d \Sigma \delta R_{\text{ср}}^{\text{закл}}$  — при расчете на смятие;  
 $P$  — величина расчетного сосредоточенного груза;  
 $n_1$  — коэффициент, принимаемый по приложению 9;

$z$  — условная длина распределения давления сосредоточенного груза, принимаемая по приложению 9;

$a$  — коэффициент, принимаемый равным:

$a=0,4$  — при нагрузке по верхнему поясу клепаной балки, в которой стенка пристрогана к верхнему поясу;

$a=1$  — то же, но при отсутствии пристройки стенки;

$a=1$  — при нагрузке по нижнему поясу.

Приложения: 1. При неподвижной сосредоточенной нагрузке, приложенной к верхнему поясу, предусматривается, что в местах приложения грузов имеются ребра жесткости, приваренные или плотно пригнанные к верхнему поясу.

2. При приложении неподвижной сосредоточенной нагрузки к нижнему поясу балки сварные швы и заклепки, прикрепляющие этот пояс к стенке, рассчитываются по формулам (60в) и (60г) табл. 47 независимо от наличия ребер жесткости в местах приложения нагрузок.

сжимающей силы, и проверяются на наибольшее растягивающее усилие от действия изгибающего момента, соответствующего минимальной продольной силе.

## Поясные соединения в составных балках

8.12. Сварные швы и заклепки, соединяющие стенки и пояса составных балок, рассчитываются по формулам табл. 47.

8.13. В клепаных балках с многолистовыми поясными пакетами каждый из листов должен быть прикреплен за место своего теоретического обрыва из расчета на половину

усилия, которое может быть воспринято сечением листа. Каждый лист на участке между действительным местом его обрыва и местом обрыва предыдущего листа должен быть прикреплен из расчета на полное усилие, которое может быть воспринято сечением листа.

## Анкерные болты

8.14. В конструкциях из алюминиевых сплавов анкерные болты должны выполнятьсь из стали. Расчет стальных анкерных болтов следует производить по главе СНиП на проектирование стальных конструкций.

## 9. УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ АЛЮМИНИЕВЫХ КОНСТРУКЦИЙ И ИХ ЭЛЕМЕНТОВ

### Общие указания

**9.1.** При проектировании алюминиевых конструкций надлежит:

а) предусматривать связи, обеспечивающие в процессе монтажа и эксплуатации устойчивость и пространственную неизменяемость сооружения в целом и его элементов, назначая их в зависимости от основных параметров сооружения и режима его эксплуатации (конструктивная схема, пролеты, температурные воздействия и т. д.);

б) учитывать производственные возможности предприятий—изготовителей металлоконструкций и мощность подъемно-транспортного оборудования монтажных организаций;

в) компоновать элементы конструкций из наименьшего количества деталей;

г) использовать металл с наименьшими отходами и потерями путем соответствующего размещения стыков в конструкции;

д) производить разбивку конструкций на отправочные элементы с учетом рационального и экономичного транспортирования их на строительство;

е) предусматривать возможность укрупнения отправочных элементов конструкций на строительной площадке для монтажа крупными блоками с обеспечением устойчивости отдельных элементов и блоков сооружения в процессе монтажа;

ж) предусматривать монтажные крепления элементов, обеспечивающие возможность легкой сборки и удобного выполнения соединений элементов на монтаже (устройство монтажных столиков и т. п.), а также быструю выверку конструкций;

з) назначать монтажные соединения элементов болтовыми; сварные и клепаные монтажные соединения допускать лишь в тех случаях, когда применение болтов нерационально или не разрешается нормативными документами;

и) предусматривать конструктивные решения, обеспечивающие эффективное использование транспортных средств.

**9.2.** Предельные прогибы изгибаемых элементов не должны превышать величин, указанных в табл. 48.

ТАБЛИЦА 48  
ПРЕДЕЛЬНЫЕ ПРОГИБЫ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

| Элементы конструкций  | Величина прогиба в долях пролета                |
|---|---|
| 1. Балки покрытий и чердачных перекрытий:<br>а) главные балки<br>б) прогоны<br>в) обрешетки   | 1/250 (1/200)<br>1/200 (1/150)<br>1/150 (1/125) |
| 2. Покрытия, в том числе большепролетные без подвесного транспорта  | 1/300 (1/250)                                   |
| 3. Элементы фахверка<br>а) стойки, ригели<br>б) прогоны остекления (в вертикальной и горизонтальной плоскостях)                                 | 1/300 (1/200)<br>1/200                          |
| 4. Стеновые панели с остеклением  | 1/200   |
| 5. Кровельные панели, подвесные потолки   | 1/150 (1/125)                                   |
| 6. Стеновые панели без остекления   | 1/125 (1/100)                                   |
| 7. Вертикальные и горизонтальные элементы ограждающих конструкций (импости):<br>а) при одинарном остеклении<br>б) при остеклении стеклопакетами | 1/200<br>1/300                                  |

**Приложения:** 1. Величины прогибов в скобках допускаются при наличии обоснования (опытное строительство, наличие строительного подъема и др.).

2. Прогибы определяются от нормативной нагрузки без учета коэффициента динамичности.

3. Прогибы могут определяться (при соответствующем обосновании) условиями сохранения плотности стыков и водоотвода.

4. При применении подвесного транспорта предельные прогибы стропильных ферм должны определяться по условию нормальной эксплуатации применяемого в каждом конкретном случае подъемно-транспортного механизма.

**9.3.** Климатические температурные воздействия на алюминиевые конструкции одноэтажных зданий и сооружений должны учитываться путем соблюдения предельных размеров температурных отсеков зданий и сооружений, указанных в табл. 49, а также путем применения конструктивных мер при проектировании ограждающих конструкций, их стыков и нащельников.

**9.4.** При расчете ограждающих конструкций величина годового температурного перепада открытых наружных поверхностей должна определяться исходя из нагрева алюминиевых поверхностей летом под воздействием солнечной радиации, а зимой—по расчетной температуре наружного воздуха. Расчетный годовой температурный перепад наружных и внутренних поверхностей должен приниматься в соответствии с внутренним режимом здания.

**9.5.** Конструкции стеновых и кровельных ограждений, отдельных панелей, настилов и

ТАБЛИЦА 49  
ПРЕДЕЛЬНЫЕ РАЗМЕРЫ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ОТСЕКОВ  
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

| Категория зданий и сооружений        | Предельные размеры, м, для групп зданий и сооружений           |    |                             |    |                        |    |
|--------------------------------------|--|----|-----------------------------|----|------------------------|----|
|                                      | расстояния от торца отсека до оси ближайшей вертикальной связи |    | длина отсека (вдоль здания) |    | ширина отсека (здания) |    |
|                                      | A  | B  | A                           | B  | A                      | B  |
| Отапливаемые здания                  | 72   | 48 | 144                         | 96 | 120                    | 90 |
| Неотапливаемые здания и горячие цехи | 48   | 36 | 96                          | 72 | 90                     | 60 |
| Открытые эстакады                    | 36   | 24 | 72                          | 48 | —                      | —  |

Примечание. К группе А относятся здания и сооружения, в которых конструкции покрытий или (и) стен выполнены из алюминия, а колонны — стальными или алюминиевыми. К группе Б относятся здания и сооружения, в которых конструкции покрытий или (и) стен выполнены из алюминия, а колонны — железобетонными.

их стыков, а также деталей крепления к каркасу здания должны проектироваться с учетом температурных перепадов.

9.6. Стыки панелей и настилов должны проектироваться с учетом свободы температурных деформаций при сохранении теплотехнических свойств и герметичности. Нашельники по длине должны иметь температурные компенсаторы.

9.7. Выбор материала утеплителя, клея и герметиков при проектировании ограждающих конструкций должен производиться с учетом величин возможных температурных перепадов.

9.8. При наличии технико-экономических обоснований допускается применение алюминия в сочетании с другими строительными материалами в пределах конструкций (например, сочетания алюминия и дерева в оконных и дверных конструкциях, алюминия и полимеров в стековых и кровельных конструкциях, и др.). При этом необходимо учитывать различие в величинах модулей упругости и коэффициентов линейного расширения материалов, а также предусматривать мероприятия по защите от контактной коррозии.

9.9. В конструкциях сборно-разборных зданий алюминий применяется в виде:

а) ограждающих полносборных элементов для стен, кровли, перегородок, дверных и оконных проемов и др;

б) несущих элементов полной заводской готовности с монтажными соединениями на болтах.

9.10. При проектировании элементов ограждающих и несущих конструкций сборно-разборных зданий должна предусматриваться их взаимозаменяемость. Монтажные узлы и стыки должны располагаться в местах, исключающих скопления отложений грязи, пыли, влаги и др.

9.11. При транспортировке должна предусматриваться сохранность элементов сборно-разборных зданий и сооружений путем их пакетирования и перевозки в контейнерах.

9.12. В строительстве жилых и общественных зданий и сооружений алюминиевые конструкции применяются преимущественно в ограждающих конструкциях. Применение алюминия в несущих конструкциях допускается при наличии специальных обоснований.

9.13. Для защитно-декоративной отделки алюминиевых конструкций и изделий архитектурного назначения надлежит применять:

а) полирование лицевых поверхностей (с последующим анодированием);

б) бесцветное анодирование;

в) цветное светостойкое анодирование с электролитическим окрашиванием;

г) цветное анодирование с окрашиванием органическими и неорганическими красителями (при специальном обосновании);

д) покрытие бесцветными лаками по анодированной поверхности;

е) покрытие цветными стеклоэмалями;

ж) покрытие цветными защитными органическими эмалями.

9.14. Применение алюминия в несущих конструкциях производственных зданий и сооружений допускается при специальном обосновании:

а) в колоннах и покрытиях одноэтажных производственных зданий в условиях агрессивной среды, взрывоопасного производства и исключения магнитных свойств конструкций;

б) в передвижных инвентарных зданиях, в сборно-разборных конструкциях, предназначенных для Северной строительно-климатической зоны и удаленных районах;

в) в пространственных стержневых конструкциях типа опор линий электропередачи и перемещаемых вышек, возводимых в труднодоступных районах.

**9.15.** Коррозионная стойкость алюминиевых конструкций производственных и сельскохозяйственных зданий и сооружений, подвергающихся воздействию агрессивных сред, должна обеспечиваться путем выбора марки и состояния алюминия, назначения рациональных конструктивных форм и минимальных толщин в соответствии с главой СНиП по защите строительных конструкций от коррозии.

## 10. КОНСТРУКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ

### Общие указания

**10.1.** Выбор вида соединения (сварное, болтовое, заклепочное и др.) должен производиться в зависимости от характера работы соединения с учетом степени ослабления алюминия, определяемого видом соединения.

Сварные соединения элементов несущих конструкций должны выполняться, как правило, в заводских условиях. При проектировании сварных конструкций необходимо предусматривать применение кондукторов.

**10.2.** Тонколистовые ограждающие конструкции и их соединения должны проектироваться сварными или клепанными (заводские и монтажные крепления обшивок к каркасам,стыки для укрупнения тонколистовых элементов,стыки в кровельных покрытиях).

**10.3.** При проектировании сварных тонколистовых конструкций необходимо обеспечивать сохранение внешнего вида конструкций путем: выбора способа сварки, обеспечивающего требуемый внешний вид сварных соединений; устройства нащельников и других конструктивных элементов на сварных соединениях; применения жестких кондукторов; проковки сварных швов для уменьшения сварочных деформаций и др.

**10.4.** Применение сварных соединений в конструкциях, предназначенных для защиты анодированием, допускается при специальном обосновании.

**10.5.** Минимальная толщина полуфабрикатов алюминиевых конструкций должна назначаться по расчету и в зависимости от условий перевозки и монтажа. При эксплуатации в условиях агрессивной среды минимальная толщина должна назначаться на основе указаний главы СНиП по защите строительных конструкций от коррозии.

Толщина элементов ограждающих конструкций должна быть при нормальных условиях эксплуатации не менее 0,8 мм.

**10.6.** При проектировании строительных конструкций из алюминия надлежит пользоваться каталогами алюминиевых профилей.

Применение профилей, не указанных в каталогах, допускается при технико-экономическом обосновании.

**10.7.** Применение комбинированных соединений, в которых часть усилий воспринимается заклепками, а часть сварными швами, запрещается.

**10.8.** Алюминий в сочетании со сталью применяют:

а) в составе одной конструкции при выполнении различных элементов конструкций из алюминия или стали;

б) в составе одного элемента конструкций, выполненного из алюминия при стальных соединениях (заклепки, болты).

### Указания по конструированию сварных соединений

**10.9.** При проектировании конструкций со сварными соединениями надлежит:

а) применять высокопроизводительные механизированные способы сварки;

б) предусматривать возможность сварки без кантовки конструкций при изготовлении;

в) обеспечивать свободный доступ к местам наложения швов с учетом выбранного способа и технологии сварки;

г) назначать размеры и взаимное расположение швов и выбирать способ сварки исходя из требования обеспечения наименьших собственных напряжений и деформаций при сварке;

д) избегать сосредоточения большого количества швов в одном месте;

е) принимать количество и размеры сварных швов минимально необходимыми.

**10.10.** Разделка кромок под сварку должна назначаться с учетом способа и технологии сварки, положения шва в пространстве и толщины свариваемых элементов.

Разделка кромок под сварку должна выполняться по ГОСТ 14806—69 «Швы сварных соединений. Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов. Основные типы и конструктивные элементы» и заводским нормалям.

**10.11.** При проектировании сварных соединений и узлов в несущих конструкциях необходимо предусматривать снижение концент-

рации напряжений, применяя для этой цели соответствующие конструктивные решения, а также технологические мероприятия. Надлежит применять преимущественно сварные соединения встык с обязательной подваркой корня шва или использованием формирующих подкладок. Концы швов встык должны выводиться за пределы стыка (например, с помощью выводных планок).

При сварке встык двух листов разной толщины должен осуществляться плавный переход от толстого листа к тонкому путем устройств скоса, размеры которого регламентированы ГОСТ 14806—69.

