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

Заменен СН и П2.03.06-85 с 01.01.87
пост № 167 от 2.10.85
БСТ 1-86 с. 11.

Москва 1975

gost.e-ecolog.ru

Издание официальное

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

Изменения и дополнения см: пост. N 191 от 17.12.80

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

Изменения с 01.07.84
пост № 70 от 03.05.84
БСТ 8-84 с. 12-13

МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1975

УДК 624.014.7(083.75)

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

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

Настоящие нормы разработаны: Центральным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским институтом строительных конструкций (ЦНИИСК) им. Кучеренко, Центральным ордена 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)

С $\frac{30213—485}{047(01)—75}$ Инструкт.-нормат., 1 вып. — 1.3—75

© Стройиздат 1975

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

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1.1. Настоящие нормы и правила должны соблюдаться при проектировании алюминиевых[1] 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, автодорожных 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 сооружений 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.

[1] В тексте норм проектирования деформируемые алюминиевые сплавы и технический алюминий условно объединены термином «алюминий». Литейные сплавы условно имеют название «отливки».

Внесены Центральным ордена Трудового Красного 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	Т1	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 (проволоки, 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	—
АМг5пМ	АМг5п
АВТ	АВТ1

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

Примечание. 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.

3. РАСЧЕТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАТЕРИАЛОВ И СОЕДИНЕНИЙ

3.1. Расчетные сопротивления деформируемого алюминия, отливок, сварных, заклепочных и болтовых соединений для расчетных температур наружного воздуха в интервале от плюс 50 до минус 65°С должны приниматься по табл. 4—12.

В необходимых случаях величины расчетных сопротивлений должны умножаться на коэффициенты, учитывающие влияние изменения температуры, и на коэффициенты условий работы элементов алюминиевых конструкций, приведенные соответственно в табл. 13 и 14.

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

Примечания: 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/см²
АД1М	350 (300)*
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/см²							
		термически неупрочняемый алюминий марок				термически упрочняемый алюминий марок			
		АД1М	АМцМ	АМг2М	АМг2П	АД31Т	АД31Т1	1925Т	1915Т
Растяжение, сжатие и изгиб	R	250	400	700	1500	550	1500	1750	2000
Срез	$R_{ср}$	150	250	400	900	350	900	1050	1200
Смятие торцевой поверхности (при наличии пригонки)	$R_{см.т}$	400	600	1050	2250	800	2250	2600	3000
Смятие местное при плотном касании	$R_{см.м}$	200	300	500	1100	400	1100	1300	1500

Примечание. Расчетное сопротивление алюминия для отливок марки АЛ8 принимается 1400 кгс/см².

ТАБЛИЦА 6

РАСЧЕТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ R АЛЮМИНИЯ В ОКОЛОШОВНОЙ ЗОНЕ ПРИ АРГОНОДУГОВОЙ СВАРКЕ

Конструкция соединения	Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетные сопротивления, кгс/см²						
			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	$R_{ср}$	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* 1050*	1450* 1700*

* Для соединений внахлестку из профильных элементов.

Примечания: 1. Расчетное сопротивление R алюминия марки 1915Т указано для профилей толщиной 5—12 мм, а для δ=4 мм R=1800 кгс/см² (при сварке вольфрамовым электродом).

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

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

ТАБЛИЦА 7

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

Сварные соединения и швы	Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетные сопротивления $R^{св}$, кгс/см² алюминия марок		
			АД1М	АМцМ	АМг2М, АМг2П
			при сварке с применением электродной или присадочной проволоки марок		
			СвА1	СвАМг3	СвАМг3
Встык	Сжатие, растяжение, изгиб	$R^{св}_{с}$ $R^{св}_{р}$ $R^{св}_{и}$	250	400	650
Угловые швы (фланговые и лобовые)	Срез	$R^{св}_{ср}$	150	250	400
		$R^{св}_{у}$	200	300	450

ТАБЛИЦА 8

РАСЧЕТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ $R^{св}$ СВАРНЫХ ШВОВ, ВЫПОЛНЕННЫХ АРГОНОДУГОВОЙ СВАРКОЙ (ТЕРМИЧЕСКИ УПРОЧНЯЕМЫЙ АЛЮМИНИЙ)

Сварные соединения и швы	Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетные сопротивления, кгс/см² алюминия марок			
			АД31Т	АД31Т1	1915Т при толщине металла, мм	
					4	5—12
			при сварке с применением электродной или присадочной проволоки марок			
			СвАМг3; 1557		1557	
Встык	Сжатие, растяжение, изгиб: а) при сварке плавящимся электродом (автоматическая и полуавтоматическая)	$R^{св}_{с}$ $R^{св}_{р}$ $R^{св}_{и}$	550	800	—	1800
	б) при сварке вольфрамовым электродом (ручная и механизированная)		550	800	1800	1700
	Срез	$R^{св}_{ср}$	350	500	1100	1050
Угловые швы (фланговые и лобовые)		$R^{св}_{у}$	450	450	1100	1100

Примечания: 1. Расчетные сопротивления сварных соединений алюминия марки 1915Т указаны для прессованных профилей.

2. Расчетные сопротивления сварных соединений термически упрочняемого алюминия могут быть повышены путем повторной термической обработки (после сварки соединения). Для алюминия системы Al—Mg—Si после повторной полной термической обработки $R^{св}=0{,}9R$; для алюминия системы Al—Zn—Mg $R^{св}=R$, где R — расчетное сопротивление, определяемое по табл. 4 и 5.

3.3. Расчетные сопротивления R алюминия в околошовной зоне при аргонодуговой сварке должны приниматься по табл. 6.

3.4. Расчетные сопротивления $R^{св}$ сварных швов, выполненных аргонодуговой сваркой, приведены в табл. 7 и 8.

Примечание. Значения расчетных сопротивлений сварных стыковых швов, приведенные в табл. 7 и 8, относятся к соединениям, качество которых помимо наружного осмотра и измерения швов контролируется физическими методами (рентгено- или гаммаграфированием, ультразвуковой дефектоскопией и др.).

3.5. При расчете на прочность элементов сварных конструкций (без стыка), к которым прикрепляются с помощью сварки поперечные элементы (рис. 1,*г*), должно учитываться местное ослабление этого элемента (в зоне термического влияния) путем снижения величин расчетного сопротивления R алюминия и приниматься равными $R^{св}$ по табл. 7 и 8.

3.6. Расчетные сопротивления сварных точек $R^{св}_{точки}$, выполненных контактной сваркой и аргонодуговой точечной сваркой плавящимся электродом, должны приниматься по табл. 9.

Примечание. Допускается экспериментальное определение значений $R^{св}_{точки}$, которые должны устанавливаться в соответствии с требованиями главы СНиП основные положения проектирования строительных конструкций и оснований.

ТАБЛИЦА 9

РАСЧЕТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ СВАРНЫХ ТОЧЕК $R^{св}_{точки}$

Толщина элементов, мм	Расчетные сопротивления, кгс/точка
Контактная сварка (алюминий марок АМг2П; АМг2М)	
1	80
1,5	130
2	200
Аргонодуговая точечная сварка плавящимся электродом (алюминий марки АМг2П; сварочная проволока — СвАМг3 или 1557)	
1+1	200
1+2	240
1,5+1,5	300
2+2	340

Примечание. Для контактной сварки указана толщина наиболее тонкого элемента; для дуговой точечной сварки первой указана толщина верхнего элемента.

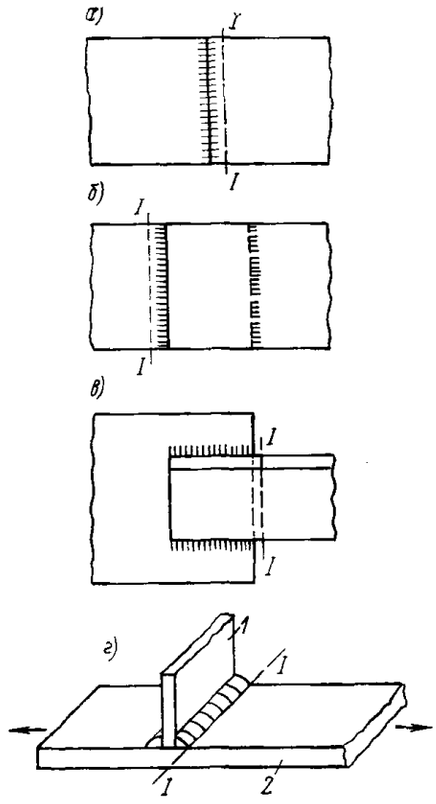


Рис. 1. Конструкции и схема сварных соединений

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 ($R^{св}_{рол}$), для алюминия марок АД1М, АМцМ, АМг2М принимаются равными расчетным сопротивлениям R (табл. 4 и 5).

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

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

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

где δ — толщина более тонкого из свариваемых элементов, мм.

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

ТАБЛИЦА 10

РАСЧЕТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ НА СРЕЗ $R^{закл}_{ср}$ ДЛЯ ЗАКЛЕПОК

Марки и состояния алюминия заклепок	Расчетные сопротивления $R^{закл}_{ср}$ для заклепок, кгс/см²
АД1Н	350
АМг2Н	700
АМг5пМ	1000
АВТ	1000

Примечания: 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 $R^{закл}_{см}$ И ДЛЯ БОЛТОВ $R^{б}_{см}$

Марки и состояния *алюминия*	$R^{закл}_{см}$, кгс/см²	$R^{б}_{см}$, кгс/см²
АД1М	400	350
АМцМ	650	600
АМг2М	1100	1000
АМг2П	2400	2200
АД31Т	900	800
АД31Т1	2400	2200
1925Т	2800	2500
1915Т	3200	2900

Примечание. 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) $R^{закл}_{отр}$ заклепок определяются прочностью на скалывание (срез) заклепочных головок по поверхности, определенной диаметром стержня и высотой скалываемой части головки заклепки (см. п. 8.6).

3.9. Расчетные сопротивления на растяжение $R^{б}_{р}$ и на срез $R^{б}_{ср}$ для болтов, поставленных в сверленые или рассверленные отверстия, даны в табл. 12.

ТАБЛИЦА 12

РАСЧЕТНЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ НА РАСТЯЖЕНИЕ $R_р^б$ И НА СРЕЗ $R_{ср}^б$ ДЛЯ БОЛТОВ

Болтовые соединения	Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетные сопротивления, кгс/см², алюминия марок	
			АМг5п	АВТ1
Болты повышенной точности	Растяжение	$R_р^б$	1250	1600
	Срез	$R_{ср}^б$	900	950
Болты нормальной точности	Растяжение	$R_р^б$	1250	1600
	Срез	$R_{ср}^б$	800	850

Примечания: 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 сопротивлениям заклепок из соответствующего материала.

3.10. Расчетные сопротивления на смятие $R_{см}^б$ 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°С, необходимо умножать на коэффициент $K_т$, указанный в табл. 13.

