

ИЗМЕНЕНИЕ № 1

к СП 128.13330.2016 "СНиП 2.03.06-85 Алюминиевые конструкции"

ОКС 91.080.10

Дата введения 2024-08-30

УТВЕРЖДЕНО И ВВЕДЕНО В ДЕЙСТВИЕ приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 29 июля 2024 г. № 486/пр

Введение

Дополнить третьим абзацем в следующей редакции:

"Изменение № 1 к СП 128.13330.2016 разработано авторским коллективом: Объединение производителей, поставщиков и потребителей алюминия (Алюминиевая Ассоциация) (руководитель темы - И.С.Казовская), ООО "МЕТАКОН ЦЕНТР" (О.А.Хохлова, Е.Б.Алексеева), ГАУ НО "Управление госэкспертизы" (канд. техн. наук А.Е.Святошенко).".

2 Нормативные ссылки

Изложить в новой редакции:

"2 Нормативные ссылки

В настоящем своде правил использованы нормативные ссылки на следующие документы:

ГОСТ 4.221-82 Система показателей качества продукции. Строительство. Строительные конструкции и изделия из алюминиевых сплавов. Номенклатура показателей

ГОСТ 9.303-84 Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Общие требования к выбору

ГОСТ 1583-93 Сплавы алюминиевые литьевые. Технические условия

ГОСТ 1759.0-87 (СТ СЭВ 4203-83) Болты, винты, шпильки и гайки. Технические условия

ГОСТ 4784-2019 Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки

ГОСТ 5915-70 Гайки шестигранные класса точности В. Конструкция и размеры

ГОСТ 6402-70 Шайбы пружинные. Технические условия

ГОСТ 7798-70 (СТ СЭВ 4728-84) Болты с шестигранный головкой класса точности В. Конструкция и размеры

ГОСТ 7871-2019 Проволока сварочная из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия

ГОСТ 8617-2018 Профили прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия

ГОСТ 10157-2016 Аргон газообразный и жидкий. Технические условия

ГОСТ 10299-80 Заклепки с полукруглой головкой классов точности В и С. Технические условия

ГОСТ 10300-80 Заклепки с потайной головкой классов точности В и С. Технические условия

ГОСТ 10301-80 Заклепки с полупотайной головкой классов точности В и С. Технические условия

ГОСТ 10304-80 Заклепки классов точности В и С. Общие технические условия

ГОСТ 10618-80 Винты самонарезающие для металла и пластмассы. Общие технические условия

ГОСТ 10619-80 Винты самонарезающие с потайной головкой для металла и пластмассы. Конструкция и размеры

ГОСТ 10621-80 Винты самонарезающие с полукруглой головкой для металла и пластмассы. Конструкция и размеры

ГОСТ 10906-78 Шайбы косые. Технические условия

ГОСТ 11371-78 Шайбы. Технические условия

ГОСТ 11738-84 (ИСО 4762-77) Винты с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ класса точности А. Конструкция и размеры

ГОСТ 13726-2023 Ленты из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия

ГОСТ 14806-80 Дуговая сварка алюминия и алюминиевых сплавов в инертных газах. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры

ГОСТ 14838-78 Проволока из алюминия и алюминиевых сплавов для холодной высадки. Технические условия

ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды

ГОСТ 17232-2023 Плиты из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия

ГОСТ 17473-80 Винты с полукруглой головкой классов точности А и В. Конструкция и размеры

ГОСТ 17475-80 Винты с потайной головкой классов точности А и В. Конструкция и размеры

ГОСТ 18123-82 Шайбы. Общие технические условия

ГОСТ 18475-82 Трубы холоднодеформированные из алюминия и алюминиевых сплавов.