**10.12.** Количество стыков в расчетных элементах должно быть минимальным.

**10.13.** Сварные соединения должны располагаться в менее напряженных местах элементов конструкции.

**10.14.** В узлах несущих конструкций из прессованных профилей должны предусматриваться сварные соединения встык и втавр.

В сварных нахлесточных соединениях из сплавов АД31Т и АД31Т1 не допускается применение лобовых швов.

**10.15.** Размеры и форма сварных угловых швов должны удовлетворять следующим требованиям:

а) толщина шва  $h_{ш}$  (при сварке элементов толщиной 4 мм и более) должна быть не менее 4 мм. При сварке швов нахлесточных соединений катет по вертикальному размеру не должен выступать над поверхностью верх-

ней детали более, чем на 1 мм. Если в соединении более тонкий элемент имеет бульбу, то предельная толщина шва  $h_{ш}$  может быть увеличена до 1,5 δ (δ—наименьшая толщина соединяемых элементов);

б) расчетная длина флангового и лобового швов должна быть не менее 40 мм и не менее  $4 h_{ш}$ ;

в) расчетная длина флангового шва должна быть не более  $50 h_{ш}$  за исключением соединений, где воспринимаемое фланговым швом усилие возникает на всем протяжении шва; в последнем случае длина флангового шва не ограничивается;

г) в соединениях нахлестку с угловыми швами величина нахлестки должна быть не менее пяти толщин наиболее тонкого из свариваемых элементов.

**10.16.** Сварные соединения тонколистовых конструкций должны проектироваться с учетом технологических особенностей применяемых способов сварки:

а) приварка тонких листов обшивок к более толстым элементам каркаса допускается аргонодуговой точечной сваркой или контактной точечной сваркой; при контактной точечной сварке соотношение толщин свариваемых элементов не должно превышать 1 : 3;

б) для укрупнения тонколистовых элементов в заводских условиях должна применяться контактная роликовая сварка, обеспечивающая получение прочных водонепроницаемых соединений. Размеры соединений при

ТАБЛИЦА 50

## РАЗМЕРЫ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ КОНТАКТНОЙ ТОЧЕЧНОЙ И КОНТАКТНОЙ РОЛИКОВОЙ СВАРКЕ

| Толщина наиболее тонкой детали, мм | Диаметр ядра, мм                   | Точечная сварка               |              |                       |                        | Роликовая сварка |   |            |                |
|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------|--------------|-----------------------|------------------------|------------------|---|------------|----------------|
|                                    |                                    | Минимальные размеры           |              | Шаг между точками, мм | Минимальные размеры    |                  | Расстояние от оси шва до края листа, мм |            |                |
|                                    |                                    | ширина нахлестки* при шве, мм | однорядном   |                       | ширина латкой зоны, мм | однорядном       |   |            |                |
| однорядном                         | двуходрядном (в шахматном порядке) | однорядном                    | двуходрядном | однорядном            | двуходрядном**         | однорядном       | двуходрядном**                          | однорядном | двуходрядном** |
| 0,5                                | 3—4                                | 10                            | 18           | 10                    | 3—4                    | 10               | 12                                      | 5          | 5              |
| 0,8                                | 3,5—4,5                            | 12                            | 25           | 13                    | 3,5—4,5                | 10               | 14                                      | 5          | 5              |
| 1                                  | 4—5                                | 14                            | 28           | 15                    | 4—5                    | 12               | 16                                      | 6          | 6              |
| 1,2                                | 5—6                                | 16                            | 30           | 15                    | 5—6                    | 14               | 20                                      | 7          | 7              |
| 1,5                                | 6—7                                | 18                            | 35           | 20                    | 6—7                    | 16               | 24                                      | 8          | 8              |
| 2                                  | 7—8                                | 20                            | 42           | 25                    | 7—8                    | 20               | 28                                      | 10         | 10             |
| 3                                  | 9—10                               | 26                            | 56           | 35                    | 8—9                    | 24               | 34                                      | 12         | 12             |

\* Применение меньшей нахлестки не допускается по условиям технологичности и прочности соединений. При сварке трех листов размеры нахлестки должны увеличиваться на 15—20%.

\*\* Выполняется с перекрытием швов на 30—60%.

контактной роликовой сварке приведены в табл. 50.

Укрупнение тонколистовых элементов в заводских условиях допускается также выполнять контактной точечной сваркой (размеры соединений приведены в табл. 50), аргонодуговой точечной сваркой и аргонодуговой сваркой непрерывным швом;

в) при сварке стыков кровельных покрытий в монтажных условиях должна применяться аргонодуговая сварка неплавящимся электродом или аргонодуговая сварка плавящимся электродом с импульсным питанием дуги. Основной конструкцией соединения при этом является нахлесточное, а также бортовое;

г) при применении аргонодуговой точечной сварки в монтажных условиях для соединения тонколистовых элементов основным типом соединения является нахлесточное; величина нахлестки должна быть не меньше 30 мм.

С помощью аргонодуговой точечной сварки допускается сварка пакета из трех элементов (толщина двух верхних листов в пакете не должна превышать 3 мм).

#### Указания по конструированию заклепочных соединений

**10.17.** В рабочих элементах конструкций число расположенных по одну сторону стыка заклепок, прикрепляющих элемент в узле, должно быть не менее двух.

**10.18.** Толщина склеиваемого пакета при заводской холодной клепке на скобе не должна превосходить четырех диаметров заклепок.

**10.19.** Разбивка заклепок и болтов, в том числе высокопрочных, должна производиться согласно табл. 51. Соединительные заклепки и болты, располагаемые вне узлов и стыков, должны размещаться на максимальных расстояниях.

**10.20.** Диаметр заклепки должен быть не более пяти толщин наиболее тонкого элемента. За расчетный диаметр заклепки принимается диаметр отверстия.

**10.21.** Форма заклепки и ее размеры для холодной клепки устанавливаются техническими условиями на изготовление строительных конструкций из алюминия.

**10.22.** При соединении внахлестку профилированных листов (вдоль гофра) на каждой полуволне должно располагаться не менее двух болтов или заклепок.

**10.23.** В конструкциях из профилированных листов ребра жесткости или диафрагмы

ТАБЛИЦА 51  
РАЗБИВКА ЗАКЛЕПОК И БОЛТОВ

| Характеристика расстояния  | Расстояния  |
|--|---|
| Между центрами заклепок и болтов в любом направлении:  |   |
| а) минимальные   | Для заклепок $3 d$ ;<br>для болтов $3,5 d$<br>$5 d$ или $10 \delta$ |
| б) максимальные в крайних рядах при отсутствии окаймляющих уголков при растяжении и сжатии       | $12 d$ или $20 \delta$  |
| в) максимальное в средних рядах и в крайних рядах при наличии окаймляющих уголков при растяжении | $10 d$ или $14 \delta$  |
| г) максимальные в средних рядах и в крайних рядах при наличии окаймляющих уголков при сжатии     |   |
| От центра заклепки или болта до края элемента:   |   |
| а) минимальное вдоль усилия и по диагонали   | $2,5 d$   |
| б) минимальное поперек усилия при обрезных кромках   | $2,5 d$   |
| в) минимальное поперек усилия при прокатных или прессованных кромках                             | $2 d$   |
| г) максимальное  | $6 d$   |

где  $d$  — диаметр отверстия для заклепки или болта;  
 $\delta$  — толщина наиболее тонкого наружного элемента пакета.

должны соединяться в каждой точке касания с гофром и элементом, усиливающим конструкцию.

Стыки мембранный или предварительно-напряженной обшивки толщиной до 2 мм выполняются внахлестку, при этом стык должен быть соединен не менее чем двумя рядами сварных точек или заклепок.

**10.24.** Конструкция соединения тонких алюминиевых лент с контуром должна иметь регулируемое предварительное натяжение и не должна допускать контакта между алюминием и сталью или бетоном.

Соединение алюминиевых лент с металлическим или железобетонным контуром осуществляется, например, в виде прижимного фрикционно-изоляционного узла.

**10.25.** Алюминиевые конструкции, подвергающиеся воздействию агрессивной среды, должны быть предохранены от коррозии в соответствии с главой СНиП по защите строительных конструкций от коррозии.

Сечения элементов конструкций должны быть легкодоступны для очистки и нанесения защитных покрытий.

## МАРКИ И СОСТОЯНИЯ АЛЮМИНИЯ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

ТАБЛИЦА 52

| Марка и состояние алюминия   | ГОСТ или ТУ на поставку   |            |                   |            | Коррозионная стойкость алюминия |  |
|--|---------------------------|------------|-------------------|------------|---------------------------------|--|
|  | по механическим свойствам |            |                   | листы      |                                 |  |
|  | по химическому составу    | листы      | трубы             |            |                                 |  |
| <b>Группа I. Ограждающие конструкции — оконные и дверные заполнения, подвесные потолки, перегородки, витражи и др.</b>   |                           |            |                   |            |                                 |  |
| АД1М   | 4784—65*                  | 12592—67** | —                 | —          | Высокая                         |  |
| АМцМ   | 4784—65*                  | 12592—67** | —                 | —          | »                               |  |
| АД31Т  | 4784—65*                  | —          | 8617—68**         | 18482—73** | »                               |  |
| АМг2М  | 4784—65*                  | 12592—67** | —                 | 18475—73** | »                               |  |
| АМг2П  | 4784—65*                  | 12592—67** | —                 | 18475—73** | »                               |  |
| АД31Т1   | 4784—65*                  | —          | 8617—68**         | —          | »                               |  |
|  |                           |            |                   |            |                                 |  |
| <b>Группа II. Ограждающие конструкции — кровельные и стеновые панели, блоки покрытия и др.</b>   |                           |            |                   |            |                                 |  |
| АМг2М  | 4784—65*                  | 12592—67** | —                 | 18475—73** | Высокая                         |  |
| АМг2П  | 4784—65*                  | 12592—67** | —                 | —          | »                               |  |
| АД31Т  | 4784—65*                  | —          | 8617—68**         | 18482—73** | »                               |  |
| АД31Т1   | 4784—65*                  | —          | 8617—68**         | —          | »                               |  |
| 1915Т  | 4784—65*                  | —          | OCT<br>1—92022—73 | 18482—73** | Средняя                         |  |
|  |                           |            |                   |            |                                 |  |
| <b>Группа III. Несущие сварные конструкции — фермы, колонны, прогоны покрытий, пространственные решетчатые покрытия, покрытия больших пролетов, сборно-разборные конструкции каркасов зданий и др.</b> |                           |            |                   |            |                                 |  |
| АМг2М  | 4784—65*                  | 12592—67** | —                 | 18475—73** | Высокая                         |  |
| АМг2П  | 4784—65*                  | 12592—67** | —                 | —          | »                               |  |
| АД31Т  | 4784—65*                  | —          | 8617—68**         | 18482—73** | »                               |  |
| АД31Т1   | 4784—65*                  | —          | 8617—68**         | —          | »                               |  |
| 1915Т  | 4784—65*                  | —          | OCT<br>1—92922—73 | 18482—73** | Средняя                         |  |
|  |                           |            |                   |            |                                 |  |
| <b>Группа IV. Конструкции, относящиеся к группе III при выполнении их клепанными, а также элементы конструкций, не имеющие сварных соединений</b>  |                           |            |                   |            |                                 |  |
| АМг2П  | 4784—65*                  | 12592—67** | —                 | —          | Высокая                         |  |
| АД31Т  | 4784—65*                  | —          | 8617—68**         | 18482—73** | »                               |  |
| АД31Т1   | 4784—65*                  | —          | 8617—68**         | —          | »                               |  |
| 1925Т  | 4784—65*                  | —          | OCT<br>1—92022—73 | 18482—73** | Средняя                         |  |
| 1915Т  | 4784—65*                  | —          | OCT<br>1—92022—73 | 18482—73** | »                               |  |

Примечания: 1. В описаниях I—IV групп приведен примерный перечень конструкций.

2. Алюминий марки АМцМ применяется только для листовых конструкций декоративного назначения, которые подлежат анодированию в черный цвет.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 2

ПЕРЕЧЕНЬ ДЕЙСТВУЮЩИХ ГОСТов  
НА АЛЮМИНИЕВЫЕ СПЛАВЫ НА 1/1 1975 Г.