ТАБЛИЦА 13

КОЭФФИЦИЕНТЫ $K_т$ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ ПРИ РАСЧЕТНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ НАРУЖНОГО ВОЗДУХА ВЫШЕ 50°С

Марка алюминия	Коэффициенты $K_т$ при температуре наружного воздуха от 51 до 100°С
АД1, АМц	0,85
АМг2	0,9
АД31	0,9
1915, 1925	0,9

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

2. При установлении коэффициентов $K_т$ 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°С приведенные значения коэффициентов $K_т$ 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 $K_т$ должны быть снижены на 10%.

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:	
$\lambda \leqslant 50$	0,9
$\lambda > 50$	0,75
4. Сжатые раскосы пространственных решетчатых конструкций из одиночных уголков, прикрепляемых к поясам одной полкой:	
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

Примечания: 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

$$\frac{N}{F_{нт}} \leqslant R, \qquad (1)$$

где R — расчетное сопротивление алюминия растяжению и сжатию;

$F_{нт}$ — площадь сечения элементов нетто.

4.2. Устойчивость центрально-сжатых элементов проверяется по формуле

$$\frac{N}{\varphi F} \leqslant R, \qquad (2)$$

где φ — 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, шпренгели, 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 λ_x и λ_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.

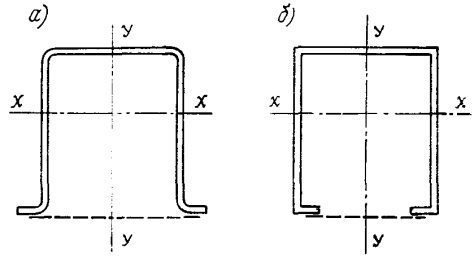
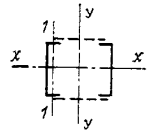
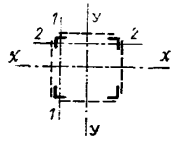
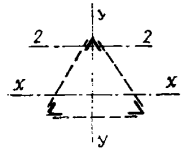


Рис. 2. Типы сжатых элементов открытых П-образных сечений со сплошной стенкой

а — с наружной отбортовкой; *б* — с внутренней отбортовкой

ТАБЛИЦА 15

ПРИВЕДЕННЫЕ ГИБКОСТИ $\lambda_{пр}$

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 λ_y — гибкость всего стержня относительно оси $y - y$;

λ — наибольшая гибкость всего стержня;

λ_1, λ_2 — гибкости отдельных ветвей относительно осей *1—1* и *2—2* на участках между приваренными планками (в свету) или между центрами крайних заклепок;

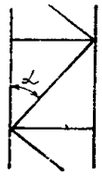
F — площадь сечения всего стержня;

$F_{р1}$, $F_{р2}$ — площади сечения раскосов решеток (в пределах одной панели), лежащих в плоскостях, соответственно перпендикулярных осям *1—1* и *2—2*;

$F_р$ — площадь сечения раскосов (в пределах одной панели), расположенных в одной из плоскостей трехгранного стержня;

K_1, K_2 — коэффициенты, принимаемые в зависимости от величины угла α_1 или α_2 между раскосом решетки и ветвью (см. эскиз) соответственно в плоскостях, параллельных осям *1—1* или *2—2*, равными при

α_1 (α_2) =	30°	40°	45—60°
K_1 (K_2) =	45	31	27



Примечания: 1. Формулы (3), (5) и (7) справедливы при отношении погонных жесткостей планки и ветви $\frac{i_{пл}}{i_в} \geqslant 3$. При $\frac{i_{пл}}{i_в} < 3$ 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 λ_1 и λ_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 $\lambda_{пр}$ 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 φ должен определяться по приведенной гибкости $\lambda_{пр}$, вычисляемой по формулам табл. 15.

4.6. Составные элементы из уголков, швеллеров и т. п., соединенных вплотную 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 $Q_{усл}$ (кг), принимаемую постоянной по всей длине стержня и определяемую по табл. 16.

ТАБЛИЦА 16

УСЛОВНЫЕ ПОПЕРЕЧНЫЕ СИЛЫ $Q_{усл}$

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

F — площадь брутто всего сечения стержня в см².

Примечание. В случае недонапряжения стержня величина $Q_{усл}$ 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 $Q_{усл}$ 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).

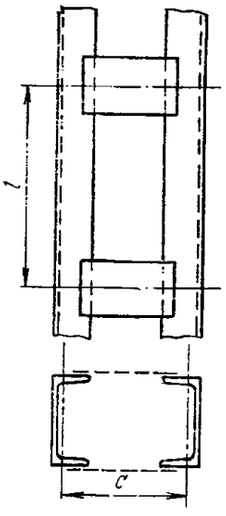


Рис. 3. Составной стержень на планках

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

а) силу, срезывающую планку, по формуле

$$T = \frac{Q_п l}{c}; \qquad (9)$$

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

$$M = \frac{Q_п l}{2}, \qquad (10)$$

для трехпоясного элемента

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

В формулах (9), (10) и (11):

$Q_п$ — условная поперечная сила (по табл. 16), приходящаяся на систему планок, расположенных в одной плоскости. Для трехгранного элемента

$$Q_п = 0{,}68 Q_{усл}; \qquad (12)$$

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.

Изгибаемые элементы

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

$$\frac{M}{W_{нт}} \leqslant R, \qquad (13)$$

$$\frac{QS}{I\delta} \leqslant R_{ср}, \qquad (14)$$

где S — статический момент (брутто) сдвигающейся части сечения относительно нейтральной оси;
δ — толщина стенки;
R и $R_{ср}$ — 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 изгибаемых элементов при изгибе в двух главных плоскостях проверяется по формуле:

$$\frac{M_x}{I_{x\,нт}} y \pm \frac{M_y}{I_{y\,нт}} x \leqslant R, \qquad (15)$$

где x и y — координаты рассматриваемой точки сечения относительно его главных осей;
$I_{x\,нт}$ и $I_{y\,нт}$ — моменты инерции сечения нетто относительно его осей соответственно x—x и y—y.

4.13. Устойчивость балок проверяется по формуле

$$\frac{M}{\varphi_б W} \leqslant R, \qquad (16)$$

где M и W — изгибающий момент и момент сопротивления сечения в плоскости наибольшей жесткости (W соответствует сжатому поясу);
$\varphi_б$ — 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	h/b	Наибольшие значения l/b для балок с соотношением размеров $h/\delta_1 = 100$: при нагрузке, приложенной к верхнему поясу	при нагрузке, приложенной к нижнему поясу	при наличии связей в пролете независимо от места приложения нагрузки	$h/\delta_1 = 50$: при нагрузке, приложенной к верхнему поясу	при нагрузке, приложенной к нижнему поясу	при наличии связей в пролете независимо от места приложения нагрузки
Прессованные и сварные	2	6	9	7	6	10	7
	5	5	8	6	5	8	6
	10	4	6	5	4	6	5
Клепаные	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_1 — ширина и толщина сжатого пояса;
h — полная высота сечения балки.

Примечания: 1. Значения l/b в табл. 17 определены для балок из алюминия с расчетным сопротивлением $R = 1$ т/см². Для балок из алюминия с другим расчетным сопротивлением значения l/b, определенные по табл. 17, умножаются на $\sqrt{\frac{1}{R}}$ (R в т/см²).

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

$$\frac{N}{F_{нт}} \pm \frac{M_x}{I_{x\,нт}}\, y \pm \frac{M_y}{I_{y\,нт}}\, x \leqslant R, \qquad (17)$$

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 эксцентрицитете $m_1 \leqslant 10$.

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

$$\frac{N}{\varphi^{вн} F} \leqslant R, \qquad (18)$$

где N — продольная сила, приложенная с эксцентрицитетом

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

F — площадь поперечного сечения элемента брутто;

$\varphi^{вн}$ — коэффициент, определяемый: для сплошностенчатых стержней по табл. 64 приложения 8 в зависимости от условной гибкости стержня $\bar{\lambda} = \lambda\sqrt{R/E}$ и приведенного эксцентрицитета $m_1 = \eta m$, где m—относительный эксцентрицитет; η—коэффициент влияния формы сечения; для сквозных стержней по табл. 65 приложения 8 в зависимости от условной приведенной гибкости $\bar{\lambda}_{пр} = \lambda_{пр}\sqrt{R/E}$ и относительного эксцентрицитета m.

Для сплошностенчатых стержней относительный эксцентрицитет равен

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

где W вычисляется для наиболее сжатого волокна.

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

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

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 η принимается по табл. 66 приложения 8.

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

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

4.17. Расчетные значения изгибающих моментов M, необходимые для вычисления эксцентрицитета $e = \frac{M}{N}$, 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 эксцентрицитетов 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 эксцентриситет m	Значение M при гибкости	
	$\bar{\lambda} < 4$	$\bar{\lambda} \geqslant 4$
$m \leqslant 3$	$M = M_2 = M_{max} - \frac{\bar{\lambda}}{4}(M_{max} - M_1)$	$M = M_1$
$3 < m < 10$	$M = M_2 + \frac{m-3}{7} \times (M_{max} - M_2)$	$M = M_1 + \frac{m-3}{7} \times (M_{max} - M_1)$
$m \geqslant 10$	$M = M_{max}$	$M = M_{max}$

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 $m \leqslant 3$ и $\bar{\lambda} < 4$;

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

m — относительный эксцентриситет, 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

$$\frac{N}{c\varphi_y F} \leqslant R, \qquad (22)$$

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

φ_y — коэффициент продольного изгиба, принимаемый по табл. 58 приложения 5.

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

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

где α и β — 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. Внецентренно-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

$$\frac{N}{\varphi_x F} \leqslant R, \qquad (24)$$

где φ_x — коэффициент продольного изгиба, принимаемый по табл. 58 приложения 5.

Примечание. При $\lambda_x \leqslant \lambda_y$ проверки устойчивости из плоскости действия момента не требуется.

4.21. В составных внецентренно-сжатых элементах с решетками, расположенными 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 $N^{в}_{доп}$ от изгибающего момента; величина этого усилия при параллельных ветвях (поясах) определяется по формуле $N^{в}_{доп} = M/h$, 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

$$\frac{N}{\varphi^{вн}_{xy} F} \leqslant R. \qquad (25)$$

Здесь $\varphi^{вн}_{xy} = \varphi^{вн}_{y}\sqrt{c}$,

где $\varphi^{вн}_{y}$ — определяется по указаниям п. 4.16;

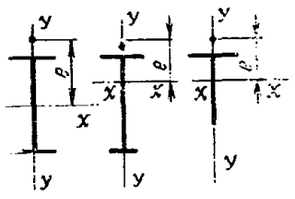
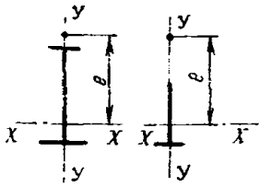
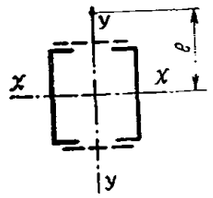
c — по указаниям п. 4.19.