Технические условия

ГОСТ 18482-2018 Трубы прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия

ГОСТ 21488-97 Прутки прессованные из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия

ГОСТ 21631-2023 Листы из алюминия и алюминиевых сплавов. Технические условия

ГОСТ 22233-2018 Профили прессованные из алюминиевых сплавов для ограждающих конструкций. Технические условия

ГОСТ 27751-2014 Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения

ГОСТ 28778-90 Болты самоанкерующиеся распорные для строительства. Технические условия

ГОСТ 32484.1-2013 (EN 14399-1:2005) Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Общие требования

ГОСТ 32484.3-2013 (EN 14399-3:2005) Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Система HR - комплекты шестигранных болтов и гаек

ГОСТ 32484.5-2013 (EN 14399-5:2005) Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Плоские шайбы

ГОСТ ISO 898-1-2014 Механические свойства крепежных изделий из углеродистых и легированных сталей. Часть 1. Болты, винты и шпильки установленных классов прочности с крупным и мелким шагом резьбы

ГОСТ ISO 898-2-2015 Механические свойства крепежных изделий из углеродистых и легированных сталей. Часть 2. Гайки установленных классов прочности с крупным и мелким шагом резьбы

ГОСТ Р 56281-2014 Трубы прессованные крупногабаритные круглые из алюминиевых сплавов. Технические условия

ГОСТ Р 56282-2014 Профили прессованные крупногабаритные сплошные из алюминиевых сплавов. Технические условия

СП 16.13330.2017 "СНиП II-23-81* Стальные конструкции" (с изменениями № 1, № 2, № 3, № 4, № 5)

СП 20.13330.2016 "СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия" (с изменениями № 1, № 2, № 3, № 4)

СП 28.13330.2017 "СНиП 2.03.11-85 Защита строительных конструкций от коррозии" (с изменениями № 1, № 2, № 3)

СП 43.13330.2012 "СНиП 2.09.03-85 Сооружения промышленных предприятий" (с изменениями № 1, № 2, № 3)

СП 131.13330.2020 "СНиП 23-01-99* Строительная климатология" (с изменениями № 1, № 2)

СП 443.1325800.2019 Мосты с конструкциями из алюминиевых сплавов. Правила проектирования

Примечание - При пользовании настоящим сводом правил целесообразно проверить действие ссылочных документов в информационной системе общего пользования - на официальном сайте федерального органа исполнительной власти в сфере стандартизации в сети Интернет, на официальном сайте федерального органа исполнительной власти, разработавшего и утвердившего настоящий свод правил, или по ежегодному информационному указателю "Национальные стандарты", который опубликован по состоянию на 1 января текущего года, и по выпускам ежемесячного информационного указателя "Национальные стандарты" за текущий год. Если заменен ссылочный документ, на который дана недатированная ссылка, то рекомендуется использовать действующую версию этого документа с учетом всех внесенных в данную версию изменений. Если заменен ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, то рекомендуется использовать версию этого документа с указанным выше годом утверждения (принятия). Если после утверждения настоящего свода правил в ссылочный документ, на который дана датированная ссылка, внесено изменение, затрагивающее положение, на которое дана ссылка, то это положение рекомендуется применять без учета данного изменения. Если ссылочный документ отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, рекомендуется применять в части, не затрагивающей эту ссылку. Сведения о действии сводов правил целесообразно проверить в Федеральном информационном фонде стандартов".

4 Общие положения

Пункт 4.2. Шестое перечисление. Заменить слово: "профилей." на "профилей;".

Дополнить седьмым перечислением в следующей редакции:

"для конструкций, подвергающихся непосредственному воздействию подвижных или динамических нагрузок, воздействию многократных нагрузок, следует соблюдать требования СП 443.1325800."