ТАБЛИЦА 53

| Наименование ГОСТ  | Номер ГОСТ |
|--|------------|
| Сплавы алюминиевые деформируемые. Марки  | 4784—65*   |
| Листы алюминиевые общего назначения  | 13722—68   |
| Листы конструкционные из алюминия и алюминиевых сплавов  | 12592—67** |
| Профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Угольник равнобокий П50. Сортамент   | 13737—68   |
| Профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Угольник разностенный неравнобокий П52. Сортамент                                  | 13738—68   |
| Профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Бульбугольники П6500. Сортамент  | 13617—68   |
| Профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Зет нормальный П500. Сортамент   | 13620—68   |
| Профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Зет фасонный П510. Сортамент   | 13619—68   |
| Профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Двутавр П200. Сортамент  | 13621—68   |
| Профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Тавр П130. Сортамент   | 13622—68   |
| Профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Швеллер равнотолщинный П300. Сортамент   | 13623—68   |
| Профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Швеллер отбортованный П460. Сортамент  | 1947—56    |
| Трубы из алюминия и алюминиевых сплавов. Сортамент   | 7857—73    |
| Прутки прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Сортамент   | 7871—63    |
| Проволока сварочная из алюминия и алюминиевых сплавов  | 2171—73    |
| Детали, изделия и заготовки из цветных металлов и сплавов. Маркировка  | 11739—66   |
| Сплавы алюминиевые литьевые и деформируемые. Метод определения содержания бериллия   | 7727—60    |
| Сплавы алюминиевые. Методы спектрального анализа   | 2685—63    |
| Сплавы алюминиевые литьевые  | 8617—68    |
| Профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов общего назначения. Технические требования   | 17232—71   |
| Плиты из алюминия и алюминиевых сплавов (в части упаковки, маркировки, транспортирования полуфабрикатов из алюминия и алюминиевых сплавов) |            |

## Продолжение табл. 53

## Наименование ГОСТ

## Номер ГОСТ

|   |          |
|---|----------|
| Прутки прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов     | 4783—68  |
| Трубы катаные и тянутые из алюминия и алюминиевых сплавов | 18475—73 |
| Проволока алюминиевая круглая электротехническая          | 6132—71  |

ПРИЛОЖЕНИЕ 3  
ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ АЛЮМИНИЯ

ТАБЛИЦА 54

| Физическая величина  | Числовые значения             |
|--|-------------------------------|
| Модуль упругости $E$ в кгс/см <sup>2</sup> , действительный при температуре:<br>—70°C<br>от —40 до +50°C<br>+100°C             | 750 000<br>710 000<br>650 000 |
| Модуль сдвига $G$ в кгс/см <sup>2</sup> , действительный при температуре:<br>—70°C<br>от —40 до +50°C<br>+100°C                | 280 000<br>270 000<br>260 000 |
| Коэффициент поперечной деформации (Пуассона) $\mu$   | 0,3                           |
| Коэффициент линейного расширения $\alpha$ в град <sup>-1</sup> , действительный при температуре алюминия от —70 до +100°C      | 0,000023                      |
| Среднее значение плотности $\gamma$ , г/см <sup>3</sup>  | 2,7                           |
| П р и м е ч а н и е. При промежуточных значениях температуры данные по величинам $E$ и $G$ должны приниматься по интерполяции. |                               |

ТАБЛИЦА 55  
плотность алюминия в г/см<sup>3</sup>

| Марка     | АД1  | АМц  | АМг  | АД31 | 1925 | 1915 | АЛ8  |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|
| Плотность | 2,71 | 2,73 | 2,68 | 2,71 | 2,77 | 2,77 | 2,55 |

ПРИЛОЖЕНИЕ 4  
АЛЮМИНИЕВЫЕ ПОЛУФАБРИКАТЫ,  
ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ  
КОНСТРУКЦИЙ

ТАБЛИЦА 56

| Марки алюминия | Полуфабрикаты |       |        |         |       |
|----------------|---------------|-------|--------|---------|-------|
|                | лист          | плиты | прутки | профили | трубы |
| АД1            | +             | —     | —      | —       | —     |
| АМц            | +             | —     | —      | —       | —     |
| АМг2           | +             | +     | —      | —       | +     |
| АД31           | —             | —     | +      | +       | +     |
| 1915           | —             | —     | +      | +       | +     |
| 1925           | —             | —     | —      | +       | +     |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 5

КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\varphi$  ПРОДОЛЬНОГО ИЗГИБА ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

В табл. 57 показаны схемы сечений, для которых в табл. 58 и 59 приведены значения коэффициентов  $\varphi$ .

ТАБЛИЦА 57  
СХЕМЫ СЕЧЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ  $\varphi$

| Тип сечения | Схема сечения | № таблицы |
|-------------|---------------|-----------|
| 1           |               | 58        |
| 2           |               | 59        |

ТАБЛИЦА 58  
КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\varphi$  ПРОДОЛЬНОГО ИЗГИБА ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ СЕЧЕНИЯ ТИПА 1

| Гибкость элементов<br>$\lambda = \frac{l}{r}$ | Коэффициенты $\varphi$ для элементов из алюминия марок |       |       |       |               |       |       |
|---|--|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|
|   | АД1М   | АМцМ  | АДз1Т | АМг2М | АДз1Т1; АМг2П | 1925Т | 1915Т |
| 0   | 1  | 1     | 1     | 1     | 1             | 1     | 1     |
| 10  | 1  | 1     | 1     | 1     | 1             | 1     | 1     |
| 20  | 1  | 1     | 0,995 | 0,982 | 0,924         | 0,915 | 0,91  |
| 30  | 0,985  | 0,955 | 0,93  | 0,915 | 0,85          | 0,838 | 0,83  |
| 40  | 0,935  | 0,9   | 0,88  | 0,86  | 0,785         | 0,77  | 0,758 |
| 50  | 0,887  | 0,86  | 0,835 | 0,812 | 0,717         | 0,696 | 0,676 |
| 60  | 0,858  | 0,82  | 0,793 | 0,766 | 0,645         | 0,615 | 0,59  |
| 70  | 0,825  | 0,782 | 0,75  | 0,717 | 0,565         | 0,53  | 0,5   |
| 80  | 0,792  | 0,745 | 0,706 | 0,665 | 0,49          | 0,44  | 0,385 |
| 90  | 0,76   | 0,71  | 0,656 | 0,608 | 0,392         | 0,348 | 0,305 |
| 100   | 0,726  | 0,665 | 0,61  | 0,555 | 0,318         | 0,282 | 0,246 |
| 110   | 0,693  | 0,625 | 0,562 | 0,506 | 0,263         | 0,233 | 0,204 |
| 120   | 0,66   | 0,53  | 0,518 | 0,458 | 0,221         | 0,196 | 0,171 |
| 130   | 0,63   | 0,545 | 0,475 | 0,415 | 0,188         | 0,167 | 0,146 |
| 140   | 0,595  | 0,505 | 0,435 | 0,362 | 0,162         | 0,144 | 0,126 |
| 150   | 0,562  | 0,47  | 0,4   | 0,313 | 0,141         | 0,125 | 0,11  |

ТАБЛИЦА 59

КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\varphi$  ПРОДОЛЬНОГО ИЗГИБА ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ СЕЧЕНИЙ ТИПА 2

| Гибкость элементов<br>$\lambda = \frac{l}{r}$ | Коэффициенты $\varphi$ для элементов из алюминия марок |       |       |       |               |       |       |
|---|--|-------|-------|-------|---------------|-------|-------|
|   | АД1М   | АМцМ  | АДз1Т | АМг2М | АДз1Т1; АМг2П | 1925Т | 1915Т |
| 0   | 1  | 1     | 1     | 1     | 1             | 1     | 1     |
| 10  | 1  | 1     | 1     | 1     | 0,98          | 0,967 | 0,96  |
| 20  | 0,975  | 0,95  | 0,94  | 0,92  | 0,877         | 0,867 | 0,86  |
| 30  | 0,922  | 0,895 | 0,878 | 0,862 | 0,8           | 0,79  | 0,775 |
| 40  | 0,877  | 0,842 | 0,822 | 0,807 | 0,727         | 0,715 | 0,695 |
| 50  | 0,832  | 0,796 | 0,773 | 0,75  | 0,657         | 0,638 | 0,613 |
| 60  | 0,795  | 0,752 | 0,725 | 0,698 | 0,585         | 0,56  | 0,53  |
| 70  | 0,757  | 0,713 | 0,68  | 0,647 | 0,51          | 0,482 | 0,45  |
| 80  | 0,72   | 0,67  | 0,635 | 0,597 | 0,442         | 0,413 | 0,38  |
| 90  | 0,69   | 0,632 | 0,588 | 0,545 | 0,383         | 0,348 | 0,305 |
| 100   | 0,657  | 0,593 | 0,543 | 0,498 | 0,318         | 0,282 | 0,246 |
| 110   | 0,625  | 0,553 | 0,5   | 0,45  | 0,263         | 0,233 | 0,204 |
| 120   | 0,59   | 0,515 | 0,46  | 0,408 | 0,221         | 0,196 | 0,171 |
| 130   | 0,56   | 0,48  | 0,42  | 0,37  | 0,188         | 0,167 | 0,146 |
| 140   | 0,527  | 0,445 | 0,385 | 0,333 | 0,162         | 0,144 | 0,126 |
| 150   | 0,497  | 0,412 | 0,352 | 0,3   | 0,141         | 0,125 | 0,11  |

## ПРИЛОЖЕНИЕ 6

Здесь  $\varphi_x$  и  $\varphi_y$  — коэффициенты продольного изгиба, определяемые по таблице 58.

## РАСЧЕТ П-ОБРАЗНЫХ СЕЧЕНИЙ ПО ИЗГИБНО-КРУТИЛЬНОЙ ФОРМЕ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ

П-образные сечения (рис. 16, а), усиленные отборвками (рис. 16, б и в) или утолщениями (рис. 16, г), при осевом сжатии помимо проверки по формуле

$$\frac{N}{\varphi_x F} \leq R \quad (61)$$

должны при  $\lambda_x < \lambda_y$  проверяться на изгибно-крутильную форму потерии устойчивости по формуле

$$\frac{N}{c \varphi_y F} \leq R. \quad (62)$$

$c = \frac{N}{N_y}$  — коэффициент, определяемый по формуле (63).

$$c = \frac{2}{1 + \gamma + \sqrt{(1 + \gamma)^2 + 4 \gamma \left( \frac{a_y^2}{r^2} - 1 \right)}} \quad (63)$$

$$\gamma = \frac{N_y}{N_w} = \frac{r^2}{2 \frac{I_w}{I_y} + 0,04 \frac{I_k}{F} \lambda_y^2};$$

$$r^2 = \frac{I_x + I_y}{F} + a_y^2;$$

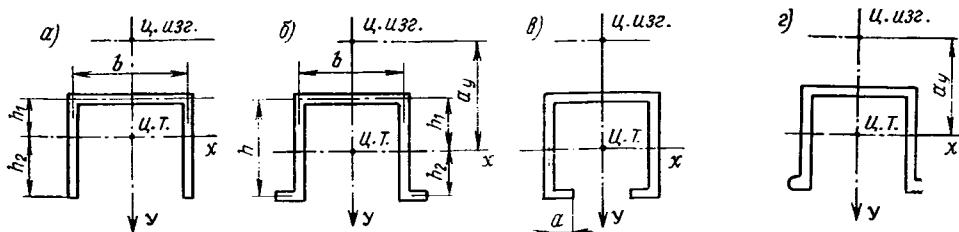


Рис. 16. П-образное сечение

$a_y$  — расстояние между центром тяжести и центром изгиба;

$I_w$  — секториальный момент инерции;

$$I_k = \frac{1}{3} \sum b_i \delta_i^3$$

— момент инерции при чистом кручении;

$b_i$  и  $\delta_i$  — ширина и толщина прямоугольников, составляющих сечение, включая отборы и утолщения.

При наличии утолщений круглого сечения (бульб)

$$I_k = \frac{1}{3} \sum b_i \delta_i^3 + n \frac{\pi D^4}{32},$$

где  $D$  — диаметр бульб,

$n$  — число их в сечении.

### ПРИЛОЖЕНИЕ 7

#### ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА $\phi_b$ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ОБЩЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ БАЛОК

Для балок двоякосимметричного двутаврового сечения коэффициент  $\phi_b$  определяется по формуле

$$\phi_b = \psi \frac{I_y}{I_x} \left( \frac{h}{l} \right)^2 10^3. \quad (64)$$

ТАБЛИЦА 60

#### КОЭФФИЦИЕНТЫ $\phi$ ДЛЯ БАЛОК ИЗ АЛЮМИНИЯ С РАСЧЕТНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ $R=1$ Т/СМ<sup>2</sup>

| $a$ | Коэффициенты $\phi$                       |   |                  |                 |  |  |
|-----|---|---|------------------|-----------------|--|--|
|     | Для балок без закрепления в пролете       |   |                  |                 | При наложении не менее двух промежуточных закреплений верхнего пояса, делающих пролет на равные части, независимо от места приложения нагрузки |  |
|     | при сосредоточенной нагрузке, приложенной | при равномерно распределенной нагрузке, приложенной | к верхнему поясу | к нижнему поясу |  |  |
| 1   | 2   | 3   | 4                | 5               | 6  |  |
| 0,1 | 0,28                                      | 0,8   | 0,26             | 0,61            | 0,34   |  |
| 0,4 | 0,28                                      | 0,81  | 0,26             | 0,61            | 0,35   |  |
| 1   | 0,3                                       | 0,82  | 0,27             | 0,62            | 0,36   |  |
| 4   | 0,36                                      | 0,87  | 0,32             | 0,67            | 0,41   |  |
| 8   | 0,42                                      | 0,94  | 0,37             | 0,73            | 0,47   |  |
| 16  | 0,54                                      | 1,07  | 0,48             | 0,84            | 0,56   |  |
| 24  | 0,64                                      | 1,17  | 0,57             | 0,92            | 0,64   |  |
| 32  | 0,73                                      | 1,27  | 0,65             | 1               | 0,71   |  |
| 48  | 0,9                                       | 1,42  | 0,78             | 1,14            | 0,83   |  |
| 64  | 1,04                                      | 1,57  | 0,9              | 1,27            | 0,95   |  |
| 80  | 1,17                                      | 1,7   | 1                | 1,37            | 1,04   |  |
| 96  | 1,28                                      | 1,8   | 1,11             | 1,47            | 1,13   |  |
| 128 | 1,5                                       | 2,01  | 1,28             | 1,65            | 1,26   |  |
| 160 | 1,69                                      | 2,22  | 1,44             | 1,8             | 1,43   |  |
| 240 | 2,1                                       | 2,62  | 1,8              | 2,16            | 1,74   |  |
| 320 | 2,44                                      | 2,97  | 2,09             | 2,4             | 2  |  |
| 400 | 2,75                                      | 3,28  | 2,33             | 2,68            | 2,22   |  |

Примечание. При одном закреплении в середине пролета различаются следующие случаи: сосредоточенная сила в середине пролета независимо от уровня приложения  $\psi = 1,75 \psi^*$ ; сосредоточенная сила в четверти пролета или равномерно распределенная нагрузка, приложенная к верхнему поясу  $\psi = 1,14 \psi^*$ ; сосредоточенная сила в четверти пролета, приложенная к нижнему поясу  $\psi = 1,6 \psi^*$ ; равномерно распределенная по нижнему поясу нагрузка  $\psi = 1,3 \psi^*$ . Здесь под  $\psi^*$  понимается значение  $\psi$  по графе 6.

Значения коэффициента  $\phi$  для балок из алюминия с расчетным сопротивлением 1 т/см<sup>2</sup> определяются по табл. 60. При других расчетных сопротивлениях значения  $\psi$ , определенные по табл. 60, умножаются на отношение  $\frac{1}{R}$ .