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 α И β В ФОРМУЛЕ (23)

Относительный эксцентриситет		Открытые сечения двутавровые и тавровые		Замкнутые сечения сплошные или с решетками (планками)
				
α при	$m \leqslant 1$	0,8	$1-0,2\,\frac{J_2}{J_1}$	0,6
	$1 < m \leqslant 5$	$0,8+0,05\,(m-1)$	$1-[0,2-0,05\,(m-1)]\,\frac{J_2}{J_1}$	$0,6+0,05\,(m^2-1)$
	$m > 5$	1	1	0,8
β при	$\lambda_y \leqslant \lambda_c$	1	1	1
	$\lambda_y > \lambda_c$	$\frac{\varphi_c}{\varphi_y}$	$1-\left(1-\frac{\varphi_c}{\varphi_y}\right)\times\left(2\,\frac{J_2}{J_1}-1\right)$ 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;

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

φ_c — коэффициент продольного изгиба, определяемый по табл. 58 при λ_c в зависимости от марки алюминия.

Примечание. 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 c не должен превышать: для стержней замкнутого сечения — единицы, для стержней двоякосимметричного двутаврового сечения — значений, указанных в табл. 20.

кости наибольшей жесткости ($J_x > J_y$) и плоскости симметрии расчетная величина m_x увеличивается на 25%.

4.23. Составные стержни из двух сплошностенчатых ветвей с решетками в двух параллельных плоскостях (рис. 4), подверженТАБЛИЦА 20

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

$l\,\delta_1/bh$	Значение коэффициента c при M/Nh												
	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 δ_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 решеток по п. 4.16, считая при этом эксцентрицитет $e_y=0$ (рис. 4);

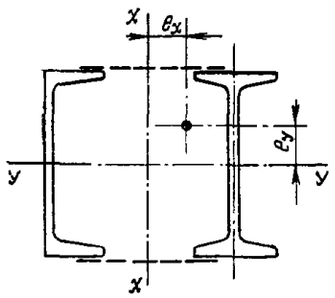


Рис. 4. Сечение составного элемента из двух сплошностенчатых ветвей с решетками в двух параллельных плоскостях

б) на устойчивость отдельных ветвей как внецентренно-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 внецентренно-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 внецентренно-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	l	l	$0{,}8\,l$
Перпендикулярно плоскости фермы (из плоскости фермы)	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—равными расстоянию от центра узла фермы до точки их пересечения ($l_0=l$); из плоскости фермы—по табл. 22.

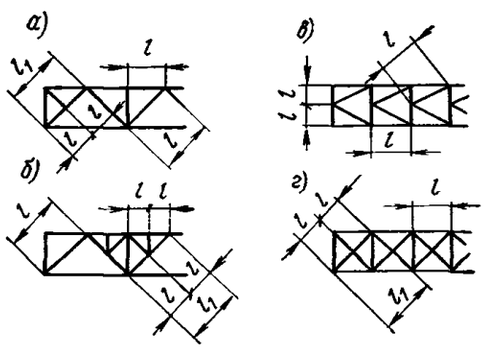


Рис. 5. Схемы ферм для определения l_0 в зависимости от типа решетки

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

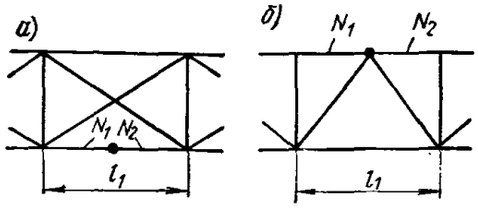


Рис. 6. Схемы для определения расчетной длины элемента с различными усилиями N_1 и N_2 по его длине
а — схема связей между фермами (вид сверху); *б* — схема фермы

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	$0{,}7\,l_1$	l_1
Поддерживающий стержень прерывается и перекрывается фасонкой	$0{,}7\,l_1$	l_1	$1{,}4\,l_1$

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 $l_0=l$ — $r_{мин}$; 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	радиусы инерции r	расчетная длина l_0 раскоса	расчетная длина l_0 стойки	радиус инерции r
С совмещенными в смежных гранях узлами (рис. 7, *а* и 7, *б*)	$l_п$	$r_{мин}$	$\mu_р\,l_р$	$0{,}8\,l_с$	$r_{мин}$
С несовмещенными в смежных гранях узлами (рис. 7, *в* и 7, *г*)	$\mu_п\,l_п$	r_x или r_y	$\mu_р\,l_р$	—	$r_{мин}$

где $l_п$ — длина панели пояса (при несовмещенных узлах принимается равной расстоянию между узлами одной грани — рис. 7,*в* и 7,*г*);
$\mu_п$ — коэффициент расчетной длины пояса, определяемый по табл. 24;
$l_р$ и $l_с$ — см. рис. 7;
r_x и r_y — радиусы инерции поперечного сечения уголка относительно осей, параллельных полкам;
$\mu_р$ — коэффициент расчетной длины раскоса, определяемый по табл. 25 или табл. 26.

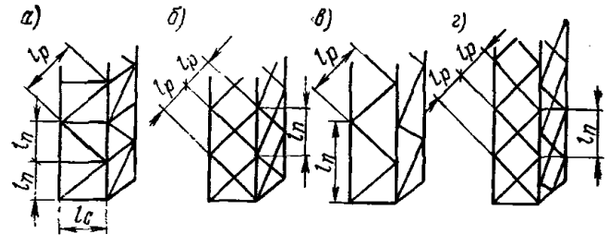


Рис. 7. Схемы пространственных решетчатых конструкций из одиночных уголков
а — схема с совмещенными в смежных гранях узлами, треугольная решетка с распорками; *б* — то же, перекрестная решетка; *в* — схема с несовмещенными в смежных гранях узлами, треугольная решетка; *г* — то же, перекрестная решетка

ТАБЛИЦА 24

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

$l_п/l_р$	10	5	2,5	1,25	1
$\mu_п$	1,13	1,08	1,03	1	0,98

где $\dfrac{l_п}{i_р}=\dfrac{I_{п_{мин}}\,I_р}{I_{р_{мин}}\,I_п}$ — отношение наименьших погонных жесткостей пояса и раскоса;
$I_{п_{мин}}$ и $I_{р_{мин}}$ — наименьшие моменты инерции сечений пояса и раскоса.

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

ТАБЛИЦА 25

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

$l_п/l_р$	Значения $\mu_р$ при $l_р/r_{мин}$							
	60	80	100	120	140	160	180	200
≤2	0,89	0,81	0,77	0,74	0,72	0,7	0,65	0,61
≥6	0,86	0,78	0,74	0,71	0,69	0,66	0,62	0,59

где $l_п/l_р$ — отношение наименьших погонных жесткостей пояса и раскоса;
$l_р$ — длина раскоса по рис. 7;
$r_{мин}$ — минимальный радиус инерции сечения раскоса.

ТАБЛИЦА 26

КОЭФФИЦИЕНТЫ $\mu_р$ ПРИ ПРИКРЕПЛЕНИИ РАСКОСОВ К ПОЯСУ ОДНИМ БОЛТОМ ИЛИ ОДНОЙ ЗАКЛЕПКОЙ

$l_р/r_{мин}$	60	80	100	>120
$\mu_р$	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;

μ — коэффициент расчетной длины, определяемый по табл. 27, 28 и 29.

ТАБЛИЦА 27

КОЭФФИЦИЕНТЫ μ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАСЧЕТНЫХ ДЛИН СТОЕК И КОЛОНН ПОСТОЯННОГО СЕЧЕНИЯ (КРОМЕ КОЛОНН С УПРУГИМ ЗАЩЕМЛЕНИЕМ КОНЦОВ)*

Схема закрепления и нагрузки	μ	Схема закрепления и нагрузки	μ
	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 μ ДЛЯ КОЛОНН ПОСТОЯННОГО СЕЧЕНИЯ РАМ ОДНОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

Закрепление в фундаменте	Значения μ при $i_р/i_к$							
	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 $i_р$ — средняя погонная жесткость ригелей, примыкающих к проверяемой колонне;

$i_к$ — погонная жесткость колонн.

Примечание. При шарнирном креплении ригеля к колонне принимается $i_р/i_к=0$.

ТАБЛИЦА 29

КОЭФФИЦИЕНТЫ μ ДЛЯ ОДНОСТУПЕНЧАТЫХ КОЛОНН РАМ ОДНОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ В ПЛОСКОСТИ РАМЫ

Вид закрепления верхнего конца	Коэффициенты μ		
	для нижнего участка		для верхнего участка
	при $\frac{J_2}{J_1} \geq 0{,}1$	при $0{,}1 \geq \frac{J_2}{J_1} \geq 0{,}05$	
Свободный	2,5	3	3
Закрепленный только от поворота	2	2	3
Неподвижный шарнирно-опертый	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 μ 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 λ СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

Элементы конструкций	Максимальная гибкость λ
Пояса, опорные раскосы и стойки ферм, передающие опорные реакции	100
Прочие элементы ферм	120
Колонны второстепенные (стойки фахверка, фонарей 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

Примечание. 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 λ РАСТЯНУТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ

Элементы конструкций	Максимальная гибкость λ
Пояса и опорные раскосы ферм	300
Прочие элементы ферм	300
Связи (кроме элементов, подвергающихся предварительному натяжению)	300

Примечания: 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 *r*.

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 клепаных балках.

6.2. Проверка устойчивости стенки производится с учетом всех компонентов напряженного состояния: σ, τ и $\sigma_м$. При этом напряжения σ, τ и $\sigma_м$ вычисляются по сечению брутто без введения коэффициента $\varphi_б$. 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 σ определяется по среднему значению изгибающего момента в пределах отсека; если длина отсека превосходит его высоту, то σ вычисляется по среднему значению момента для наиболее напряженного участка длиной, равной высоте отсека;

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

τ — среднее касательное напряжение, вычисляемое по формуле

$$\tau = \frac{Q}{h_{ст}\delta}, \qquad (26)$$

Q — среднее значение поперечной силы в пределах отсека;

$h_{ст}$ — полная высота стенки;

δ — 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 клепаных 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/δ не превышает значений, приведенных в табл. 32.

ТАБЛИЦА 32

ЗНАЧЕНИЯ h_0/δ ДЛЯ БАЛОК

Расчетное сопротивление R, т/см²	Значения h_0/δ	
	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

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

где σ_0 и τ_0 в т/см²:

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

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

В формуле (29):

d — меньшая из сторон пластинки;

μ — отношение большей стороны к меньшей;

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

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

где R в т/см².

При $\sigma_i/R\leqslant 0{,}7$ принимается $\vartheta = 1$. Значения $\sigma_i/R > 1$ 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

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

где

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

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

Величина ϑ определяется по формуле (30). при этом

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

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

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

где

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

τ_{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

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

а момент инерции продольного ребра определяется в зависимости от величины $\frac{b_1}{h_0}$ по формулам табл. 33. Обозначения a, h_0 и δ 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 $J_{пр.р}$

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

Примечание. 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 12δ 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 δ определяется в зависимости от величины $\bar{\lambda}$ (п. 4.16) и сечений по табл. 34.

В случае недонапряжения стержня значения h_0/δ из табл. 34 могут быть увеличены в $\sqrt{R\varphi}/\sigma$ раз ($\sigma=N/F$ — расчетное напряжение, φ — 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/δ определяется в зависимости от величины

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

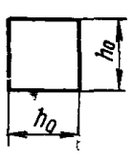
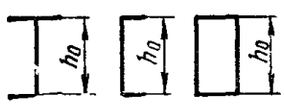
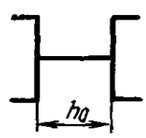
где σ — сжимающее напряжение у расчетной границы стенки, вычисленное без учета коэффициентов $\varphi^{вн}$, $\varphi^{вн}_{xy}$ и $c\varphi$;

σ' — соответствующее напряжение у противоположной расчетной границы стенки.