5 Материалы для конструкций и соединений

Пункт 5.2. Таблица 1. Изложить в новой редакции:
"Таблица 1

Химический состав	Обозначение марок	Состояние поставки	Обозначение стандарта на поставку по механическим свойствам полуфабрикатов			
			Лист	Профиль	Труба	Лента
Al	АД1** 1013	М	ГОСТ 21631 (I; IV)	-	ГОСТ 18475 (I; IV)	ГОСТ 13726 (I; IV)
Сплавы, термически не упрочняемые						
Al Mn	АМц*; ** 1400	М	ГОСТ 21631 (I; II)	-	ГОСТ 18475 (I; II)	ГОСТ 13726 (I; II)
		H2	ГОСТ 21631 (II)	-	-	ГОСТ 13726 (II)
Al Mg	АМг2** 1520	М	ГОСТ 21631 (I; II)	-	-	ГОСТ 13726 (I; II)
		H2	ГОСТ 21631 (II)	-	-	ГОСТ 13726 (II)
	АМг3** 1530	М	ГОСТ 21631 (I; II)	-	-	ГОСТ 13726 (I; II)
		H2	ГОСТ 21631 (II)	-	-	ГОСТ 13726 (II)
	1565г**	М H1 H2	ГОСТ 21631 (II; III; IV)	-	-	-
Сплавы, термически упрочняемые						
Al Mg Si	АД31*** 1310	T	-	ГОСТ 8617; ГОСТ 22233 (I; II)	ГОСТ 18482; ГОСТ 22233 (I; II)	-
		T1	-	ГОСТ 18482; ГОСТ 22233 (II)	ГОСТ 18482; ГОСТ 22233 (II)	-
		T5; T4	-	ГОСТ 8617; ГОСТ 22233 (I; II)	-	-
	АД33 1330	T	-	ГОСТ 8617; ГОСТ 22233	-	-

			(II)		
	T1		ГОСТ 8617; ГОСТ 22233 (II; IV)	-	-
AB** 1340	M	ГОСТ 21631; (II)	-	ГОСТ 18475; ГОСТ 22233 (II)	ГОСТ 13726 (II)
	T	ГОСТ 21631; ГОСТ 22233 (II)	ГОСТ 8617; ГОСТ 22233 (II)	ГОСТ 18482; ГОСТ 22233; (II)	-
	T1	ГОСТ 21631 (IV)	ГОСТ 8617 (IV)	ГОСТ 18482; ГОСТ 18475 (IV)	-
EN AW 6060	****	-	ГОСТ 22233;	ГОСТ 22233	-
EN AW 6063			ГОСТ 8617 (I; II; III; IV)	(I; II; III; IV)	
EN AW 6082	****	-	ГОСТ 8617 (I; II; III; IV)	-	-
AW 6061	****	-	ГОСТ 8617 (I; II; III; IV)	-	-
Al Zn Mg	1915**, ***	T	ГОСТ 21631 (II; III)	ГОСТ 8617;	ГОСТ 18482;
		T1	-	ГОСТ Р 56282 (II; III)	ГОСТ Р 56281 (II; III)
	1925***	T	-	ГОСТ 8617 (II; III)	ГОСТ 18482 (II; III)
Al Zn Mg Cu	B95**, ***** 1950	T	-	ГОСТ 8617 (IV)	-
		T1		ГОСТ 8617 (IV)	ГОСТ 18482 (IV)

* Алюминий марки АМцМ следует применять преимущественно для листовых конструкций декоративного назначения, подлежащих анодированию в черный цвет.

** Кроме указанных в таблице 1, из данной марки алюминия изготавливают полуфабрикат в виде плиты.

*** Кроме указанных в таблице 1, из данных марок алюминия изготавливают полуфабрикат в виде прутка.

**** Зарубежные сплавы (аналоги сплава АД31). В стандартах указаны состояния поставки по зарубежному обозначению, где Т4 соответствует отечественному Т, а Т6-Т1.

**** Алюминий марки В95 следует применять для сжатых элементов конструкций, принимая меры для снижения концентрации напряжений.

Примечание - В скобках указаны группы конструкций, в которых применяется данный сплав (см. 5.3).

"

Пункт 5.8. Третий абзац. Заменить ссылки: "ГОСТ Р ИСО 898-1, ГОСТ Р ИСО 898-2" на "ГОСТ ISO 898-1, ГОСТ ISO 898-2".

Четвертый абзац. Изложить в новой редакции:

"Для фрикционных и фланцевых соединений следует применять высокопрочные болты (болты в исполнении ХЛ класса прочности не ниже 10.9 с предварительным напряжением):

- для фрикционных соединений - удовлетворяющие требованиям ГОСТ 32484.1 и ГОСТ 32484.3, а их конструкцию и размеры - по ГОСТ 32484.3, гайки и шайбы к ним - по ГОСТ 32484.3, ГОСТ 32484.5 и ГОСТ 32484.1;

- для фланцевых соединений - удовлетворяющие требованиям ГОСТ 32484.1 и ГОСТ 32484.3, а их конструкцию и размеры - по ГОСТ 32484.3, гайки и шайбы к ним - по ГОСТ 32484.1 и ГОСТ 32484.3."