Коэффициенты  $\phi$  для консолов двутаврового сечения принимаются по табл. 61.

ТАБЛИЦА 61

#### КОЭФФИЦИЕНТЫ $\phi$ ДЛЯ КОНСОЛЕЙ ДВУТАВРОВОГО СЕЧЕНИЯ ИЗ АЛЮМИНИЯ С РАСЧЕТНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ $R=1$ Т/СМ<sup>2</sup>

| $a$ | Коэффициенты $\phi$ при нагрузке, приложенной |                 | $a$ | Коэффициенты $\phi$ при нагрузке, приложенной |                 |
|-----|---|-----------------|-----|---|-----------------|
|     | к верхнему поясу                              | к нижнему поясу |     | к верхнему поясу                              | к нижнему поясу |
| 4   | 0,25  | 1,04            | 14  | 0,53  | 1,18            |
| 6   | 0,32  | 1,07            | 16  | 0,58  | 1,2             |
| 8   | 0,37  | 1,1             | 24  | 0,72  | 1,3             |
| 10  | 0,43  | 1,12            | 32  | 0,85  | 1,38            |
| 12  | 0,48  | 1,15            | 40  | 0,94  | 1,44            |
|     |   |                 | 100 | 1,44  | 1,92            |

Примечание. При расчетных сопротивлениях, не равных 1 т/см<sup>2</sup>, значения  $\psi$ , определенные по таблице, умножаются на отношение  $\frac{1}{R}$ .

ТАБЛИЦА 62

#### КОЭФФИЦИЕНТЫ $\zeta$ В ФОРМУЛЕ (67)

| Nагрузки                                | Коэффициент $\zeta$ |
|---|---------------------|
| Чистый изгиб                            | 1                   |
| Равномерно распределенная нагрузка      | 1,12                |
| Сосредоточенная сила в середине пролета | 1,35                |
| Момент на одном конце балки             | 1,75                |

ТАБЛИЦА 63

#### ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ $\phi'_b$ И $\phi'_{bH}$

| $\phi_b(\phi_{bH})$ | $\phi'_b(\phi'_{bH})$ | $\phi_b(\phi_{bH})$ | $\phi'_b(\phi'_{bH})$ | $\phi_b(\phi_{bH})$ | $\phi'_b(\phi'_{bH})$ |
|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| 0,667               | 0,667                 | 1,1                 | 0,85                  | 1,6                 | 0,949                 |
| 0,7                 | 0,698                 | 1,2                 | 0,876                 | 1,7                 | 0,965                 |
| 0,8                 | 0,747                 | 1,3                 | 0,887                 | 1,8                 | 0,975                 |
| 0,9                 | 0,786                 | 1,4                 | 0,917                 | 1,9                 | 0,986                 |
| 1                   | 0,82                  | 1,5                 | 0,934                 | 2                   | 1                     |

Значения  $\psi$  принимаются в зависимости от параметра

$$a = 1,54 \frac{I_k}{I_y} \left( \frac{l}{h} \right)^2. \quad (65)$$

где  $l$  — расчетная длина балки согласно п. 4.13;

$I_k = \frac{\gamma_0}{3} \sum b_i \delta_i^3$  — момент инерции при кручении;  
 $b_i$  и  $\delta_i$  — ширина и толщина прямоугольников, образующих сечение;  
 $\gamma_0 = 1,3$  — для двутаврового сечения;  
 $\gamma_0 = 1,2$  — для таврового сечения.

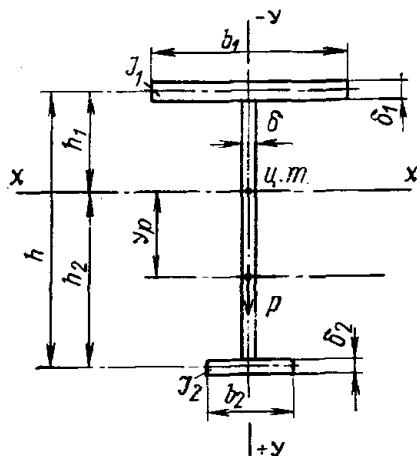


Рис. 17. Поперечное сечение балки с развитым верхним поясом

Для двутаврового сечения с одной осью симметрии принимается промежуточное значение  $\gamma_0$ .

При наличии утолщений круглого сечения (бульб)

$$I_k = \frac{\gamma_0}{3} \sum b_i \delta_i^3 + n \frac{\pi D^4}{32},$$

где  $D$  — диаметр бульб;

$n$  — число их в сечении.

В случае отсутствия отбортовок, утолщений по краям и значительных утолщений в углах, параметр  $\alpha$  может определяться по формуле

$$\alpha = 8 \left( \frac{l \delta_1}{b h} \right)^2 \cdot \left( 1 + \frac{d \delta^3}{b \delta_1^3} \right), \quad (66)$$

где для прокатных прессованных и сварных балок:

$\delta$  — толщина стенки балки;

$b$  и  $\delta$  — ширина и толщина пояса балки;

$h$  — полная высота сечения балки;

$d = 0,5 h$ ;

для клепанных балок:

$\delta$  — толщина стенки вместе с полками уголков;

$\delta_1$  — толщина пояса вместе с полкой уголка;  
 $d$  — высота вертикальной полки уголка плюс толщина пакета горизонтальных листов.

Для балок с более развитым сжатым поясом (рис. 17) коэффициент  $\varphi_b$  определяется по формуле

$$\varphi_b = \frac{2,34 \zeta E I_y h_1}{I_x l^2 R} [ \sqrt{(0,5 y_P + \beta_y)} + c^2 + (0,5 y_P + \beta_y) ]. \quad (67)$$

Здесь  $\zeta$  — коэффициент, зависящий от типа нагрузки и принимаемый по табл. 62;

$l$  — расчетная длина балки (см. примечание к табл. 17);

$y_P$  — координата точки приложения нагрузки со своим знаком (см. рис. 17);

$$\beta_y = \left[ 0,43 - 0,065 \left( \frac{b_1}{h} \right)^2 \right] (2n - 1) h;$$

$$n = \frac{I_1}{I_1 + I_2},$$

где  $I_1, I_2$  — моменты инерции соответственно сжатого и растянутого поясов относительно оси симметрии сечения;

$$c^2 = \frac{1}{I_y} \left( \frac{I_1 I_2}{I_y} h^2 + 0,04 I_k l^2 \right). \quad (68)$$

Если соответствующее нижнему поясу значение  $\varphi_{bh} = \frac{h_2}{h_1} \varphi_b > 0,667$ , то в формуле (64) вместо  $\varphi_b$  подставляется величина

$$\varphi_b'' = \varphi_b \left[ n \frac{\varphi_b'}{\varphi_b} + (1 - n) \frac{\varphi_{bh}'}{\varphi_{bh}} \right],$$

где  $\varphi_b'$  и  $\varphi_{bh}'$  определяются по табл. 63 приложения 7.

Проверка устойчивости балок швеллерного сечения производится так же, как для балок двутаврового сечения; при этом  $\alpha$  вычисляется по формуле (66), но найденные значения  $\varphi_b$  умножаются на 0,5 при приложении нагрузки в главной плоскости, параллельной стенке, и на 0,7 при приложении нагрузки в плоскости стенки.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 8

## ТАБЛИЦЫ ДЛЯ РАСЧЕТА ВНЕЦЕНТРЕННО-СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

ТАБЛИЦА 64

КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\phi^{BH}$  ДЛЯ СПЛОШНОСТЕНЧАТЫХ СТЕРЖНЕЙ

| $\lambda$ | Коэффициенты $\phi^{BH}$ при приведенном эксцентричестве $m_1$ |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |      |     |
|-----------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|
|           | 0,1  | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1   | 1,2 | 1,5 | 2   | 2,5 | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9    | 10  |
| 0,5       | 990  | 980 | 973 | 937 | 905 | 880 | 850 | 820 | 767 | 725 | 657 | 567 | 500 | 445 | 360 | 302 | 257 | 225 | 203 | 182  | 165 |
| 1         | 947  | 907 | 872 | 837 | 807 | 778 | 752 | 725 | 680 | 637 | 583 | 505 | 445 | 394 | 323 | 272 | 235 | 205 | 186 | 167  | 151 |
| 1,5       | 880  | 832 | 793 | 758 | 726 | 700 | 670 | 647 | 607 | 570 | 518 | 452 | 398 | 355 | 292 | 247 | 215 | 188 | 171 | 153  | 140 |
| 2         | 817  | 765 | 723 | 687 | 656 | 627 | 602 | 580 | 540 | 507 | 463 | 405 | 358 | 320 | 265 | 227 | 197 | 175 | 158 | 142  | 130 |
| 2,5       | 750  | 695 | 652 | 617 | 587 | 560 | 536 | 515 | 482 | 452 | 413 | 362 | 322 | 290 | 242 | 208 | 182 | 162 | 146 | 132  | 121 |
| 3         | 677  | 618 | 578 | 545 | 517 | 495 | 472 | 455 | 425 | 400 | 367 | 323 | 290 | 262 | 220 | 192 | 167 | 150 | 135 | 123  | 114 |
| 3,5       | 593  | 542 | 505 | 475 | 453 | 434 | 415 | 398 | 374 | 355 | 325 | 288 | 260 | 236 | 202 | 175 | 155 | 140 | 126 | 116  | 108 |
| 4         | 505  | 463 | 435 | 412 | 393 | 378 | 362 | 350 | 327 | 312 | 288 | 257 | 233 | 214 | 184 | 159 | 144 | 130 | 117 | 109  | 101 |
| 4,5       | 425  | 395 | 374 | 356 | 342 | 328 | 315 | 306 | 288 | 275 | 255 | 230 | 210 | 193 | 167 | 146 | 132 | 121 | 110 | 102  | 095 |
| 5         | 358  | 338 | 320 | 307 | 295 | 285 | 275 | 268 | 253 | 242 | 227 | 205 | 190 | 175 | 152 | 135 | 123 | 113 | 103 | 096  | 090 |
| 5,5       | 303  | 287 | 276 | 265 | 257 | 248 | 242 | 235 | 225 | 215 | 202 | 185 | 172 | 160 | 140 | 125 | 115 | 105 | 097 | 090  | 085 |
| 6         | 257  | 246 | 238 | 230 | 223 | 218 | 213 | 208 | 198 | 192 | 180 | 166 | 155 | 145 | 128 | 115 | 106 | 097 | 090 | 085  | 080 |
| 6,5       | 222  | 212 | 207 | 202 | 197 | 191 | 187 | 183 | 175 | 170 | 161 | 148 | 141 | 132 | 117 | 107 | 097 | 090 | 085 | 080  | 075 |
| 7         | 192  | 187 | 181 | 177 | 172 | 168 | 165 | 161 | 155 | 150 | 145 | 135 | 128 | 120 | 108 | 098 | 090 | 085 | 080 | 077  | 070 |
| 8         | 149  | 145 | 142 | 137 | 137 | 134 | 132 | 129 | 126 | 123 | 120 | 112 | 107 | 100 | 091 | 085 | 080 | 077 | 072 | 067  | 062 |
| 9         | 120  | 117 | 115 | 113 | 111 | 110 | 108 | 107 | 105 | 102 | 100 | 094 | 090 | 086 | 080 | 076 | 072 | 067 | 063 | 059. | 055 |
| 10        | 097  | 095 | 093 | 092 | 091 | 090 | 088 | 087 | 085 | 084 | 082 | 080 | 077 | 075 | 070 | 067 | 062 | 060 | 056 | 052  | 048 |

Примечания: 1. Значения коэффициентов  $\phi^{BH}$  в таблице увеличены в 1000 раз.2. Значения  $\phi^{BH}$  принимаются не выше значений  $\phi$ , приведенных в табл. 58 или 59, для соответствующих схем сечений.

ТАБЛИЦА 65

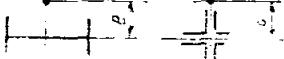
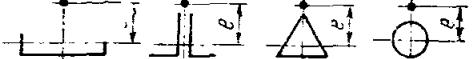
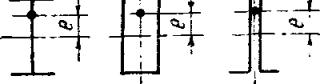
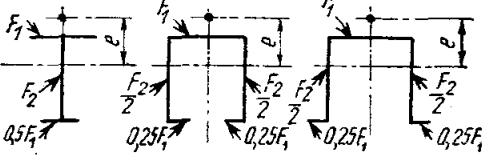
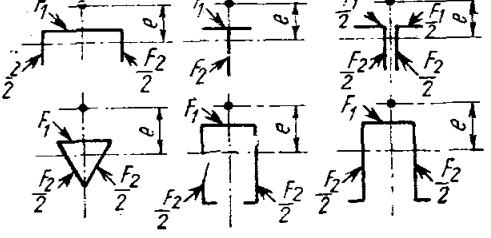
КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\phi^{BH}$  ДЛЯ СКВОЗНЫХ СТЕРЖНЕЙ