При $\alpha\leqslant 0{,}5$ величина h_0/δ принимается как для стенок центрально-сжатых стержней (п. 6.9).

ТАБЛИЦА 34

НАИБОЛЬШИЕ ЗНАЧЕНИЯ h_0/δ

$\bar{\lambda}$	Значения h_0/δ для сечений		
			
$\leqslant 1$	$\frac{44}{\sqrt{1{,}4+R}}$	$\frac{50}{\sqrt{1{,}4+R}}$	$\frac{55}{\sqrt{1{,}4+R}}$
$\geqslant 5$	$\frac{60}{\sqrt{R}}\leqslant 100$	$\frac{67^*}{\sqrt{R}}\leqslant 100$	$\frac{93}{\sqrt{R}}\leqslant 100$

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

Примечания: 1. Приведенные в таблице данные относятся к сварным и прессованным профилям. В клепаных элементах значения h_0/δ из табл. 34 увеличиваются на 5%.

2. Предельные значения h_0/δ между значениями $\bar{\lambda}=1$ и $\bar{\lambda}=5$ принимаются по линейной интерполяции.

3. Расчетное сопротивление R в т/см².

При $\alpha > 1$ должно соблюдаться условие

$$\frac{h_0}{\delta} \leqslant 100 \sqrt{\frac{k_3}{\sigma}}, \qquad (37)$$

где k_3 берется из табл. 35, σ, т/см^2.

ТАБЛИЦА 35

ЗНАЧЕНИЯ k_3

α	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/δ, найденными для $\alpha = 0,5$ и $\alpha = 1$.

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

Момент инерции ребра определяется по формуле

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

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 12δ, считая от границ расчетной высоты.

6.12. Стенки сплошных колонн и стоек при $\frac{h_0}{\delta} \geqslant 55$ 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 $b_р$ должна быть не менее $\frac{h_0}{30} + 40$ мм. Толщина ребра должна быть не менее $b_р/12$.

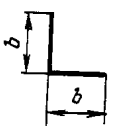
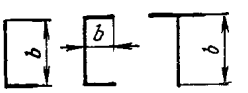
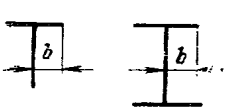
Поясные листы и полки сжатых, сжато-изогнутых и изгибаемых элементов

6.13. Наибольшее отношение b/δ для неокаймленного свеса в центрально-сжатых (сжато-изогнутых) стержнях определяется в зависимости от величины $\bar{\lambda}$ — (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 клепаных элементах с поясными листами — от свободного края листа до ближайшей риски заклепок. При наличии вута, образующего со свесом угол не менее 30°, расчетная ширина измеряется до начала вута (в случае выкружки берется вписанный вут); δ—толщина свеса. В случае недонапряжения элемента значения b/δ из табл. 36 могут быть увеличены в $\sqrt{RF\varphi^*/N}$ раза, но не более чем в 1,5 раза и принимаются не более 30.

ТАБЛИЦА 36

ПРЕДЕЛЬНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ b/δ

$\bar{\lambda}$	Значения b/δ для сечений		
			
$\leqslant 1$	$\frac{16,4}{\sqrt{1,4+R}}$	$\frac{18}{\sqrt{1,4+R}}$	$\frac{16,4}{\sqrt{1,4+R}}$
$\geqslant 5$	$\frac{19}{\sqrt{R}} \leqslant 25$	$\frac{21}{\sqrt{R}} \leqslant 25$	$\frac{22}{\sqrt{R}} \leqslant 25$

Примечание. Значения b/δ между $\bar{\lambda} = 1$ и $\bar{\lambda} = 5$ принимаются по линейной интерполяции.

Здесь φ^*—меньшая из величин φ, $\varphi^{вн}$, $\varphi^{вн}_{xy}$, $c\varphi$, 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 $\bar{\lambda} \leqslant 1$.

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

$$b_*/\delta = 16/\sqrt{R} + 1, \qquad (39)$$

где R в т/см².

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 σ — большая из величин:

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

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

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

где k—коэффициент, определяемый по табл. 37.

ТАБЛИЦА 37

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА k

Сечение	β	γ_1	Значения коэффициента k в формуле (40) при гибкости $\bar{\lambda}$	
			1	5
Швеллер, двутавр	$7{,}5 \leqslant \beta \leqslant 12$	2,5	1,06	1,35
		3	1,24	1,69
		3,5	1,46	2,06
	$16 \leqslant \beta \leqslant 20$	2,5	1,04	1,28
		3	1,2	1,59
		3,5	1,4	1,94
Уголок, тавр, крест	$7{,}5 \leqslant \beta \leqslant 12$	2,5	1,06	1,17
		3	1,24	1,41
		3,5	1,46	1,67
	$16 \leqslant \beta \leqslant 20$	2,5	1,04	1,13
		3	1,2	1,35
		3,5	1,4	1,67

Примечание. Для промежуточных значений β 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 δ 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);

δ — толщина свеса;

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

D — диаметр круглой бульбы; в квадратных и трапецеидальных утолщениях нормального профиля D — высота утолщения при ширине бульбы не менее $1{,}5D$ в трапецеидальных и не менее D — в прямоугольных утолщениях (рис. 8);

C_0 — коэффициент, принимаемый по табл. 38.

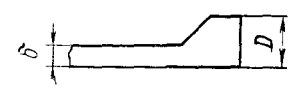


Рис. 8. Схема элемента с бульбой

ТАБЛИЦА 38

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА C_0

Сечение	Значения коэффициента C_0 в формуле (40) при относительной гибкости $\bar{\lambda}$	
	$\leqslant 1$	$\geqslant 5$
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

$$\sigma \leqslant m\,\sigma_{01}, \qquad (41)$$

где σ_{01} — меньшая из величин $\varphi^* R$ и $cE\delta/r$;

σ — расчетное напряжение; r, δ — радиус срединной поверхности и толщина оболочки;

E — модуль упругости;

φ^* и c — коэффициенты, принимаемые по табл. 39 и 40.

В случае внецентренного сжатия параллельно образующим или чистого изгиба в диаметральной плоскости напряжение σ_{01} уве-

ТАБЛИЦА 39

КОЭФФИЦИЕНТЫ φ^*

Значение R	Коэффициенты φ^* при r/δ, равном								
	0	25	50	75	100	125	150	200	250
$R < 1{,}4$ т/см²	1	0,98	0,88	0,79	0,72	0,65	0,59	0,45	0,39
$R > 2{,}8$ т/см²	1	0,94	0,78	0,67	0,57	0,49	0,42	0,29	—

Примечание. При 1,4 т/см² $< R <$ 2,8 т/см² значения коэффициентов φ^* берутся по интерполяции между данными табл. 39.

ТАБЛИЦА 40

КОЭФФИЦИЕНТЫ c

r/δ	$\leqslant 50$	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 σ' — 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 $\lambda \geqslant 0{,}65$ должны выполняться неравенства:

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

где R в т/см² и $r/\delta \leqslant 100$.

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

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

где R в т/см² и $r/\delta \leqslant 35$.

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):

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

где t — толщина листа;

σ — напряжение в рабочей площади листа;

E — модуль упругости;

ϑ — коэффициент, определяемый по формуле (30) в зависимости от отношения σ/R;

R — расчетное сопротивление.

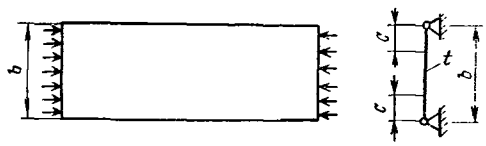


Рис. 9. Расчетная схема сжатого тонколистового элемента

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 $R \geqslant 1000$ кгс/см² в формуле (42) возможно значение σ 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 $a/b \geqslant 3$ (рис. 11, *а*) в рабочую площадь включается часть листа на ширине $2\ c$:

$$c = 1{,}04 \sqrt{\frac{K}{t\,dR}\left(\sqrt{D_x D_y} + D_{xy}\right)}. \qquad (43)$$

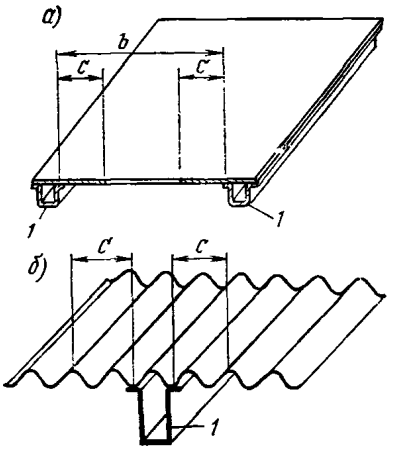


Рис. 10. Расчетная схема листов, усиленных продольными ребрами

а — плоский лист; *б* — гофрированный лист; *1* — ребро

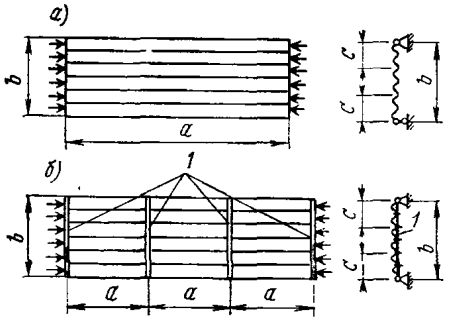


Рис. 11. Расчетная схема сжатого гофрированного листа

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.

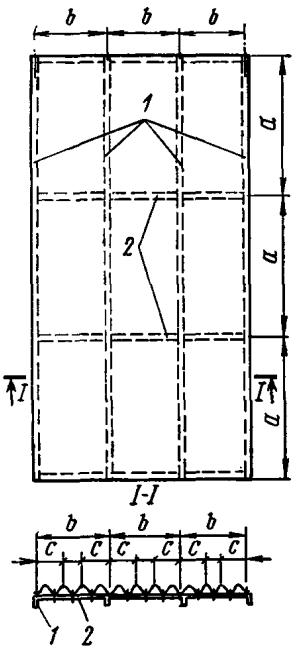


Рис. 12. Схема плиты из гофрированного листа с продольными и поперечными ребрами

1 — продольные ребра; *2* — поперечные ребра

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

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

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

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

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

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

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

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

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

7.7. Прогиб гофрированных листов при изгибе должен определяться по формуле

$$f = \alpha f_0, \qquad (47)$$

где f_0 — прогиб гофрированного листа, работающего как балка;

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

ТАБЛИЦА 41

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА α

b/a	Значения α 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 $k_м$

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

Для гофрированного листа трапецеидальной формы с приклеенным пенопластом или другим жестким утеплителем коэффициент $\alpha = 1$.

ТАБЛИЦА 43

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ζ

σ_i / R	0,7	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,5	3
ζ	1	0,86	0,76	0,67	0,61	0,56	0,52	0,48	0,41	0,35

Примечание. Напряжение σ_i 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.