6 Расчетные характеристики материалов и соединений

Пункт 6.1. Таблица 3. Изложить в новой редакции:

"Таблица 3

Напряженное состояние	Обозначение	Расчетное сопротивление, Н/мм ² , термически не упрочняемого алюминия марок								
		АД1М	АМцМ	АМцН2	АМр2М	АМр2Н2, АМр3Н2		1565ЧМ	1565ЧН2	литей-ного АК8 М3ч (ВАЛ8)
		плиты, прутки, профили, трубы	листы							
Растяжение, сжатие и изгиб	R	25	40	100	70	120	140	155	225	135
Сдвиг	R_s	15	25	60	40	75	85	90*	135	80
Смятие торцевой поверхности (при наличии пригонки)	R_p	40	65	160	110	190	220	245*	360	215
Местное смятие при плотном касании	R_{lp}	20	30	75	50	90	105	110*	165	105
Растяжение в направлении толщины прессованных полу-фабрикатов	R_{th}	25	40	100	70	120	-	-	-	-

* Расчетные сопротивления для полуфабрикатов из сплава 1565Ч в других состояниях поставки следует определять по данным ГОСТ 21631 и ГОСТ 17232 согласно положениям 6.1.

".

Пункт 6.3. Таблица 8. Изложить в новой редакции:

"Таблица 8

Сварные соединения и швы	Напряженное состояние	Обозначение	Расчетное сопротивление сварных швов, Н/мм ² , термически не упрочняемого алюминия марок					
			АД1М	АМцМ	АМг2М; АМг2Н2	АМг3М; АМг3Н2	1565чМ; 1565чН2	
			при сварке с применением электродной или присадочной проволоки марок					
			СвА5	СвАМц	СвАМг3	СвАМг5	СвАМг61	Св1597
Встык	Сжатие, растяжение	R_w	25	40	65	70	140	150
			30*	45*	65	70	140	150
	Изгиб	R_{ws}	15	25	40	45	90	95
Угловые швы	Срез	R_{wf}	20	30	45	50	100	105

* Для конструкций, эксплуатация которых возможна и после достижения алюминием предела текучести.

".

7 Расчет элементов алюминиевых конструкций при центральном растяжении, сжатии и изгибе

7.4 Расчет элементов, подверженных действию осевой силы с изгибом

Пункт 7.4.2. Перечисление б). Изложить в новой редакции:

"б) для сквозных стержней с решетками или планками, расположенными в плоскостях, параллельных плоскости изгиба, - по таблице Е.2 в зависимости от условной приведенной гибкости, вычисляемой по формуле

$$\bar{\lambda}_{ef} = \lambda_{ef} \sqrt{R/E}, \quad (30)$$

и относительного эксцентрикитета m_x , вычисляемого по формуле

$$m_x = e_x \cdot \frac{Ay_1}{I_x} \text{ или } m_y = e_y \cdot \frac{Ax_1}{I_y}, \quad (31)$$

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

В составных сквозных стержнях каждую ветвь необходимо проверять по формуле (27) при соответствующих значениях N , M_x , M_y , вычисленных для данной ветви, принимая $B=0$."

7.5 Проверка устойчивости стенок и поясных листов изгибаемых и сжатых элементов

Пункт 7.5.4. Формула (44) и экспликация к ней. Изложить в новой редакции:

$$\sigma_{loc,cr} = c_1 R / \bar{\lambda}_a^2, \quad (44)$$

здесь c_1 - коэффициент, принимаемый по таблице 18, $\bar{\lambda}_a = \frac{a}{t} \sqrt{\frac{R}{E}}$;

$\bar{\lambda}$ - значения, определяемые согласно требованиям 7.5.5".

Пункт 7.5.14. Первый абзац. Изложить в новой редакции:

"7.5.14 В центрально сжатых, внецентренно сжатых и сжато-изгибаемых элементах значение гибкости свеса поясного листа (полки) $\lambda_f = (b_{ef}/t) \sqrt{R/E}$ следует принимать не более значений, указанных в таблице 22, в зависимости от условной гибкости $\bar{\lambda}$ и типа сечений (b_{ef} следует принимать в соответствии с 7.5.13; t - толщина свеса)."