| $\lambda$ | Коэффициенты $\phi^{BH}$ при относительном эксцентричестве $m$ |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|           | 0,1  | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,5 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 1   | 1,2 | 1,5 | 2   | 2,5 | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  |
| 0,5       | 950  | 888 | 825 | 755 | 718 | 660 | 635 | 605 | 540 | 495 | 436 | 370 | 320 | 282 | 232 | 196 | 170 | 157 | 143 | 122 | 110 |
| 1         | 882  | 810 | 756 | 693 | 660 | 609 | 582 | 548 | 496 | 453 | 405 | 342 | 296 | 262 | 213 | 182 | 155 | 145 | 130 | 113 | 098 |
| 1,5       | 827  | 753 | 694 | 643 | 607 | 568 | 534 | 507 | 458 | 420 | 375 | 318 | 275 | 243 | 198 | 170 | 144 | 134 | 120 | 105 | 090 |
| 2         | 773  | 700 | 640 | 593 | 558 | 523 | 492 | 468 | 423 | 390 | 347 | 294 | 257 | 227 | 185 | 159 | 135 | 125 | 112 | 100 | 084 |
| 2,5       | 712  | 637 | 585 | 543 | 508 | 477 | 450 | 427 | 390 | 358 | 320 | 273 | 240 | 213 | 173 | 150 | 127 | 117 | 105 | 095 | 079 |
| 3         | 640  | 575 | 530 | 488 | 458 | 430 | 408 | 387 | 355 | 327 | 294 | 253 | 222 | 198 | 163 | 142 | 121 | 111 | 100 | 092 | 075 |
| 3,5       | 565  | 507 | 467 | 432 | 410 | 385 | 365 | 350 | 321 | 297 | 270 | 232 | 206 | 185 | 155 | 133 | 115 | 106 | 095 | 087 | 072 |
| 4         | 490  | 442 | 410 | 382 | 363 | 343 | 327 | 313 | 290 | 269 | 247 | 213 | 190 | 172 | 145 | 125 | 110 | 100 | 090 | 083 | 070 |
| 4,5       | 418  | 382 | 357 | 335 | 320 | 304 | 290 | 280 | 260 | 243 | 223 | 195 | 177 | 160 | 135 | 117 | 105 | 094 | 086 | 080 | 067 |
| 5         | 353  | 328 | 309 | 293 | 280 | 268 | 257 | 249 | 233 | 219 | 202 | 178 | 162 | 148 | 127 | 110 | 098 | 089 | 082 | 076 | 064 |
| 5,5       | 300  | 282 | 267 | 255 | 245 | 237 | 228 | 222 | 208 | 197 | 183 | 163 | 150 | 137 | 120 | 105 | 094 | 084 | 077 | 072 | 062 |
| 6         | 256  | 242 | 233 | 223 | 216 | 210 | 202 | 197 | 187 | 178 | 166 | 150 | 138 | 128 | 112 | 098 | 090 | 080 | 073 | 068 | 060 |
| 6,5       | 220  | 210 | 205 | 197 | 190 | 185 | 182 | 175 | 167 | 160 | 150 | 136 | 127 | 118 | 103 | 094 | 085 | 076 | 070 | 065 | 058 |
| 7         | 192  | 186 | 180 | 173 | 169 | 165 | 162 | 157 | 150 | 145 | 136 | 125 | 117 | 108 | 096 | 090 | 081 | 072 | 067 | 062 | 056 |
| 8         | 150  | 145 | 142 | 139 | 135 | 133 | 130 | 127 | 122 | 120 | 112 | 105 | 100 | 092 | 086 | 082 | 072 | 065 | 060 | 056 | 052 |
| 9         | 120  | 117 | 115 | 112 | 110 | 108 | 107 | 105 | 101 | 098 | 095 | 090 | 087 | 081 | 077 | 073 | 065 | 058 | 055 | 050 | 048 |
| 10        | 097  | 096 | 095 | 093 | 092 | 091 | 090 | 087 | 085 | 083 | 082 | 080 | 076 | 071 | 068 | 064 | 057 | 052 | 048 | 044 | 044 |

Примечания: 1. Значения коэффициентов  $\phi^{BH}$  в таблице увеличены в 1000 раз.2. Значения  $\phi^{BH}$  принимаются не выше значений  $\phi$ , приведенных в табл. 58.

ТАБЛИЦА 66

**КОЭФФИЦИЕНТЫ  $\eta$  ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ СЕЧЕНИЯ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ  
ПРИВЕДЕННОГО ЭКСЦЕНТРИЦИТЕТА  $m_1 = \eta m$**

| Тип сечения | Схема сечения   | $\frac{F_1}{F_2}$ | Значения $\eta$ при         |                            |                     |
|-------------|---|-------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------------|
|             |   |                   | $0 < \bar{\lambda} < 5$     |                            | $\bar{\lambda} > 5$ |
|             |   |                   | $0,1 < m < 5$               | $5 < m < 20$               |                     |
| 1           |    | —                 | 1                           | 1                          | 1                   |
| 2           |    | —                 | $0,8 + 0,04 \bar{\lambda}$  | 1                          | 1                   |
| 3           |  | —                 | $1,3 - 0,06 \bar{\lambda}$  | $1,2 - 0,04 \bar{\lambda}$ | 1                   |
| 4           |  | —                 | $1,75 - 0,13 \bar{\lambda}$ | $1,5 - 0,08 \bar{\lambda}$ | 1,1                 |
| 5           |  | $\leq 1,0$        | $1,8 - 0,12 \bar{\lambda}$  | $1,6 - 0,08 \bar{\lambda}$ | 1,2                 |
|             |   | $> 1,0$           | $2 - 0,1 \bar{\lambda}$     | $1,9 - 0,08 \bar{\lambda}$ | 1,5                 |
| 6           |  | 0,5               | $1,5 + 0,04 m$              | 1,7                        | 1,7                 |
|             |   | 1                 | $1,75 + 0,15 m$             | 2,5                        | 2,5                 |
|             |   | 1,5               | $2,25 + 0,25 m$             | 3,5                        | 3,5                 |

Примечание. Для сечений типа 6 приведенные эксцентрикитеты  $m_1$  не должны превышать значений, указанных в следующей таблице:

| $F_1/F_2 \leq 1$                |                                 |                        | $F_1/F_2 \leq 1,5$                 |                                   |                        |
|---------------------------------|---------------------------------|------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|------------------------|
| $1 \leq \bar{\lambda} \leq 2,5$ | $2,5 < \bar{\lambda} \leq 5$    | $\bar{\lambda} > 5$    | $1 \leq \bar{\lambda} \leq 3,5$    | $3,5 < \bar{\lambda} \leq 6,5$    | $\bar{\lambda} > 6,5$  |
| $m_1 \leq 2 \bar{\lambda}$      | $m_1 \leq 6 \bar{\lambda} - 10$ | $0,1 \leq m_1 \leq 20$ | $m_1 \leq 1,6 \bar{\lambda} - 0,6$ | $m_1 \leq 5 \bar{\lambda} - 12,5$ | $0,1 \leq m_1 \leq 20$ |

ТАБЛИЦА 67

РАСЧЕТНЫЕ ЭКСЦЕНТРИЦИТЕТЫ  $m_1$  ДЛЯ СТЕРЖНЕЙ С ШАРНИРНО ОПЕРТЫМИ КОНЦАМИ

| $K = \frac{M_2}{M_1}$ | $\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R}{E}}$ | Расчетные эксцентрикитеты $m_1$ при относительном эксцентриките $m'$ , равном |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-----------------------|--|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                       |  | 0,1   | 0,5  | 1    | 1,5  | 2    | 3    | 4    | 5    | 7    | 10   |
| $K=1$                 | 1  | 0,1   | 0,3  | 0,68 | 1,12 | 1,6  | 2,62 | 3,55 | 4,55 | 6,5  | 9,4  |
|                       | 2  | 0,1   | 0,17 | 0,39 | 0,68 | 1,03 | 1,8  | 2,75 | 3,72 | 5,65 | 8,6  |
|                       | 3  | 0,1   | 0,1  | 0,22 | 0,36 | 0,55 | 1,17 | 1,95 | 2,77 | 4,6  | 7,4  |
|                       | 4  | 0,1   | 0,1  | 0,1  | 0,18 | 0,3  | 0,57 | 1,03 | 1,78 | 3,35 | 5,9  |
|                       | 5  | 0,1   | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,15 | 0,23 | 0,48 | 0,95 | 2,18 | 4,4  |
|                       | 6  | 0,1   | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,15 | 0,18 | 0,4  | 1,25 | 3    |
|                       | 7  | 0,1   | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,1  | 0,5  | 1,7  |
| $K=-0,5$              | 1  | 0,1   | 0,31 | 0,68 | 1,12 | 1,6  | 2,62 | 3,55 | 4,55 | 6,5  | 9,4  |
|                       | 2  | 0,1   | 0,22 | 0,48 | 0,73 | 1,05 | 1,88 | 2,75 | 3,72 | 5,65 | 8,6  |
|                       | 3  | 0,1   | 0,17 | 0,38 | 0,58 | 0,8  | 1,33 | 2    | 2,77 | 4,6  | 7,4  |
|                       | 4  | 0,1   | 0,14 | 0,32 | 0,49 | 0,66 | 1,05 | 1,52 | 2,22 | 3,5  | 5,9  |
|                       | 5  | 0,1   | 0,1  | 0,26 | 0,41 | 0,57 | 0,95 | 1,38 | 1,8  | 2,95 | 4,7  |
|                       | 6  | 0,1   | 0,16 | 0,28 | 0,4  | 0,52 | 0,95 | 1,25 | 1,6  | 2,5  | 4    |
|                       | 7  | 0,1   | 0,22 | 0,32 | 0,42 | 0,55 | 0,95 | 1,1  | 1,35 | 2,2  | 3,5  |
| $K=0$                 | 1  | 0,1   | 0,32 | 0,7  | 1,12 | 1,6  | 2,62 | 3,55 | 4,55 | 6,5  | 9,4  |
|                       | 2  | 0,1   | 0,28 | 0,6  | 0,9  | 1,28 | 1,96 | 2,75 | 3,72 | 5,65 | 8,6  |
|                       | 3  | 0,1   | 0,27 | 0,55 | 0,84 | 1,15 | 1,75 | 2,43 | 3,17 | 4,8  | 7,4  |
|                       | 4  | 0,1   | 0,26 | 0,52 | 0,78 | 1,1  | 1,6  | 2,2  | 2,83 | 4    | 6,3  |
|                       | 5  | 0,1   | 0,25 | 0,52 | 0,78 | 1,1  | 1,55 | 2,1  | 2,78 | 3,85 | 5,9  |
|                       | 6  | 0,1   | 0,28 | 0,52 | 0,78 | 1,1  | 1,55 | 2    | 2,7  | 3,8  | 5,6  |
|                       | 7  | 0,1   | 0,32 | 0,52 | 0,78 | 1,1  | 1,55 | 1,9  | 2,6  | 3,75 | 5,5  |
| $K=0,5$               | 1  | 0,1   | 0,4  | 0,8  | 1,23 | 1,68 | 2,62 | 3,55 | 4,55 | 6,5  | 9,4  |
|                       | 2  | 0,1   | 0,4  | 0,78 | 1,2  | 1,6  | 2,3  | 3,15 | 4,1  | 5,85 | 8,6  |
|                       | 3  | 0,1   | 0,4  | 0,77 | 1,17 | 1,55 | 2,3  | 3,1  | 3,9  | 5,55 | 8,15 |
|                       | 4  | 0,1   | 0,4  | 0,75 | 1,13 | 1,55 | 2,3  | 3,05 | 3,8  | 5,3  | 7,6  |
|                       | 5  | 0,1   | 0,4  | 0,75 | 1,1  | 1,55 | 2,3  | 3    | 3,8  | 5,3  | 7,6  |
|                       | 6  | 0,1   | 0,4  | 0,75 | 1,1  | 1,5  | 2,3  | 3    | 3,8  | 5,3  | 7,6  |
|                       | 7  | 0,1   | 0,4  | 0,75 | 1,1  | 1,4  | 2,3  | 3    | 3,8  | 5,3  | 7,6  |

$$m' = \eta e \frac{F}{W} = \eta \frac{M_1}{N} \cdot \frac{F}{W} \quad (M_1 — \text{больший из концевых моментов}).$$

## ПРИЛОЖЕНИЕ 9

## ПРОВЕРКА УСТОЙЧИВОСТИ СТЕНОК БАЛОК ПРИ МЕСТНОЙ НАГРУЗКЕ НА ВЕРХНЕМ ПОЯСЕ

1. В случае приложения сосредоточенной нагрузки к поясу балки в местах, не укрепленных ребрами, местное напряжение в стенке под грузом определяется по формуле

$$\sigma_m = \frac{n_1 P}{\delta z} < R, \quad (69)$$

где

$P$  — величина расчетной сосредоточенной нагрузки;

$n_1$  — коэффициент, принимаемый равным 1 — для балок при местной нагрузке на верхнем поясе;

$\delta$  — толщина стенки;

$z=c \sqrt{\frac{J_p}{\delta}}$  — условная длина распределения сосредоточенного груза;

$c$  — коэффициент, принимаемый равным 3,25 для сварных балок и 3,75 для клепанных балок;

$I_p$  — момент инерции пояса балки.

2. В отсеках, где местная нагрузка приложена к растянутому поясу, одновременно учитываются только два компонента:  $\sigma$  и  $\tau$  или  $\sigma_m$  и  $\tau$ .

3. В случае укрепления стенки симметричного сечения только основными поперечными ребрами проверку устойчивости стенки производят:

а) при  $\frac{a}{h_0} \leqslant 0,8$  по формуле

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_0} + \frac{\sigma_m}{\sigma_{m0}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)^2} \leqslant 0,98, \quad (70)$$

где  $\theta$  — определяется по указаниям п. 6.5;

$\sigma_0$  и  $\tau_0$  — вычисляются по формулам (28) и (29);

$\tau_0$  — вычисляется по действительным размерам отсека;

$\sigma_{m0}$  — критическое напряжение смятия стенки под грузом ( $t/cm^2$ ), определяемое по формуле

$$\sigma_{m0} = \kappa_1 \left( \frac{100 \delta}{a} \right)^2, \quad (71)$$

$\kappa_1$  — коэффициент, принимаемый по табл. 68;

ТАБЛИЦА 68

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА  $\kappa_1$ 

| $a/h_0$    | 0,5 | 0,8  | 1    | 1,2  | 1,4 | 1,6  | 1,8  | 2    |
|------------|-----|------|------|------|-----|------|------|------|
| $\kappa_1$ | 0,8 | 1,03 | 1,26 | 1,55 | 1,9 | 2,29 | 2,72 | 3,19 |

Примечание. Если  $a > 2 h_0$ , то при определении  $\sigma_{m0}$  принимается  $a = 2 h_0$ .