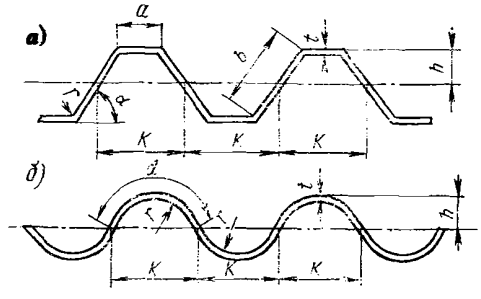


Рис. 13. Геометрические параметры для
а — трапецеидального гофра; *б* — синусоидального гофра

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

$$\sigma \leqslant k_м \zeta E \left(\frac{t}{a}\right)^3, \qquad (48)$$

где σ — сжимающие напряжения в грани от внешней нагрузки;

$k_м$ — коэффициент, принимаемый по табл. 42 в зависимости от отношения b/a;

ζ — коэффициент, учитывающий отклонение диаграммы σ—ε материала листа от закона Гука и принимаемый по табл. 43 в зависимости от отношения σ_i/R.

7.10. В гофрированных листах трапецеидальной 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

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

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 трапецеидальной формы при центральном сжатии должна проверяться по формуле

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

где b — ширина большей грани.

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

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

Элементы мембранного типа

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

7.15. При расчете пространственных блоков с предварительно-напряженной обшивкой и наличии 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:

$$\begin{gathered}\sigma_p + \sigma_т m \leqslant R \ (m=1{,}1);\\ -\sigma_p + \sigma_т m \geqslant 0 \ (m=0{,}9),\end{gathered} \qquad (52)$$

где $\sigma_т$ и σ_p — напряжения в листе соответственно от предварительного натяжения и от внешней нагрузки.

7.16. При расчете элементов мембранного типа 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

$$H_м = (H - N)\,b\,t, \qquad (53)$$

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

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

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

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

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

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

где $F_п$ — 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	$\frac{N}{l_ш \cdot \delta} \leqslant R_c^{св}$
	Растяжение	$\frac{N}{l_ш \cdot \delta} \leqslant R_р^{св}$
Угловые	Срез	$\frac{N}{(\beta \cdot h_ш)\, l_ш} \leqslant R_у^{св}$

где N — расчетная продольная сила;

δ — наименьшая толщина соединяемых элементов;

$l_ш$ — расчетная длина шва, равная его полной длине за вычетом 3δ 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);

β — 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 свариваемых элементов и концы их выведены за пределы соединения.

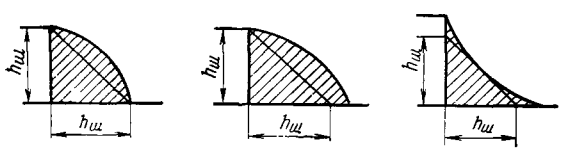


Рис. 14. Схемы сечений сварных угловых швов

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

$$\frac{\sigma}{2} + \sqrt{\frac{\sigma^2}{4} + \tau^2} \leqslant R_р^{св}, \qquad (57)$$

где $\sigma = \sigma^{св}$ — напряжение в сварном соединении от изгиба;

$\tau = \tau^{св}$ — 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

$F_{нт} = F_ш$ — расчетная площадь швов, определяемая с учетом возможного разрушения по наименьшему сечению умножением площади поперечного сечения на коэффициент (см. п. 8.1);

$J_{x\,нт}$, $J_{y\,нт}$ — расчетный момент инерции периметра швов с учетом уменьшения их площади поперечного сечения;

$R = R_у^{св}$ — 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	$\frac{N}{n\,n_{ср}\,\frac{\pi d^2}{4}} \leqslant R_{ср}^{закл}$	(58)
	Смятие	$\frac{N}{n\,d\,\Sigma\,\delta} \leqslant R_{см}^{закл}$	(58а)
Болты	Растяжение	$\frac{N}{n\,\frac{\pi d_0^2}{4}} \leqslant R_р^б$	(58б)
Заклепки	Отрыв головки заклепки	$\frac{N}{n\,\pi\,d\,h} \leqslant R_{отр}^{закл}$	(58в)

где N — расчетная продольная сила, действующая на соединение;

n — число заклепок или болтов в соединении;

$n_{ср}$ — 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).

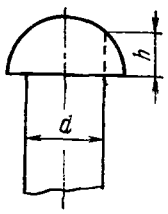


Рис. 15. Заклепка с полукруглой головкой

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 прикреплениях 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

$$N_б = P f m, \qquad (59)$$

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

$$P = 0{,}6\,\sigma_в\,F_{нт}, \qquad (60)$$

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

$F_{нт}$ — 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	$\frac{Q S_п}{2 (\beta h_ш) I_{бр}} \leqslant R_у^{св}$ (60а)
	Заклепки	$a \frac{Q S_п}{I_{бр}} \leqslant N_{закл}$ (60б)
Местная сосредоточенная	Угловые швы	$\frac{1}{2 (\beta h_ш)} \sqrt{\left(\frac{Q S_п}{I_{бр}}\right)^2 + \left(\frac{n_1 P}{z}\right)^2} \leqslant R_у^{св}$; (60в)
	Заклепки	$a \sqrt{\left(\frac{Q S_п}{I_{бр}}\right)^2 + \left(\frac{\alpha n_1 P}{z}\right)^2} \leqslant N_{закл}$ (60г)

где Q — наибольшая поперечная сила в рассматриваемом сечении;

$S_п$ — статический момент брутто пояса балки относительно нейтральной оси;

$h_ш$ — толщина углового шва;

β — коэффициент, равный 0,7, при ручной и полуавтоматической сварке и 0,9 — при автоматической;

a — шаг поясных заклепок;

$N_{закл}$ — расчетное усилие на одну заклепку, принимаемое равным:

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

$N_{закл} = d \Sigma\delta R_{см}^{закл}$ — 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;

α — коэффициент, принимаемый равным:

$\alpha = 0{,}4$ — при нагрузке по верхнему поясу клепаной балки, в которой стенка пристрогана к верхнему поясу;

$\alpha = 1$ — то же, но при отсутствии пристрожки стенки;

$\alpha = 1$ — при нагрузке по нижнему поясу.

Примечания: 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 местом 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 выполняться 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 быстроту выверки 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:	
а) главные балки	1/250 (1/200)
б) прогоны	1/200 (1/150)
в) обрешетки	1/150 (1/125)
2. Покрытия, в том числе большепролетные без подвесного транспорта	1/300 (1/250)
3. Элементы фахверка	
а) стойки, ригели	1/300 (1/200)
б) прогоны остекления (в вертикальной и горизонтальной плоскостях)	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 (импосты):	
а) при одинарном остеклении	1/200
б) при остеклении стеклопакетами	1/300

Примечания: 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)	
	А	Б	А	Б	А	Б
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. Нащельники 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 стеновых 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, предназначаемых для Северной строительно-климатической зоны и отдаленных районов;

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 клепаными (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 верхней 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 внахлестку 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	Точечная сварка				Роликовая сварка			
	Диаметр ядра, мм	Минимальные размеры		Шаг между точками, мм	Ширина литой зоны, мм	Минимальные размеры		
		ширина нахлестки* при шве, мм				Ширина нахлестки* при шве, мм		Расстояние от оси шва до края листа, мм
		однорядном	двухрядном (в шахматном порядке)			однорядном	двухрядном**	
0,5	3—4	10	18	10	3—4	10	12	5
0,8	3,5—4,5	12	25	13	3,5—4,5	10	14	5
1	4—5	14	28	15	4—5	12	16	6
1,2	5—6	16	30	15	5—6	14	20	7
1,5	6—7	18	35	20	6—7	16	24	8
2	7—8	20	42	25	7—8	20	28	10
3	9—10	26	56	35	8—9	24	34	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—50%.

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

ТАБЛИЦА 51

РАЗБИВКА ЗАКЛЕПОК И БОЛТОВ

Характеристика расстояния	Расстояния
Между центрами заклепок и болтов в любом направлении:	
а) минимальные	Для заклепок $3\,d$; для болтов $3{,}5\,d$
б) максимальные в крайних рядах при отсутствии окаймляющих уголков при растяжении и сжатии	$5\,d$ или $10\,\delta$
в) максимальное в средних рядах и в крайних рядах при наличии окаймляющих уголков при растяжении	$12\,d$ или $20\,\delta$
г) максимальные в средних рядах и в крайних рядах при наличии окаймляющих уголков при сжатии	$10\,d$ или $14\,\delta$
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;

δ — толщина наиболее тонкого наружного элемента пакета.

Стыки мембранной 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 химическому составу	по механическим свойствам			
		листы	профили	трубы	
Группа I. Ограждающие конструкции — оконные и дверные заполнения, подвесные потолки, перегородки, витражи и др.					
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**	—	»
Группа II. Ограждающие конструкции — кровельные и стеновые панели, блоки покрытия и др.					
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*	—	ОСТ 1—92022—73	18482—73**	Средняя
Группа III. Несущие сварные конструкции — фермы, колонны, прогоны покрытий, пространственные решетчатые покрытия, покрытия больших пролетов, сборно-разборные конструкции каркасов зданий и др.					
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*	—	ОСТ 1—92922—73	18482—73**	Средняя
Группа IV. Конструкции, относящиеся к группе III при выполнении их клепаными, а также элементы конструкций, не имеющие сварных соединений					
АМг2П	4784—65*	12592—67**	—	—	Высокая
АД31Т	4784—65*	—	8617—68**	18482—73**	»
АД31Т1	4784—65*	—	8617—68**	—	»
1925Т	4784—65*	—	ОСТ 1—92022—73	18482—73**	Средняя
1915Т	4784—65*	—	ОСТ 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/I 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. Бульбоугольники 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	13624—68
Трубы из алюминия и алюминиевых сплавов. Сортамент	1947—56
Прутки прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Сортамент	7857—73
Проволока сварочная из алюминия и алюминиевых сплавов	7871—63
Детали, изделия и заготовки из цветных металлов и сплавов. Маркировка	2171—73
Сплавы алюминиевые литейные и деформируемые. Метод определения содержания бериллия	11739—66
Сплавы алюминиевые. Методы спектрального анализа	7727—60
Сплавы алюминиевые литейные	2685—63
Профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов общего назначения. Технические требования	8617—68
Плиты из алюминия и алюминиевых сплавов (в части упаковки, маркировки, транспортирования полуфабрикатов из алюминия и алюминиевых сплавов)	17232—71

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/см², действительный при температуре:	
—70°С	750 000
от —40 до +50°С	710 000
+100°С	650 000
Модуль сдвига G в кгс/см², действительный при температуре:	
—70°С	280 000
от —40 до +50°С	270 000
+100°С	260 000
Коэффициент поперечной деформации (Пуассона) μ	0,3
Коэффициент линейного расширения α в град$^{-1}$, действительный при температуре алюминия от —70 до +100°С	0,000023
Среднее значение плотности γ, г/см³	2,7

Примечание. При промежуточных значениях температуры данные по величинам E и G должны приниматься по интерполяции.