б) при  $a/h > 0,8$  — по формуле 70 дважды;

1) при первой проверке  $\sigma_0$  ( $\text{т}/\text{см}^2$ ) определяют по формуле

$$\sigma_0 = \kappa_2 \left( \frac{100 \delta}{h_0} \right)^2, \quad (72)$$

где  $\kappa_2$  — коэффициент, принимаемый по табл. 69;

2) при второй проверке определяют  $\sigma_0$  по формуле (28) и по формуле (71), но с подстановкой в формулу (71) и в табл. 69 величины  $a/2$  вместо  $a$ .

ТАБЛИЦА 69

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА  $\kappa_2$ 

| $a/h_0$    | 1    | 1,2  | 1,4  | 1,6  | 1,8  | 2    | 2,2  | 2,4  | 2,6  |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\kappa_2$ | 2,39 | 2,75 | 3,21 | 3,77 | 4,41 | 5,12 | 5,94 | 6,82 | 7,77 |

4. В стенке, укрепленной продольным ребром жесткости, расположенным на расстоянии  $b_1$  от сжатой кромки отсека, обе пластиинки, на которые ребро разделяет отсек, проверяются отдельно:

а) первая пластиинка, расположенная между сжатым поясом и ребром, проверяется по формуле

$$\frac{\sigma}{\sigma_{01}} + \frac{\sigma_m}{\sigma_{m01}} + \left( \frac{\tau}{\tau_{01}} \right)^2 \leq 0,9 \vartheta, \quad (73)$$

где  $\vartheta$  — принимается по указаниям пп. 6.5 и 6.6;

$\tau_{01}$  — вычисляется по формуле (29);

$\sigma_{m01}$  и  $\sigma_{01}$  ( $\text{т}/\text{см}^2$ ) определяются по формулам:

$$\sigma_{m01} = 0,12 \frac{(1 + \mu_1^2)^2}{\mu_1^2} \left( \frac{100 \delta}{b_1} \right)^2, \quad (74)$$

$$\sigma_{01} = \frac{0,08}{1 - \frac{b_1}{h_0}} \frac{(1 + \mu_1^2)^2}{\mu_1^2} \left( \frac{100 \delta}{b_1} \right)^2, \quad (75)$$

где  $\mu_1 = \frac{a}{b_1}$ ; если  $\frac{a}{b_1} < 2$ , то при определении  $\sigma_{m01}$  принимается  $a = 2 b_1$ ;

б) вторая пластиинка (между растянутым поясом и ребром) проверяется по формуле

$$\sqrt{\left[ \frac{\sigma (1 - 2 b_1/h_0)}{\sigma_{02}} + \frac{\sigma_{m2}}{\sigma_{m02}} \right]^2 + \left( \frac{\tau}{\tau_{02}} \right)^2} \leq 1,$$

где  $\sigma_{02}$  и  $\tau_{02}$  — вычисляются по формулам (35) и (29);  $\sigma_{m02}$  — вычисляется по формуле (71) и табл. 68, принимая в последней (для первой строки) вместо  $\frac{a}{h_0}$  значение параметра

$$\frac{a}{h_0 - b}, \quad \sigma_{m2} = 0,4 \sigma_m.$$

Если первая пластиинка укрепляется дополнительно короткими поперечными ребрами, то их следует доводить до продольного ребра. При этом для проверки первой пластиинки служат формулы (73) — (75), в которых  $a$  заменяется величиной  $a_1$  ( $a_1$  — расстояние между осями соседних коротких ребер). Проверка второй пластиинки в этом случае остается без изменения.

## ПРИЛОЖЕНИЕ 10

## ПРОВЕРКА УСТОЙЧИВОСТИ НАКЛОННЫХ ГРАНЕЙ ГОФРИРОВАННЫХ ЛИСТОВ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОЙ ФОРМЫ

Наклонные грани гофрированных трапецидальных листов в местах оправления на прогоны или ригели должны проверяться на местную устойчивость по формуле (70) приложения 9.

В этой формуле

$$\sigma_0 = \kappa_0 E \left( \frac{t}{b} \right)^2; \quad (76)$$

$$\kappa_0 = 5,1 \gamma^2 + 3,6; \quad (77)$$

$$\gamma = \frac{\sigma_v - \sigma_n}{\sigma_v}, \quad (78)$$

где  $\sigma_v$  и  $\sigma_n$  — нормальные напряжения, соответственно у верхней и нижней границы наклонной грани настила, взятые со своими значениями

$$\sigma_{m0} = 7,25 E \left( \frac{t}{b} \right)^2; \quad (79)$$

$$\tau_0 = 4,85 E \left( \frac{t}{b} \right)^2. \quad (80)$$

Если происходит потеря устойчивости горизонтальных сжатых граней профилированного листа, то нормальные напряжения следует определять с учетом ослабления сечения по формуле

$$\sigma_m = \frac{P}{2 t z \sin \alpha}, \quad (81)$$

где  $z = l_n + 2 r$ ;

$l_n$  — ширина полки прогона или ригеля;

$r$  — радиус соплнения наклонной и горизонтальной граней;

$P$  — опорная реакция одной волны.

$$\tau = \frac{Q}{2 b t}, \quad (82)$$

где  $Q$  — поперечная сила в проверяемом сечении волны настила.

Принимая во внимание, что гофрированные листы могут иметь отклонения от правильной формы и отдельные вогнутости, коэффициент условия работы в формуле (70) принимается равным 0,7.

### ПРИЛОЖЕНИЕ 11

#### ОСНОВНЫЕ БУКВЕННЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

$x, y$  — главные оси сечения;

$F$  — площадь сечения;

$I$  — момент инерции сечения (общее обозначение);

$J_x, J_y$  — моменты инерции сечения относительно осей  $x$  и  $y$ ;

$W_x, W_y$  — моменты сопротивления сечения относительно осей  $x$  и  $y$ ;

$r_x = \sqrt{\frac{J_x}{F}}$ ;  $r_y = \sqrt{\frac{J_y}{F}}$  — радиусы инерции сечения;

$\lambda_x = \frac{l_x}{r_x}$ ;  $\lambda_y = \frac{l_y}{r_y}$  — гибкость стержня в плоскости, перпендикулярной осям  $x$  и  $y$ ;  
 $l_x, l_y$  — расчетные длины стержня в плоскости, перпендикулярной осям  $x$  и  $y$ ;

$\bar{\lambda} = \lambda \sqrt{\frac{R}{E}}$  — условная гибкость;

$N$  — продольная сила;

$Q$  — поперечная сила;

$M_x, M_y$  — изгибающие моменты относительно осей  $x$  и  $y$ ;

$e = \frac{M}{N}$  — эксцентрикитет приложения силы;

$m = e \frac{F}{W}$  — относительный эксцентрикитет.

П р и м е ч а н и е. Все приведенные выше характеристики  $F, J, W$  соответствуют сечениям бруто. Для обозначения характеристик, соответствующих сечениям нетто, вводится индекс  $нт$  (например,  $F_{нт}$  — площадь сечения нетто).

## СОДЕРЖАНИЕ

| Стр.   |    | Стр.   |    |
|--|----|--|----|
| 1. Общие указания . . . . .  | 3  | Монтажные соединения на высокопрочных болтах . . . . .   | 29 |
| 2. Материалы для алюминиевых конструкций и соединений . . . . .  | 4  | Соединения с фрезерованными торцами . . . . .  | 29 |
| 3. Расчетные характеристики материалов и соединений . . . . .  | 5  | Поясные соединения в составных балках . . . . .  | 30 |
| 4. Расчет элементов алюминиевых конструкций на осевые силы и изгиб<br>Центрально-сжатые и центрально-растянутые элементы . . . . .                     | 9  | Анкерные болты . . . . .   | 30 |
| Изгибающие элементы . . . . .  | 10 | 9. Указания по проектированию алюминиевых конструкций и их элементов . . . . .                                       | 31 |
| Элементы, подверженные действию осевой силы с изгибом . . . . .  | 12 | Общие указания . . . . .   | 31 |
| 5. Расчетные длины элементов алюминиевых конструкций и предельные гибкости<br>Расчетные длины . . . . .  | 10 | 10. Конструктивные требования . . . . .  | 33 |
| Плоские фермы и связи . . . . .  | 12 | Общие указания . . . . .   | 33 |
| Колонны (стойки) . . . . .   | 13 | Указания по конструированию сварных соединений . . . . .   | 33 |
| Предельные гибкости элементов . . . . .  | 16 | Указания по конструированию заклепочных соединений . . . . .   | 35 |
| 6. Проверка устойчивости стенок и поясных листов в изгибающихся и сжатых элементах<br>Стенки балок . . . . .   | 16 | <i>Приложение 1. Марки и состояния алюминия для конструкций зданий и сооружений . . . . .</i>                        | 36 |
| Стенки центрально и внецентренно сжатых элементов . . . . .  | 16 | <i>Приложение 2. Перечень действующих ГОСТов на алюминиевые сплавы на 1/І 1975 г. . . . .</i>                        | 37 |
| Поясные листы и полки сжатых, сжато-изогнутых и изгибающихся элементов . . . . .   | 18 | <i>Приложение 3. Физические характеристики алюминия . . . . .</i>  | 37 |
| 7. Расчет элементов конструкций с применением тонколистового алюминия<br>Элементы, работающие на сжатие и изгиб<br>Элементы мембранных типов . . . . . | 19 | <i>Приложение 4. Алюминиевые полуфабрикаты, применяемые для строительных конструкций . . . . .</i>                   | 37 |
| 8. Расчет соединений конструкций из алюминиевых сплавов<br>Сварные соединения . . . . .  | 19 | <i>Приложение 5. Коэффициенты <math>\varphi</math> продольного изгиба центрально-сжатых элементов . . . . .</i>      | 38 |
| Заклепочные и болтовые соединения . . . . .  | 21 | <i>Приложение 6. Расчет П-образных сечений по изгибо-крутильной форме потери устойчивости . . . . .</i>              | 39 |
|  | 22 | <i>Приложение 7. Определение коэффициента <math>\varphi_b</math> для проверки общей устойчивости балок . . . . .</i> | 40 |
|  | 24 | <i>Приложение 8. Таблицы для расчета внецентрально-сжатых элементов . . . . .</i>                                    | 42 |
|  | 24 | <i>Приложение 9. Проверка устойчивости стенок балок при местной нагрузке на верхнем поясе . . . . .</i>              | 44 |
|  | 27 | <i>Приложение 10. Проверка устойчивости наклонных граней гофрированных листов трапециoidalной формы . . . . .</i>    | 45 |
|  | 27 | <i>Приложение 11. Основные буквенные обозначения . . . . .</i>   | 46 |
|  | 28 |  |    |

ГОССТРОЙ СССР

**СТРОИТЕЛЬНЫЕ НОРМЫ И ПРАВИЛА**

**Часть II. Нормы проектирования**

**Глава 24. Алюминиевые конструкции**

Редакция инструктивно-нормативной литературы  
Зав. редакцией А. С. Певзнер

Редактор В. В. Петрова

Мл. редактор Н. В. Лосева

Технические редакторы И. В. Панова, Т. В. Кузнецова  
Корректоры В. С. Якунина, В. И. Галюзова

---

Сдано в набор 1/IV 1975 г. Подписано к печати 3/X 1975 г.  
Формат 84×108<sup>1/16</sup> д. л. Бумага тип. № 2.  
5,04 усл. печ. л. (уч.-изд. 5,05 л.)  
Тираж 40.000 экз. Изд. № XII—5312 Зак. № 324 Цена 25 коп.

---

*Стройиздат*  
103006, Москва, Каллеевская, 23а

Подольская типография Союзполиграфпрома  
при Государственном комитете Совета Министров СССР  
по делам издательства, полиграфии и книжной торговли  
г. Подольск, ул. Кирова, д. 25

О П Е Ч А Т К И

| Стр . | Колонка | Строка           | Напечатано  | Следует читать  |
|-------|---------|------------------|---|---|
| 17    | Справа  | 20—21-я<br>снизу | $\frac{i_n}{i_p} = \frac{I_{n_{\min}} I_p}{I_{p_{\min}} I_n}$ | $\frac{i_n}{i_p} = \frac{J_{n_{\min}} I_p}{J_{p_{\min}} I_n}$ |
| 45    | Справа  | 5-я сверху       | $\frac{a}{h_0 - b},$  | $\frac{a}{h_0 - b_1},$  |

П О П Р А В К А

На стр. 12—46 в формулах и в тексте напечатано  $I$ , следует читать  $J$



ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР ПО ДЕЛАМ СТРОИТЕЛЬСТВА  
(Госстрой СССР)

## ПОСТАНОВЛЕНИЕ

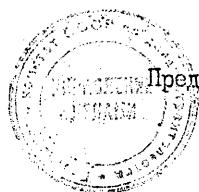
от 17 декабря 1980

№ 191

Об изменении и дополнении главы СНиП II-24-74  
"Алюминиевые конструкции"

Государственный комитет СССР по делам строительства  
ПОСТАНОВЛЯЕТ:

Утвердить и ввести в действие с 1 июля 1981 г. изменения  
и дополнения главы СНиП II-24-74 "Алюминиевые конструкции", ут-  
вержденной постановлением Госстроя СССР от 22 июля 1974 г.  
№ 154, согласно приложению.



Председатель Госстроя СССР      И. Новиков

Приложение  
к постановлению Госстроя СССР  
от 17 декабря 1980 г. № 191

**ИЗМЕНЕНИЯ И ДОПОЛНЕНИЯ**

главы СНиП П-24-74 "Алюминиевые конструкции", утвержденной постановлением Госстроя СССР от 22 июля 1974 г. № 154

**I. Таблица I:**

в графе "Термически неупрочняемый" заменить марку алюминия "АМг2Л" на марку алюминия "АМг2 I/2Н";

в графе "Термически упрочняемый" добавить марки алюминия: "АД31Т5", "I915" и "I925".

**2. Таблица 2:**

в графе "Обозначение состояния" заменить обозначение: "П" на обозначение: "I/2Н";

дополнить таблицу позицией следующего содержания:

| Обозначение состояния | Состояния алюминия                                 |
|-----------------------|--|
| T5                    | Неполностью закаленное и искусственно состаренное" |

3. В пункте 2.6 заменить ссылку: "ГОСТ 2685-63" на "ГОСТ 2685-75".

4. В пункте 2.7 заменить ссылки: "ГОСТ 7871-63" на "ГОСТ 7871-75" и "ГОСТ 10157-62" на "ГОСТ 10157-73".

5. Пункт 2.9 изложить в следующей редакции:

**"2.9. В алюминиевых конструкциях надлежит применять:**

**а) болты из алюминия (тэол.3) и стали (технические требования по ГОСТ 1759-70<sup>Х</sup>) повышенной точности по ГОСТ 7795-70, нормальной точности по ГОСТ 7796-70<sup>Х</sup> и ГОСТ 7798-70<sup>Х</sup>;**

**б) высокопрочные болты, гайки и шайбы к ним по ГОСТ 22355-77; ГОСТ 22354-77 и ГОСТ 22355-77 с техническими требованиями по ГОСТ 22356-77".**

6. Таблица 4:

Графы для алюминия марок АМГ2П, АД3Т1 и Г925Т исключите;  
 дополнить величинами расчетных сопротивлений для алюминия марок АМГ2 1/2Н, 1925Т,  
 1915, АД3Т5, АД3Т1 и АЛВ;

| Напряженное<br>состояние                                       | Услов-<br>ное<br>обоз-<br>наче-<br>ние | Расчетные сопротивления, кгс/см <sup>2</sup>                   |       |      |      |       |       | алюминий литеческий<br>марок |
|--|--|--|-------|------|------|-------|-------|------------------------------|
|  |  | термически не-<br>упрочненный алю-<br>миний марок<br>АМГ2 1/2Н | 1925Т | 1925 | 1915 | АД3Т5 | АД3Т1 |                              |
| Растяжение,<br>скжатие и изгиб                                 | R                                      | 1250   | 1800  | 1800 | 1000 | 1250  | 1400  |                              |
| Срез   | R <sub>сп.</sub>                       | 750  | 1050  | 1050 | 600  | 750   | 800   |                              |
| Сжатие торцевой<br>поверхности (при<br>наличии при-<br>гтяжки) | R <sub>см.т</sub>                      | 1850   | 2700  | 2700 | 1500 | 1850  | 2100  |                              |
| Сжатие местное<br>при плотном<br>касании                       | R <sub>см.м</sub>                      | 900  | 1350  | 1350 | 750  | 900   | 1050  |                              |

7. Примечание к табл.4 изложить в следующей редакции:

"Расчетное сопротивление  $R_{\Pi}$  на растяжение в направлении толщи прессованных полуфабрикатов из алюминия марок 1915, 1915Т, 1925 и 1925Т принимается 500 кгс/см<sup>2</sup>, для остальных марок алюминия  $R_{\Pi}=R'$ .

#### 8. Таблица 6:

марку термически неупрочняемого алюминия: "АМг2Л" заменить на марку: "АМг2 Л/2Н";

графу для алюминия марки 1915Т исключить;

дополнить величинами расчетных сопротивлений алюминия сколовшовной зоне при аргонодуговой сварке для алюминия марок АД3Т5 1915 и 1915Т:

| " Конструкция соединения                                      | Напряженное состояние      | Условие обозначение | Расчетные сопротивления кгс/с  |                |                |
|---|----------------------------|---------------------|--|----------------|----------------|
|   |                            |                     | термически упрочняемый алюминий марок                                | АД3Т5          | 1915           |
|   |                            |                     | при сварке с применением электродной или присадочной проволоки марок |                |                |
|   |                            |                     | СвАМг3 ; 1557  |                | 1557           |
| Рстык и нахлестка с лобовыми швами (сечение I-I, рис. Ia, б ) | Растяжение, сжатие и изгиб | R                   | 650  | 1450           | 1600           |
|   | Срез                       | R <sub>cp</sub>     | 400  | 900            | 1050           |
| Нахлестка с фланговыми швами (сечение I-I, рис. I в)          | Растяжение, сжатие и изгиб |                     | 600*<br>750*   | 1300*<br>1450* | 1450*<br>1600* |

### 9. Таблица 8:

Графы для аллюминия марки 1915Т использовать;

трубы для алюминия марки 1915Т исполнить; величинами расчетных сопротивлений сварных швов для алюминия марок А191Т5,

10. В таблицах 7, 9, I6, 52 и в п.3.7 заменить марку алюминия: "AMг2П" на марку алюминия: "AMг2 I/2H".

II. Таблица II:

строки для марок алюминия AMг2П и АД3ИТ1 исключить;

дополнить величинами  $R_{cm}^{\text{закл}}$  и  $R_{cm}^{\delta}$  для марок алюминия AMг2 I/2H, АД3ИТ5, АД3ИТ1, I925 и I9I5:

| "Марки и состояния алюминия | $R_{cm}^{\text{закл}}$ , кгс/см <sup>2</sup> | $R_{cm}^{\delta}$ , кгс/см <sup>2</sup> |
|-----------------------------|--|---|
| AMг2 I/2H                   | 2000   | 1800                                    |
| АД3ИТ5                      | 1600   | 1450                                    |
| АД3ИТ1                      | 2000   | 1800                                    |
| I925                        | 2800   | 2500                                    |
| I9I5                        | 2800   | 2500 "                                  |

I2. Примечания I и 2 к таблице I2 исключить.

I3. В примечании I к табл.I3 текст в скобках изложить в следующей редакции:

"(например: М, Т, Т5 и Т1)".

I4. Таблицу I6 дополнить значениями условной поперечной силы для конструкций из алюминия марок АД3ИТ5, I925 и I9I5:

| "Конструкции из алюминия марок и состояний | Значение условной поперечной силы кгс |
|--|---------------------------------------|
| АД3ИТ5                                     | 15 F                                  |
| I925                                       | 30 F                                  |
| I9I5                                       | 30 F "                                |

15. Таблицу I7 изложить в следующей редакции:

"Таблица I7

Наибольшие отношения  $\ell/b$ , при которых не требуется проверка устойчивости балок

| Балки                  | Наибольшие значения $\ell/b$ для балок с соотношением размеров $h/b_1 = 100$ |                 |  |  |                 |  |  |  |
|------------------------|--|-----------------|--|--|-----------------|--|--|--|
|                        | $\ell/b$   |                 |  |  | $\ell/b_1 = 50$ |  |  |  |
|                        | При нагрузке, приложенной к верхнему поясу                                   | к нижнему поясу | При наличии связей в пролете независимо от места приложения нагрузки | При нагрузке, приложенной к верхнему поясу | к нижнему поясу | При наличии связей в пролете независимо от места приложения нагрузки | При наличии связей в пролете независимо от места приложения нагрузки |  |
| Прессованные и сварные | 2  | II              | I7   | I3   | II              | I9   | I3   |  |
|                        | 5  | 9               | I5   | II   | 9               | I5   | II   |  |
|                        | 10   | 7               | II   | 9  | 7               | II   | 9  |  |
| Клепаные               | 2  | I3              | I9   | I5   | I5              | 2I   | I5   |  |
|                        | 5  | II              | I5   | II   | II              | I7   | I3   |  |
|                        | 10   | 9               | I5   | II   | 9               | I5   | II   |  |

где  $\ell$  - расчетная длина балки, равная расстоянию между точками закрепления сжатого пояса от поперечных смещений (узлы продольных или поперечных связей), точки опирания жесткого

настила); при отсутствии связей  $\ell$  - пролет балки;  
 $b$  и  $\delta_1$  - ширина и толщина сжатого пояса;  
 $h$  - полная высота сечения балки.

Примечания: I. Значения  $\ell/b$  в табл. I7 определены для балок из алюминия с расчетным сопротивлением  $R = I \text{ т/см}^2$ . Для балок из алюминия с другим расчетным сопротивлением значения  $\ell/b$ , определяемые по табл. I7, умножаются на  $\sqrt{\frac{I}{R}}$  ( $R$  в  $\text{т/см}^2$ ).

2. На балки с менее развитым сжатым поясом табл. I7 не распространяется.

3. Применение балок высотой  $h > 5b$  допускается только при соответствующем обосновании.

4. Для промежуточных значений  $h/b$  и  $h/\delta_1$  допускается линейная интерполяция."

I6. В графике "Замкнутые сечения сплошные или с решетками (планками таблицы I9, в последней строке заменить величину: "I" на формулу:

$$\frac{\Psi_c}{\Psi_y}$$

17. Абзац второй пункта 10.14 изложить в следующей редакции:  
 "В сварных нахлесточных соединениях профильных элементов с фасонками из сплавов АД3ГТ, АД3ГТ5 и АД3ГТ1 не допускается применение лобовых швов".

18. Приложение I изложить в следующей редакции:

### "Приложение I

#### Марки и состояния алюминия для конструкций зданий и сооружений

Таблица 52

| Марка и состоя-<br>ние алюминия | ГОСТ или ТУ на поставку |                           |         |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------------|---------|
|                                 | по хими-<br>ческому     | по механическим свойствам |         |
|                                 | составу                 | листы                     | профили |
|                                 |                         |                           | трубы   |

Группа I. Ограждающие конструкции - оконные и дверные заполнения, подвесные потолки, перегородки, витражи и др.

|                       |          |          |                   |            |
|-----------------------|----------|----------|-------------------|------------|
| АД1М                  | 4784-74* | 21631-76 | -                 | -          |
| АМцМ                  | 4784-74* | 21631-76 | -                 | -          |
| АД3ГТ                 | 4784-74* | -        | 8617-75, 22233-76 | I8482-79   |
| АМг2М                 | 4784-74* | 21631-76 | -                 | I8475-73** |
| АД3ГТ5                | 4784-74* | -        | 8617-75, 22233-76 | -          |
| АМг2 <sup>1</sup> /2Н | 4784-74* | 21631-76 | -                 | -          |
| АД3ГТ1                | 4784-74* | -        | 8617-75, 22233-76 | -          |

Группа II. Ограждающие конструкции - кровельные, стеновые панели и др.

|                       |          |          |   |            |
|-----------------------|----------|----------|---|------------|
| АМг2М                 | 4784-74* | 21631-76 | - | I8475-73** |
| АМг2 <sup>1</sup> /2Н | 4784-74* | 21631-76 | - | -          |

## Продолжение табл. 52

| Марка и состоя-<br>ние алюминия | ГОСТ или ТУ на поставку        |          |                                   |          |
|---------------------------------|--------------------------------|----------|-----------------------------------|----------|
|                                 | по хими-<br>ческому<br>составу | по листы | по механическим свойствам профили | трубы    |
| АД31Т                           | 4784-74*                       | -        | 8617-75, 22233-76                 | 18482-79 |
| АД31Т5                          | 4784-74*                       | -        | 8617-75, 22233-76                 | -        |
| АД31Т1                          | 4784-74*                       | -        | 8617-75, 22233-76                 | -        |
| I915T                           | 4784-74*                       | -        | 8617-75                           | 18482-79 |
| I915                            | 4784-74*                       | -        | 8617-75, 22233-76                 | 18482-79 |

Группа III. Несущие сварные конструкции - фермы, колонны, прогоны покрытий, пространственные решетчатые покрытия, покрытия больших пролетов, сборно-разборные конструкции каркасов зданий, блоки покрытия и др.

|                       |          |          |                   |          |
|-----------------------|----------|----------|-------------------|----------|
| AMг2M                 | 4784-74* | 2I63I-76 | -                 | 18475-73 |
| AMг2 <sup>I</sup> /2H | 4784-74* | 2I63I-76 | -                 | -        |
| АД31Т                 | 4784-74* | -        | 8617-75           | 18482-79 |
| АД31Т1                | 4784-74* | -        | 8617-75           | -        |
| I915T                 | 4784-74* | -        | 8617-75           | 18482-73 |
| I915                  | 4784-74* | -        | 8617-75, 22233-76 | 18482-79 |

Группа IV. Конструкции, относящиеся к группе III при выполнении их клепанными, а также элементы конструкций, не имеющие сварных соединений

|                       |          |          |                   |          |
|-----------------------|----------|----------|-------------------|----------|
| AMг2 <sup>I</sup> /2H | 4784-74* | 2I63I-76 | -                 | -        |
| АД31Т                 | 4784-74* | -        | 8617-75           | 18482-79 |
| АД31Т1                | 4784-74* | -        | 8617-75           | -        |
| I925T                 | 4784-74* | -        | 8617-75           | 18482-79 |
| I925                  | 4784-74* | -        | 8617-75           | 18482-79 |
| I915T                 | 4784-74* | -        | 8617-75           | 18482-79 |
| I915                  | 4784-74* | -        | 8617-75, 22233-76 | 18482-79 |

Примечания: 1. В описаниях I-IIU групп приведен примерный перечень конструкций.

2. Алюминий марки АМцМ применяется только для листовых конструкций декоративного назначения, которые подлежат анодированию в черный цвет.

3. Характеристику коррозионной стойкости марок алюминия принимать в соответствии с главой СНиП по защите строительных конструкций от коррозии."

19. Приложение 2 признать утратившим силу.