ТАБЛИЦА 55

ПЛОТНОСТЬ АЛЮМИНИЯ В Г/СМ³

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 φ ПРОДОЛЬНОГО ИЗГИБА ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

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

ТАБЛИЦА 57

СХЕМЫ СЕЧЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ φ

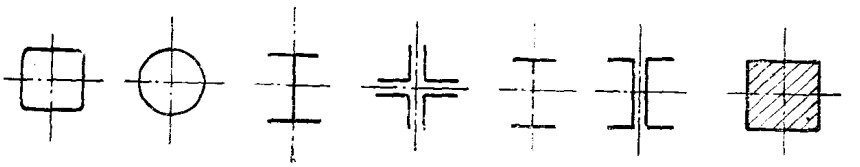
Тип сечения	Схема сечения	№ таблицы
1		58
2		59

ТАБЛИЦА 58

КОЭФФИЦИЕНТЫ φ ПРОДОЛЬНОГО ИЗГИБА ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ СЕЧЕНИЙ ТИПА 1

Гибкость элементов $\lambda = \frac{l}{r}$	Коэффициенты φ для элементов из алюминия марок						
	АД1М	АМцМ	АД31Т	АМг2М	АД31Т1; 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 φ ПРОДОЛЬНОГО ИЗГИБА ЦЕНТРАЛЬНО-СЖАТЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ СЕЧЕНИЙ ТИПА 2

Гибкость элементов $\lambda = \frac{l}{r}$	Коэффициенты φ для элементов из алюминия марок						
	АД1М	АМцМ	АД31Т	АМг2М	АД31Т1; 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

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

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

$$\frac{N}{\varphi_x F} \leqslant R \qquad (61)$$

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

$$\frac{N}{c\,\varphi_y F} \leqslant R. \qquad (62)$$

Здесь φ_x и φ_y — коэффициенты продольного изгиба, определяемые по таблице 58.

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

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

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

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

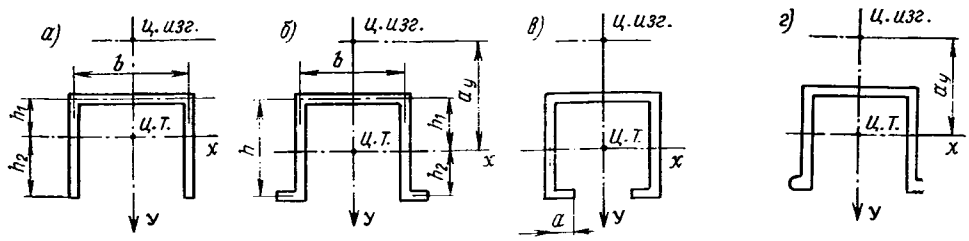


Рис. 16. П-образное сечение

a_y — расстояние между центром тяжести и центром изгиба;

I_w — секториальный момент инерции;

$I_k = \frac{1}{3}\Sigma b_i \delta_i^3$ — момент инерции при чистом кручении;

b_i и δ_i — ширина и толщина прямоугольников, составляющих сечение, включая отбортовки и утолщения.

При наличии утолщений круглого сечения (бульб)

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

где D — диаметр бульб,

n — число их в сечении.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА $\varphi_б$ ДЛЯ ПРОВЕРКИ ОБЩЕЙ УСТОЙЧИВОСТИ БАЛОК

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

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

ТАБЛИЦА 60

КОЭФФИЦИЕНТЫ ψ ДЛЯ БАЛОК ИЗ АЛЮМИНИЯ С РАСЧЕТНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ R=1 Т/СМ²

a	Коэффициенты ψ для балок без закрепления в пролете при сосредоточенной нагрузке, приложенной к верхнему поясу	Коэффициенты ψ для балок без закрепления в пролете при сосредоточенной нагрузке, приложенной к нижнему поясу	Коэффициенты ψ для балок без закрепления в пролете при равномерно распределенной нагрузке, приложенной к верхнему поясу	Коэффициенты ψ для балок без закрепления в пролете при равномерно распределенной нагрузке, приложенной к нижнему поясу	При наличии не менее двух промежуточных закреплений верхнего пояса, делящих пролет на равные части, независимо от места приложения нагрузки
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 ψ=1,75 ψ^*; сосредоточенная сила в четверти пролета или равномерно распределенная нагрузка, приложенная к верхнему поясу ψ=1,14 ψ^*; сосредоточенная сила в четверти пролета, приложенная к нижнему поясу ψ=1,6 ψ^*; равномерно распределенная по нижнему поясу нагрузка ψ=1,3 ψ^*. Здесь под ψ^* понимается значение ψ по графе 6.

Значения коэффициента ψ для балок из алюминия с расчетным сопротивлением 1 т/см² определяются по табл. 60. При других расчетных сопротивлениях значения ψ, определенные по табл. 60, умножаются на отношение $\frac{1}{R}$.

Коэффициенты ψ для консолей двутаврового сечения принимаются по табл. 61.

ТАБЛИЦА 61

КОЭФФИЦИЕНТЫ ψ ДЛЯ КОНСОЛЕЙ ДВУТАВРОВОГО СЕЧЕНИЯ ИЗ АЛЮМИНИЯ С РАСЧЕТНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ R=1 Т/СМ²

a	Коэффициенты ψ при нагрузке, приложенной к верхнему поясу	Коэффициенты ψ при нагрузке, приложенной к нижнему поясу	a	Коэффициенты ψ при нагрузке, приложенной к верхнему поясу	Коэффициенты ψ при нагрузке, приложенной 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/см², значения ψ, определенные по таблице, умножаются на отношение $\frac{1}{R}$.

ТАБЛИЦА 62

КОЭФФИЦИЕНТЫ ζ В ФОРМУЛЕ (67)

Нагрузки	Коэффициент ζ
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 $\varphi'_б$ И $\varphi'_{бн}$

$\varphi_б(\varphi_{бн})$	$\varphi'_б$ ($\varphi'_{бн}$)	$\varphi_б$ ($\varphi_{бн}$)	$\varphi'_б$ ($\varphi'_{бн}$)	$\varphi_б(\varphi_{бн})$	$\varphi'_б$ ($\varphi'_{бн}$)
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 ψ принимаются в зависимости от параметра

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

где l — расчетная длина балки согласно п. 4.13;

$I_k = \frac{\gamma_0}{3} \Sigma b_i \delta_i^3$ — момент инерции при кручении;

b_i и δ_i — ширина и толщина прямоугольников, образующих сечение;

$\gamma_0 = 1{,}3$ — для двутаврового сечения;

$\gamma_0 = 1{,}2$ — для таврового сечения.

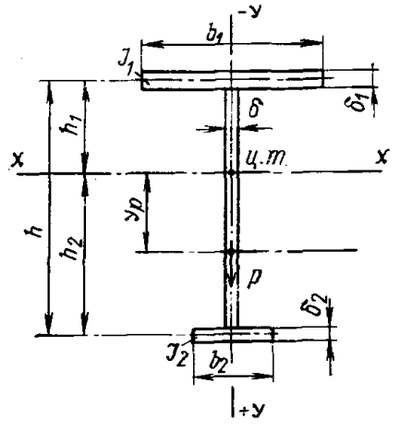


Рис. 17. Поперечное сечение балки с развитым верхним поясом

Для двутаврового сечения с одной осью симметрии принимается промежуточное значение γ_0.

При наличии утолщений круглого сечения (бульб)

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

где D — диаметр бульб;

n — число их в сечении.

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

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

где для прокатных прессованных и сварных балок:

δ — толщина стенки балки;

b и δ — ширина и толщина пояса балки;

h — полная высота сечения балки;

$d = 0{,}5\,h$;

для клепаных балок:

δ — толщина стенки вместе с полками уголков;

δ_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 $\varphi_б$ определяется по формуле

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

Здесь ζ — 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;

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

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

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

где $\varphi_б'$ и $\varphi_{бн}'$ определяются по табл. 63 приложения 7.

Проверка устойчивости балок швеллерного сечения производится так же, как для балок двутаврового сечения; при этом α вычисляется по формуле (66), но найденные значения $\varphi_б$ 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 $\varphi^{вн}$ ДЛЯ СПЛОШНОСТЕНЧАТЫХ СТЕРЖНЕЙ

$\bar{\lambda}$	Коэффициенты $\varphi^{вн}$ при приведенном эксцентрицитете 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	075	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 $\varphi^{вн}$ в таблице увеличены в 1000 раз.
2. Значения $\varphi^{вн}$ принимаются не выше значений φ, приведенных в табл. 58 или 59, для соответствующих схем сечений.

ТАБЛИЦА 65

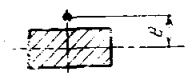
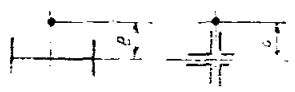
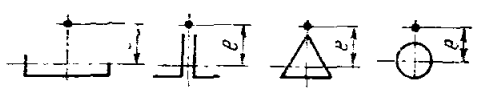
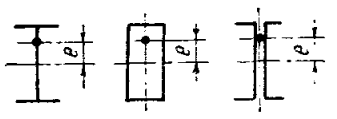
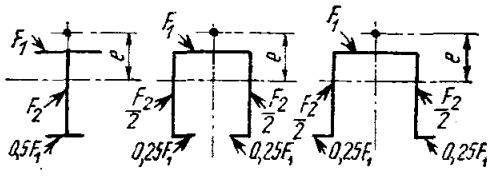
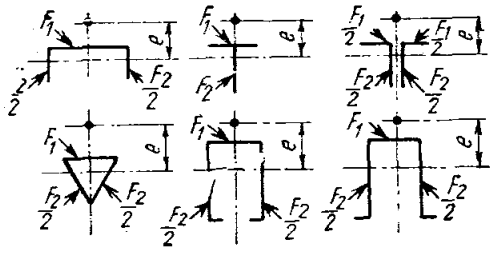
КОЭФФИЦИЕНТЫ $\varphi^{вн}$ ДЛЯ СКВОЗНЫХ СТЕРЖНЕЙ

$\bar{\lambda}$	Коэффициенты $\varphi^{вн}$ при относительном эксцентрицитете 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 ^{вн} в таблице увеличены в 1000 раз.
2. Значения $\varphi^{вн}$ принимаются не выше значений φ, приведенных в табл. 58.

ТАБЛИЦА 66

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

Тип сечения	Схема сечения	$\frac{F_1}{F_2}$	Значения η при $0 \leqslant \bar{\lambda} \leqslant 5$		Значения η при $\bar{\lambda} > 5$
			$0{,}1 \leqslant m < 5$	$5 \leqslant m \leqslant 20$	$0{,}1 \leqslant m \leqslant 20$
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		$\leqslant 1{,}0$	$1{,}8-0{,}12\,\bar{\lambda}$	$1{,}6-0{,}08\,\bar{\lambda}$	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 эксцентрицитеты m_1 не должны превышать значений, указанных в следующей таблице:

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

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 эксцентрицитеты m_1 при относительном эксцентрицитете 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

$$m'=\eta e\frac{F}{W}=\eta\frac{M_1}{N}\cdot\frac{F}{W}$$ (M_1 — 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

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

где P — величина расчетной сосредоточенной нагрузки;

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

δ — толщина стенки;

$z=c\sqrt[3]{\frac{J_п}{\delta}}$ — условная длина распределения сосредоточенного груза;

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

$J_п$ — момент инерции пояса балки.

2. В отсеках, где местная нагрузка приложена к растянутому поясу, одновременно учитываются только два компонента: σ и τ или $\sigma_м$ и τ.

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

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

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_0}+\frac{\sigma_м}{\sigma_{м0}}\right)^2+\left(\frac{\tau}{\tau_0}\right)^2}\leqslant 0{,}9\vartheta, \qquad (70)$$

где ϑ — определяется по указаниям п. 6.5;

σ_0 и τ_0 — вычисляются по формулам (28) и (29);

τ_0 — вычисляется по действительным размерам отсека;

$\sigma_{м0}$ — критическое напряжение смятия стенки под грузом (т/см²), определяемое по формуле

$$\sigma_{м0} = \kappa_1 \left(\frac{100\,\delta}{a}\right)^2, \qquad (71)$$

κ_1 — коэффициент, принимаемый по табл. 68;

ТАБЛИЦА 68

ЗНАЧЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА κ_1

a/h_0	0,5	0,8	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2
κ_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 $\sigma_{м0}$ принимается $a=2\,h_0$.

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

1) при первой проверке σ_0 (т/см²) определяют по формуле

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

где κ_2 — коэффициент, принимаемый по табл. 69;

2) при второй проверке определяют σ_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 κ_2

a/h_0	1	1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,6
κ_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 пластинки, на которые ребро разделяет отсек, проверяют отдельно:

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

$$\frac{\sigma}{\sigma_{01}} + \frac{\sigma_м}{\sigma_{м\,01}} + \left(\frac{\tau}{\tau_{01}}\right)^2 \leqslant 0{,}9\,\vartheta, \qquad (73)$$

где ϑ — принимается по указаниям пп. 6.5 и 6.6;

τ_{01} — вычисляется по формуле (29);

$\sigma_{м\,01}$ и σ_{01} (т/см²) определяются по формулам:

$$\sigma_{м\,01} = 0{,}12\,\frac{(1+\mu_1^2)^2}{\mu_1^2}\left(\frac{100\,\delta}{b_1}\right)^2, \qquad (74)$$

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

где $\mu_1 = \dfrac{a}{b_1}$; если $\dfrac{a}{b_1} < 2$, то при определении $\sigma_{м\,01}$ принимается $a=2\,b$;

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

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

где σ_{02} и τ_{02} — вычисляются по формулам (35) и (29);

$\sigma_{м02}$ — вычисляется по формуле (71) и табл. 68, принимая в последней (для первой строки) вместо $\dfrac{a}{h_0}$ значения параметра

$$\frac{a}{h_0-b}, \quad \sigma_{м2}=0{,}4\,\sigma_м.$$

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

ПРИЛОЖЕНИЕ 10

ПРОВЕРКА УСТОЙЧИВОСТИ НАКЛОННЫХ ГРАНЕЙ ГОФРИРОВАННЫХ ЛИСТОВ ТРАПЕЦЕИДАЛЬНОЙ ФОРМЫ

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

В этой формуле

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

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

$$\gamma = \frac{\sigma_в - \sigma_н}{\sigma_в}, \qquad (78)$$

где $\sigma_в$ и $\sigma_н$ — нормальные напряжения, соответственно у верхней и нижней границы наклонной грани настила, взятые со своими знаками

$$\sigma_{м\,0} = 7{,}25\,E\left(\frac{t}{b}\right)^2; \qquad (79)$$

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

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

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

где $z=l_п+2\,r$;

$l_п$ — ширина полки прогона или ригеля;

r — радиус сочленения наклонной и горизонтальной граней;

P — опорная реакция одной волны.

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

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;

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

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

Примечание. Все приведенные выше характеристики F, J, W соответствуют сечениям брутто. Для обозначения характеристик, соответствующих сечениям нетто, вводится индекс нт (например, $F_{нт}$ — площадь сечения нетто).

СОДЕРЖАНИЕ

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

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 84×108¹/₁₆ 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, Каляевская, 23а

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

ОПЕЧАТКИ

Стр.	Колонка	Строка	Напечатано	Следует читать
17	Справа	20—21-я снизу	$\frac{i_п}{i_р} = \frac{I_{п_{мин}}\, l_р}{I_{р_{мин}}\, l_п}$	$\frac{i_п}{i_р} = \frac{J_{п_{мин}}\, l_р}{J_{р_{мин}}\, l_п}$
45	Справа	5-я сверху	$\frac{a}{h_0 - b}$,	$\frac{a}{h_0 - b_1}$,

ПОПРАВКА

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", утвержденной 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

1. Таблица 1:

в графе "Термически неупрочняемый" заменить марку алюминия "АМг2П" на марку алюминия "АМг2 1/2Н";

в графу "Термически упрочняемый" добавить марки алюминия: "АД31Т5", "1915" и "1925".

2. Таблица 2:

в графе "Обозначение состояния" заменить обозначение: "П" на обозначение: "1/2Н";

дополнить таблицу позицией следующего содержания:

"Обозначение состояния	Состояния алюминия
Т5	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 (табл.3) и стали (технические требования по ГОСТ 1759-70^{X}) повышенной точности по ГОСТ 7805-70, нормальной точности по ГОСТ 7796-70^{X} и ГОСТ 7798-70^{X};

б) высокопрочные болты, гайки и шайбы к ним по ГОСТ 22353-77, ГОСТ 22354-77 и ГОСТ 22355-77 с техническими требованиями по ГОСТ 22356-77".

6. Таблица 4:

графы для алюминия марок АМг2П, АД31Т1 и 1925Т исключить;

дополнить величинами расчетных сопротивлений для алюминия марок АМг2 1/2Н, 1925Т, 1925, 1915, АД31Т5, АД31Т1 и АЛ8:

Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетные сопротивления, кгс/см^2						
		термически неупрочняемый алюминий марок	термически упрочняемый алюминий марок					алюминий литейный марок
		АМг2 1/2Н	1925Т	1925	1915	АД31Т5	АД31Т1	АЛ8
Растяжение, сжатие и изгиб	R	1250	1800	1800	1800	1000	1250	1400
Срез	$R_{ср.}$	750	1050	1050	1050	600	750	800
Смятие торцевой поверхности (при наличии пригонки)	$R_{см.т}$	1850	2700	2700	2700	1500	1850	2100
Смятие местное при плотном касании	$R_{см.м}$	900	1350	1350	1350	750	900	1050

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

"Расчетное сопротивление $R_п$ на растяжение в направлении толщи прессованных полуфабрикатов из алюминия марок 1915, 1915Т, 1925 и 1925Т принимается 500 кгс/см^2, для остальных марок алюминия $R_п = R'$.

8. Таблица 6:

марку термически неупрочняемого алюминия: "АМг2П" заменить на марку: "АМг2 I/2H";

графу для алюминия марки 1915Т исключить;

дополнить величинами расчетных сопротивлений алюминия околошовной зоне при аргонодуговой сварке для алюминия марок АД31Т5 1915 и 1915Т:

"Конструкция соединения	Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетные сопротивления кгс/с термически упрочняемый алюмин марок		
			АД31Т5	1915	1915Т
			при сварке с применением элек тродной или присадочной прово локи марок		
			СвАМг3 ; 1557	1557	
Встык и нахлестка с лобовыми швами (сечение I-I, рис.Iа,б)	Растяжение, сжатие и изгиб	R	650	1450	1600
	Срез	$R_{ср}$	400	900	1050
Нахлестка с фланговыми швами (сечение I-I, рис.I в)	Растяжение, сжатие и изгиб		$\frac{600^*}{750^*}$	$\frac{1300^*}{1450^*}$	$\frac{1450^*}{1600^*}$

9. Таблица 8:

графы для алюминия марки I9I5T исключить;

дополнить величинами расчетных сопротивлений сварных швов для алюминия марок АД3IT5, I9I5T и I9I5:

"

Сварные соединения и швы	Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетные сопротивления, кгс/см^2 алюминия марок			
			АД3IT5	I9I5T		I9I5
				при толщине металла, мм		
				4	5-I2	
			при сварке с применением электродной или присадочной проволоки марок			
			СвАМг3; I557	I557		
Встык	Сжатие, растяжение, изгиб: а) при сварке плавящимся электродом (автоматическая и полуавтоматическая)	$R_c^{св}$ $R_p^{св}$	650	-	I600	I450
	б) при сварке вольфрамовым электродом (ручная или механизированная)	$R_u^{св}$	650	I600	I600	I450
	Срез	$R_{ср}^{св}$	400	II00	I050	900
Угловые швы (фланговые и лобовые)		$R_y^{св}$	450	II00	II00	II00

"

I0. В таблицах 7, 9, I6, 52 и в п.3.7 заменить марку алюминия: "АМг2П" на марку алюминия: "АМг2 I/2Н".

II. Таблица II:

строки для марок алюминия АМг2П и АД3IТI исключить;

дополнить величинами $R^{закл}_{см}$ и $R^{б}_{см}$ для марок алюминия АМг2 I/2Н, АД3IТ5, АД3IТI, I925 и I9I5:

"

Марки и состояния алюминия	$R^{закл}_{см}$, кгс/см^2	$R^{б}_{см}$, кгс/см^2
АМг2 I/2Н	2000	I800
АД3IТ5	I600	I450
АД3IТI	2000	I800
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 ТI)".

I4. Таблицу I6 дополнить значениями условной поперечной силы для конструкций из алюминия марок АД3IТ5, I925 и I9I5:

"

Конструкции из алюминия марок и состояний	Значение условной поперечной силы кгс
АД3IТ5	I5 F
I925	30 F
I9I5	30 F

"

I5. Таблицу I7 изложить в следующей редакции:

"Таблица I7

Наибольшие отношения l/b, при которых не требуется проверка устойчивости балок

Балки	h/b	Наибольшие значения l/b для балок с соотношением размеров h/δ_1 = I00			h/δ_1 = 50		
		При нагрузке, приложенной к верхнему поясу	При нагрузке, приложенной к нижнему поясу	При наличии связей в пролете независимо от места приложения нагрузки	При нагрузке, приложенной к верхнему поясу	При нагрузке, приложенной к нижнему поясу	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
	I0	7	II	9	7	II	9
Клепаные	2	I3	I9	I5	I5	2I	I5
	5	II	I5	II	II	I7	I3
	I0	9	I5	II	9	I5	II

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_1 – ширина и толщина сжатого пояса;

h – полная высота сечения балки.

Примечания: I. Значения l/b в табл.I7 определены для балок из алюминия с расчетным сопротивлением R = I т/см^2. Для балок из алюминия с другим расчетным сопротивлением значения l/b, определяемые по табл.I7, умножаются на $\sqrt{\frac{1}{R}}$ (R в 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/δ_1 допускается линейная интерполяция."

I6. В графе "Замкнутые сечения сплошные или с решетками (планками таблицы I9 , в последней строке заменить величину: "I" на формулу:

" $\frac{\varphi_c}{\varphi_y}$ ".

I7. Абзац второй пункта I0.I4 изложить в следующей редакции:

"В сварных нахлесточных соединениях профильных элементов с фасонками из сплавов АДЗIТ, АДЗIТ5 и АДЗIТI не допускается применение лобовых швов".