20. Таблица 58 приложения 5:

в подзаголовок графы: "I925T" добавить: ", I925, I915" ;  
графу коэффициентов  $\varphi$  для элементов из алюминия марок АД31Т1 и АМг2Л исключить ;  
дополнить графами коэффициентов  $\varphi$  для элементов из алюминия марок АД31Т5, АД31Т1 и АМг2 I/2Н :

| "Гибкость элементов<br>$\gamma = \frac{L}{\tau}$ | Коэффициенты $\varphi$ для элементов из алюминия марок |                    |
|--|--|--------------------|
|  | АД31Т5   | АД31Т1 ; АМг2 I/2Н |
| 0  | 1,000  | 1,000              |
| 10   | 1,000  | 1,000              |
| 20   | 0,946  | 0,936              |
| 30   | 0,880  | 0,865              |
| 40   | 0,818  | 0,802              |
| 50   | 0,765  | 0,740              |
| 60   | 0,705  | 0,675              |
| 70   | 0,644  | 0,605              |
| 80   | 0,590  | 0,542              |
| 90   | 0,510  | 0,450              |
| 100  | 0,432  | 0,367              |
| 110  | 0,382  | 0,313              |
| 120  | 0,330  | 0,262              |
| 130  | 0,290  | 0,227              |
| 140  | 0,255  | 0,197              |
| 150  | 0,212  | 0,168 "            |

21. Таблица 59 приложения 5:

в подзаголовок графы: "I925T" добавить: ", I925, I915" ;  
 графу коэффициентов  $\varphi$  для элементов из алюминия марок  
 АД31Т1 и АМг2П исключить;

дополнить графиками коэффициентов  $\Phi$  для элементов из алюминия марок АД31Т5 ; АД31Т1 и АМг2 I/2Н:

| <sup>1</sup> Гибкость элементов<br>$\gamma = \frac{l}{\tau}$ | Коэффициенты $\Phi$ для элементов из алюминия<br>марок |                    |
|--|--|--------------------|
|  | АД31Т5   | АД31Т1 ; АМг2 I/2Н |
| 0  | 1,000  | 1,000              |
| 10   | 0,990  | 0,983              |
| 20   | 0,885  | 0,880              |
| 30   | 0,820  | 0,808              |
| 40   | 0,760  | 0,742              |
| 50   | 0,700  | 0,678              |
| 60   | 0,635  | 0,607              |
| 70   | 0,574  | 0,538              |
| 80   | 0,520  | 0,480              |
| 90   | 0,466  | 0,422              |
| 100  | 0,410  | 0,360              |
| 110  | 0,362  | 0,310              |
| 120  | 0,316  | 0,263              |
| 130  | 0,280  | 0,228              |
| 140  | 0,237  | 0,194              |
| 150  | 0,205  | 0,166              |

22. В приложении 6 в расшифровке буквенных обозначений к формулам (61) и (62) после слова:"определенные" текст изложить в следующей редакции: "соответственно по таблицам 59 и 58".

### 23. Приложение 7:

таблицу 60 изложить в следующей редакции:

Коэффициенты  $\Psi$  для балок из  
алюминия с расчетным сопротивлением  $R=I$  т/см<sup>2</sup>

| $\frac{W}{d}$ | Коэффициенты $\Psi$                          |  |                     |                    |   |
|---------------|--|--|---------------------|--------------------|---|
|               | Для балок без закрепления в пролете          |  |                     |                    | При наличии не-<br>менее двух<br>промежуточных<br>закреплений<br>верхнего пояса,<br>делающих пролет<br>на равные части<br>независимо от<br>места приложе-<br>ния нагрузки |
|               | при сосредоточенной<br>нагрузке, приложенной | при равномерно рас-<br>пределенной на-<br>грузке, приложен-<br>ной | к верхнему<br>поясу | к нижнему<br>поясу |   |
| 0,1           | 0,98   | 2,80   | 0,91                | 2,14               | 1,20  |
| 0,4           | 0,98   | 2,84   | 0,91                | 2,14               | 1,23  |
| I             | 1,05   | 2,87   | 0,95                | 2,17               | 1,26  |
| 4             | 1,26   | 3,05   | 1,12                | 2,35               | 1,44  |
| 8             | 1,47   | 3,29   | 1,39                | 2,56               | 1,65  |
| 16            | 1,89   | 3,75   | 1,68                | 2,94               | 1,96  |
| 24            | 2,24   | 4,10   | 2,00                | 3,22               | 2,24  |
| 32            | 2,56   | 4,45   | 2,28                | 3,50               | 2,49  |
| 48            | 3,15   | 4,97   | 2,73                | 3,99               | 2,91  |
| 64            | 3,64   | 5,5  | 3,15                | 4,45               | 3,33  |
| 80            | 4,10   | 5,95   | 3,50                | 4,80               | 3,64  |
| 96            | 4,48   | 6,30   | 3,89                | 5,15               | 3,96  |
| 128           | 5,25   | 7,04   | 4,48                | 5,78               | 4,50  |
| 160           | 5,92   | 7,77   | 5,04                | 6,30               | 5,01  |
| 240           | 7,35   | 9,17   | 6,30                | 7,56               | 6,09  |
| 320           | 8,54   | 10,40  | 7,32                | 8,40               | 7,00  |
| 400           | 9,63   | 11,48  | 8,16                | 9,38               | 7,77  |

Примечание. При одном закреплении в середине пролета разли-

чаются следующие случаи: сосредоточенная сила в середине пролета независимо от уровня приложения  $\Psi = I,75\Psi^x$ ; сосредоточенная сила в четверти пролета или равномерно распределенная нагрузка, приложенная к верхнему поясу  $\Psi = I,14\Psi^x$ ; сосредоточенная сила в четверти пролета, приложенная к нижнему поясу  $\Psi = I,6\Psi^x$ ; равномерно распределенная по нижнему поясу нагрузка  $\Psi = I,3\Psi^x$ . Здесь под  $\Psi^x$  понимается значение  $\Psi$  по графе 6." ;

таблицу 6I изложить в следующей редакции:

"Таблица 6I

Коэффициенты  $\Psi$  для консолей двутаврового сечения из алюминия с расчетным сопротивлением  $R = I \text{ т}/\text{см}^2$

| $\frac{\pi}{d}$ | Коэффициенты $\Psi$ при нагрузке, приложенной |                 |
|-----------------|---|-----------------|
|                 | к верхнему поясу                              | к нижнему поясу |
| 4               | 0,875   | 3,640           |
| 6               | 1,120   | 3,745           |
| 8               | 1,295   | 3,850           |
| 10              | 1,505   | 3,920           |
| 12              | 1,680   | 4,025           |
| 14              | 1,855   | 4,130           |
| 16              | 2,030   | 4,200           |
| 24              | 2,520   | 4,550           |
| 32              | 2,975   | 4,830           |
| 40              | 3,290   | 5,040           |
| 100             | 5,040   | 6,720           |

Примечание. При расчетных сопротивлениях, не равных  $I \text{ т}/\text{см}^2$ ,

значения  $\Psi$ , определяемые по таблице, умножаются на отношение

$$\frac{1}{R} \cdot " ;$$

после расшифровки буквенных обозначений к формуле (66) текст дополнить абзацем следующего содержания:

"Для алюминия всех марок, за исключением АМг2 I/2Н и АД3ПТ1, если коэффициент  $\Psi_\delta > 0,667$ , то в формулу (I6) вместо  $\Psi_\delta$  следует подставлять коэффициент  $\Psi_\delta^1$ , определяемый по табл. 63. Для алюминия марок АМг2 I/2Н и АД3ПТ1 коэффициент  $\Psi_\delta$  определяется по формуле (64), а при значениях  $\Psi_\delta > 1$  принимается  $\Psi_\delta = 1$ " ;

формулу (67) изложить в следующей редакции:

$$" \Psi_\delta = \frac{7,348 E J_y h_1}{J_x \ell^2 R} \left[ \sqrt{(0,5 y_p + \beta_y)^2 + C^2} + (0,5 y_p + \beta_y) \right]. \quad (67) "$$

после формулы (68) заменить слова: " формуле (64)" на слова: " формуле (I6) ".

## Об изменении СНиП II-24-74

Постановлением Госстроя СССР от 3 мая 1984 г. № 70 утверждено и с 1 июля 1984 г. введено в действие разработанное ЦНИИСК им. Кучеренко и ЦНИИпроектстальконструкций им. Мельникова изменение СНиП II-24-74 «Алюминиевые конструкции», утвержденного постановлением Госстроя СССР от 22 июля 1974 г. № 154. Текст изменения публикуется ниже.

1. Пункт 2.2. Табл. 1 в графе «Термически упрочняемый» дополнить марками алюминия 1935Т и АД31Т4.

Таблицу 2 дополнить позицией следующего содержания:

| Обозначение состояния | Состояние алюминия                               |
|-----------------------|--|
| T4                    | Неполностью закаленное и естественно состаренное |

| Конструкция соединения   | Напряженное состояние       | Условное обозначение | Расчетные сопротивления, кгс/см <sup>2</sup> |              |
|--|-----------------------------|----------------------|--|--------------|
|  |                             |                      | Термически упрочняемый алюминий марок        | 1935Т АД31Т4 |
| При сварке с применением электродной и присадочной проволоки марок |                             |                      |  |              |
|  |                             | 1557                 | Св. АМг3 1557                                |              |
| Встык и нахлестка с лобовыми швами (сечение 1-1, рис. 1а, б)       | Растяжение, сжатие и изгиб  | R                    | 1150<br>1250                                 | 550          |
|  | Срез                        | R <sub>cp</sub>      | 800  | 350          |
| Нахлестка с фланговыми швами (сечение 1-1, рис. 1в)                | Растяжение, сжатие и изгиба |                      | 1000*<br>1050*                               | 500          |

2. Пункт 3.1. Таблицу 4 дополнить графиками со значениями расчетных сопротивлений для термически упрочняемого алюминия марок 1935Т и АД31Т4:

| Напряженное состояние                              | Условное обозначение | Расчетные сопротивления, кгс/см <sup>2</sup> |        |
|--|----------------------|--|--------|
|  |                      | термически упрочняемый алюминий марок        |        |
|  |                      | 1935Т  | АД31Т4 |
| Растяжение, сжатие и изгиб                         | R                    | 1450   | 550    |
| Срез   | R <sub>cp</sub>      | 850  | 350    |
| Смятие торцевой поверхности (при наличии пригонки) | R <sub>см.т</sub>    | 2150   | 800    |
| Смятие местное при плотном касании                 | R <sub>см.м</sub>    | 1050   | 400    |

| Сварные соединения и швы   | Напряженное состояние   | Условное обозначение          | Расчетные сопротивления, кгс/см <sup>2</sup> алюминия марок |        |
|--|---|-------------------------------|---|--------|
|  |   |                               | 1935Т   | АД31Т4 |
| При сварке с применением электродной или присадочной проволоки марок |   |                               |   |        |
|  |   | 1557                          | Св. АМг3 1557   |        |
| Встык  | Сжатие, растяжение, изгиб:<br>а) при сварке плавящимся электродом (автоматическая и полуавтоматическая) | R <sub>c</sub> <sup>св</sup>  | 1250  | 550    |
|  | б) при сварке вольфрамовым электродом (ручная и механизированная)                                       | R <sub>p</sub> <sup>св</sup>  | 1150  | 550    |
|  | Срез  | R <sub>cp</sub> <sup>св</sup> | 800   | 350    |
| Угловые швы (фланговые и лобовые)                                    |   | R <sub>y</sub> <sup>св</sup>  | 800   | 450    |

Примечание к табл. 4 после слов «1925Т» дополнить словами «1935Т».

Таблицу 6 дополнить графиками со значениями расчетных сопротивлений для термически упрочняемого алюминия марок 1935Т и АД31Т4:

3. Пункт 3.8. Таблицу 11 дополнить строками следующего содержания:

| Марка алюминия | Полуфабрикаты |     |        |         |       |
|----------------|---------------|-----|--------|---------|-------|
|                | лист          | ямы | прутки | профили | трубы |
| 1935Т          | —             | —   | —      | +       |       |

| Марки и состояния алюминия | $R_{\text{акл}}$<br>кгс/см <sup>2</sup> | $R_{\text{см}}^b$<br>кгс/см <sup>2</sup> |
|----------------------------|---|--|
| 1935Т<br>АД31Т4            | 2300<br>900                             | 2100<br>800                              |

9. Приложение 5. В таблице 58 подзаголовок графы для сплава АД31Т после слов «АД31Т» дополнить словами «АД31Т4».

Таблицу 58 дополнить графикой коэффициентов  $\Phi$  для элементов из алюминия марки 1935Т:

4. Пункт 4.7. Таблицу 16 дополнить строками следующего содержания:

| Гибкость элемента<br>$\lambda = \frac{l}{r}$ | Коэффициенты $\Phi$ для элементов из алюминия марок |  |
|--|---|--|
|  | 1935Т   |  |
| 0  | 1   |  |
| 10   | 1   |  |
| 20   | 0,93  |  |
| 30   | 0,852   |  |
| 40   | 0,79  |  |
| 50   | 0,722   |  |
| 60   | 0,65  |  |
| 70   | 0,572   |  |
| 80   | 0,5   |  |
| 90   | 0,403   |  |
| 100  | 0,326   |  |
| 110  | 0,27  |  |
| 120  | 0,228   |  |
| 130  | 0,192   |  |
| 140  | 0,168   |  |
| 150  | 0,146   |  |

5. Пункт 10.17 дополнить абзацем следующего содержания: «Элементы конструкций в узле допускается крепить одним болтом».

6. Приложение 1. Таблица 52. Группы I—IV дополнить строками следующего содержания:

| Марка и состояние алюминия | ГОСТ или ТУ на поставку   |                           |                           |        |
|----------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--------|
|                            | по химическому составу    | по механическим свойствам |                           |        |
|                            |                           | листи                     | профили                   |        |
| 1935Т<br>АД31Т4            | ОСТ 1 92014-76<br>4784-74 | —<br>—                    | ТУ 1-9-346-77<br>22233-83 | —<br>— |

7. Приложение 3. Таблицу 55 дополнить графикой следующего содержания:

| Марка     | 1935Т |
|-----------|-------|
| Плотность | 2,76  |

8. Приложение 4. Таблицу 56 дополнить строкой следующего содержания:

| Гибкость элементов<br>$\lambda = \frac{l}{r}$ | Коэффициенты $\Phi$ для элементов алюминия марок |  |
|---|--|--|
|   | 1935Т  |  |
| 0   | 1  |  |
| 10  | 0,98   |  |
| 20  | 0,88   |  |
| 30  | 0,802  |  |
| 40  | 0,73   |  |
| 50  | 0,662  |  |
| 60  | 0,59   |  |
| 70  | 0,516  |  |
| 80  | 0,45   |  |
| 90  | 0,392  |  |
| 100   | 0,328  |  |
| 110   | 0,272  |  |
| 120   | 0,23   |  |
| 130   | 0,195  |  |
| 140   | 0,17   |  |
| 150   | 0,146  |  |