I8. Приложение I изложить в следующей редакции:

"Приложение I

Марки и состояния алюминия для конструкций зданий и сооружений

Таблица 52

Марка и состояние алюминия	ГОСТ или ТУ на поставку			
	по химическому составу	по механическим свойствам		
		листы	профили	трубы
Группа I. Ограждающие конструкции - оконные и дверные заполнения, подвесные потолки, перегородки, витражи и др.				
АДIМ	4784-74*	2I63I-76	-	-
АМцМ	4784-74*	2I63I-76	-	-
АДЗIТ	4784-74*	-	86I7-75,22233-76	I8482-79
АМг2М	4784-74*	2I63I-76	-	I8475-73**
АДЗIТ5	4784-74*	-	86I7-75,22233-76	-
АМг2I/2Н	4784-74*	2I63I-76	-	-
АДЗIТI	4784-74*	-	86I7-75,22233-76	-
Группа II. Ограждающие конструкции - кровельные, стеновые панели и др				
АМг2М	4784-74*	2I63I-76	-	I8475-73**
АМг2I/2Н	4784-74*	2I63I-76	-	-

Продолжение табл.52

Марка и состояние алюминия	ГОСТ или ТУ на поставку			
	по химическому составу	по механическим свойствам		
		листы	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	-
1915Т	4784-74*	-	8617-75	18482-79
1915	4784-74*	-	8617-75, 22233-76	18482-79

Группа Ш. Несущие сварные конструкции - фермы, колонны, прогоны покрытий, пространственные решетчатые покрытия, покрытия больших пролетов, сборно-разборные конструкции каркасов зданий, блоки покрытия и др.

АМг2М	4784-74*	21631-76	-	18475-73
АМг2^{I}/2Н	4784-74*	21631-76	-	-
АД31Т	4784-74*	-	8617-75	18482-79
АД31Т1	4784-74*	-	8617-75	-
1915Т	4784-74*	-	8617-75	18482-79
1915	4784-74*	-	8617-75, 22233-76	18482-79

Группа IУ. Конструкции, относящиеся к группе Ш при выполнении их клепанными, а также элементы конструкций, не имеющие сварных соединений

АМг2^{I}/2Н	4784-74*	21631-76	-	-
АД31Т	4784-74*	-	8617-75	18482-79
АД31Т1	4784-74*	-	8617-75	-
1925Т	4784-74*	-	8617-75	18482-79
1925	4784-74*	-	8617-75	18482-79
1915Т	4784-74*	-	8617-75	18482-79
1915	4784-74*	-	8617-75, 22233-76	18482-79

Примечания: I. В описаниях I-IУ 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."

I9. Приложение 2 признать утратившим силу.

20. Таблица 58 приложения 5:

в подзаголовок графы: "I925Т" добавить: ", I925, I9I5" ;

графу коэффициентов φ для элементов из алюминия марок АД3ITI и АМг2П исключить ;

дополнить графами коэффициентов φ для элементов из алюминия марок АД3IT5, АД3ITI и АМг2 I/2Н :

"Гибкость элементов $\lambda = \frac{l}{r}$	Коэффициенты φ для элементов из алюминия марок	
	АД31Т5	АД31Т1 ; АМг2 1/2Н
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	0,763	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: "1925Т" добавить: ", 1925,1915" ;

графу коэффициентов φ для элементов из алюминия марок АД31Т1 и АМг2П исключить;

дополнить графами коэффициентов φ для элементов из алюминия марок АДЗIТ5; АДЗIТI и АМг2 I/2Н:

Гибкость элементов $\lambda = \frac{l}{i}$	Коэффициенты φ для элементов из алюминия марок	
	АДЗIТ5	АДЗIТI; АМг2 I/2Н
0	I,000	I,000
I0	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
I00	0,4I0	0,360
II0	0,362	0,3I0
I20	0,3I6	0,263
I30	0,280	0,228
I40	0,237	0,I94
I50	0,205	0,I66

22. В приложении 6 в расшифровке буквенных обозначений к формулам (6I) и (62) после слова:"определяемые" текст изложить в следующей редакции: "соответственно по таблицам 59 и 58".

23. Приложение 7:

таблицу 60 изложить в следующей редакции:

Коэффициенты ψ для балок из алюминия с расчетным сопротивлением R=I т/см^2

" α	Коэффициенты ψ				
	Для балок без закрепления в пролете				При наличии не менее двух промежуточных закреплений верхнего пояса, делящих пролет на равные части независимо от места приложения нагрузки
	при сосредоточенной нагрузке, приложенной		при равномерно распределенной нагрузке, приложенной		
	к верхнему поясу	к нижнему поясу	к верхнему поясу	к нижнему поясу	
0,I	0,98	2,80	0,9I	2,I4	I,20
0,4	0,98	2,84	0,9I	2,I4	I,23
I	I,05	2,87	0,95	2,I7	I,26
4	I,23	3,05	I,I2	2,35	I,44
8	I,47	3,29	I,39	2,56	I,65
I6	I,89	3,75	I,68	2,94	I,96
24	2,24	4,I0	2,00	3,22	2,24
32	2,56	4,45	2.28	3,50	2,49
48	3,I5	4,97	2,73	3,99	2,9I
64	3,64	5,5	3,I5	4,45	3,33
80	4,I0	5,95	3,50	4,80	3,64
96	4,48	6,30	3,89	5,I5	3,96
I28	5,25	7,04	4,48	5,78	4,50
I60	5,92	7,77	5,04	6,30	5,0I
240	7,35	9,I7	6,30	7,56	6,09
320	8,54	I0,40	7,32	8,40	7,00
400	9,63	II,48	8,I6	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 $\psi = I,I4\psi^x$; 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 ψ^x понимается значение ψ по графе 6." ;

таблицу 6I изложить в следующей редакции:

"Таблица 6I

Коэффициенты ψ для консолей двутаврового сечения из алюминия с расчетным сопротивлением R = I т/см^2

α	Коэффициенты ψ при нагрузке, приложенной	
	к верхнему поясу	к нижнему поясу
4	0,875	3,640
6	I,I20	3,745
8	I,295	3,850
I0	I,505	3,920
I2	I,680	4,025
I4	I,855	4,I30
I6	2,030	4,200
24	2,520	4,550
32	2,975	4,830
40	3,290	5,040
I00	5,040	6,720

Примечание. При расчетных сопротивлениях, не равных I т/см^2,

значения Ψ , определяемые по таблице , умножаются на отношение

$\frac{1}{R}$. " ;

после расшифровки буквенных обозначений к формуле (66) текст дополнить абзацем следующего содержания:

"Для алюминия всех марок, за исключением АМг2 I/2Н и АД3IТI, если коэффициент $\varphi_\delta > 0{,}667$, то в формулу (I6) вместо φ_δ следует подставлять коэффициент φ'_δ, определяемый по табл.63. Для алюминия марок АМг2 I/2Н и АД3IТI коэффициент φ_δ определяется по формуле (64), а при значениях $\varphi_\delta > I$ принимается $\varphi_\delta = I$" ;

формулу (67)изложить в следующей редакции:

" $$\varphi_\delta = \frac{7{,}34\,\xi\,E J_y h_1}{J_x \ell^2 R}\left[\sqrt{(0{,}5y_p+\beta_y)^2+c^2}+(0{,}5y_p+\beta_y)\right]. \qquad (67)$$ "

после формулы (68) заменить слова: " формуле (64)" на слова: " формуле (I6) ".

БСТ №8, 1984г. с. 12-13

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 ЦНИИпроектстальконструкцией 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:

Конструкция соединения	Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетные сопротивления, кгс/см²		
			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 / 1250	550	
	Срез	$R_{ср}$	800	350	
Нахлестка с фланговыми швами (сечение 1-1, рис. 1в)	Растяжение, сжатие и изгиб		1000* / 1050*	500	

Обозначение состояния	Состояние алюминия
Т4	Неполностью закаленное и естественно состаренное

2. **Пункт 3.1.** Таблицу 4 дополнить графами со значениями расчетных сопротивлений для термически упрочняемого алюминия марок 1935Т и АД31Т4:

Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетные сопротивления, кгс/см²	
		термически упрочняемый алюминий марок	
		1935Т	АД31Т4
Растяжение, сжатие и изгиб	R	1450	550
Срез	$R_{ср}$	850	350
Смятие торцевой поверхности (при наличии пригонки)	$R_{см.т}$	2150	800
Смятие местное при плотном касании	$R_{см.м}$	1050	400

Примечание к табл. 4 после слов «1925Т» дополнить словами: 1935Т;».

Таблицу 6 дополнить графами со значениями расчетных сопротивлений для термически упрочняемого алюминия марок 1935Т и АД31Т4:

Таблицу 8 дополнить графами со значениями расчетных сопротивлений для алюминия марок 1935Т и АД31Т4:

Сварные соединения и швы	Напряженное состояние	Условное обозначение	Расчетные сопротивления, кгс/см² алюминия марок	
			1935Т	АД31Т4
			при сварке с применением электродной или присадочной проволоки марок	
			1557	Св. АМг3 1557
Встык	Сжатие, растяжение, изгиб: а) при сварке плавящимся электродом (автоматическая и полуавтоматическая)	$R_c^{св}$	1250	550
	б) при сварке вольфрамовым электродом (ручная и механизированная)	$R_p^{св}$	1150	550
	Срез	$R_{ср}^{св}$	800	350
Угловые швы (фланговые и лобовые)		$R_y^{св}$	800	450

3. **Пункт 3.8.** Таблицу 11 дополнить строками следующего содержания:

Марки и состояния алюминия	$R^{разкл}_{см}$, кгс/см²	$R^{б}_{см}$, кгс/см²
1935Т	2300	2100
АД31Т4	900	800

4. Пункт 4.7. Таблицу 16 дополнить строками следующего содержания:

Конструкция из алюминия марок и состояний	Значение условной поперечной силы, кгс
1935Т	20 F
АД31Т4	10 F

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		
		листы	профили	трубы
1935Т	ОСТ 1 92014-76	—	ТУ 1-9-346-77	—
АД31Т4	4784-74	—	22233-83	—

7. Приложение 3. Таблицу 55 дополнить графой следующего содержания:

Марка	1935Т
Плотность	2,76

8. Приложение 4. Таблицу 56 дополнить строкой следующего содержания:

Марка алюминия	Полуфабрикаты				
	лист	плиты	прутки	профили	трубы
1935Т	—	—	—	+	

9. Приложение 5. В таблице 58 подзаголовок графы для сплава АД31Т после слов «АД31Т» дополнить словами «АД31Т4».

Таблицу 58 дополнить графой коэффициентов φ для элементов из алюминия марки 1935Т:

Гибкость элемента $\lambda = \frac{l}{r}$	Коэффициенты φ 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

В таблице 59 подзаголовок графы для сплава АД31Т после слов «АД31Т» дополнить словами, «АД31Т4».

Таблицу 59 дополнить графой коэффициентов φ для элементов из алюминия марки 1935Т:

Гибкость элементов $\lambda = \frac{l}{r}$	Коэффициенты φ 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

gost.e-ecolog.ru