8 Расчетные длины и предельные гибкости элементов алюминиевых конструкций

8.4 Предельные гибкости элементов

Пункт 8.4.1. Таблица 33. Изложить в новой редакции:

"Таблица 33

Элементы конструкций	Предельная гибкость сжатых элементов λ_u
1 Пояса, опорные раскосы и стойки, передающие опорные реакции	100
2 Прочие элементы ферм	120
3 Колонны основные	100
4 Колонны второстепенные (стойки фахверка, фонарей и т.п.), элементы решетки колонн	120
5 Элементы связей, а также стержни, служащие для уменьшения расчетной длины сжатых стержней, и другие ненагруженные элементы	150
6 Элементы ограждающих конструкций:	
симметрично нагруженные	100
несимметрично нагруженные (крайние и угловые стойки витражей и т.д.)	70
Примечание - Приведенные в настоящей таблице данные относятся к элементам с сечениями, симметричными относительно действия сил. При сечениях, несимметричных относительно действия сил, предельную гибкость надлежит уменьшать на 30%.	

".

Приложение Д Коэффициент устойчивости при изгибе Φ_b

Изложить в новой редакции:

"Приложение Д

Коэффициент устойчивости при изгибе Φ_b

Д.1 Коэффициент Φ_b для расчета на устойчивость изгибаемых элементов двутаврового, таврового и швеллерного сечения следует определять в зависимости от расстановки связей, раскрепляющих сжатый пояс, вида нагрузки и места ее приложения. При этом предполагается, что нагрузка действует в плоскости наибольшей жесткости ($I_x > I_y$), а опорные сечения закреплены от боковых смещений и поворота.

Д.2 Для балки на двух опорах, двутаврового сечения и с двумя осями симметрии для определения коэффициента Φ_b необходимо вычислить коэффициент Φ_1 по формуле

$$\Phi_1 = 0,8\psi_1 \frac{I_y}{I_x} \left[\frac{h}{l_{ef}} \right]^2 \frac{E}{R}, \quad (D.1)$$

где ψ_1 - коэффициент, вычисляемый согласно требованиям Д.3;

l_{ef} - расчетная длина балки;

h - полная высота сечения.

Д.3 Значение коэффициента ψ_1 в формуле (Д.1) для балок симметричного двутаврового сечения с двумя осями симметрии следует вычислять по формуле

$$\psi_1 = \sqrt{A\alpha_1 + B \mp C}, \quad (D.2)$$

при этом коэффициенты A , B , C следует принимать по таблице Д.1 в зависимости от вида нагрузки, места ее приложения, а также от параметра α_1 , равного

$$\alpha_1 = k \frac{I_t}{I_y} \left[\frac{l_{ef}}{h} \right]^2, \quad (D.3)$$

где k - коэффициент, зависящий от наличия раскрепления сжатого пояса в пролете, $k=1$ при отсутствии раскреплений; $k=1,54$ при наличии раскреплений;

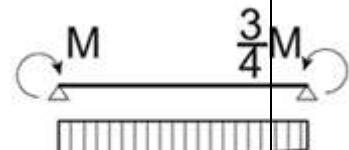
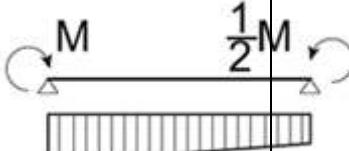
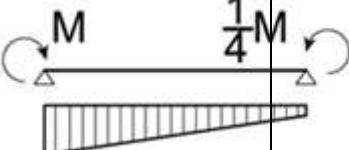
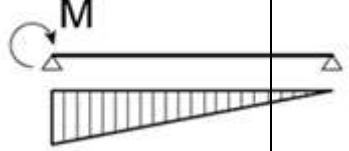
I_t - момент инерции сечения при свободном (чистом) кручении.

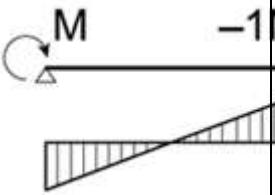
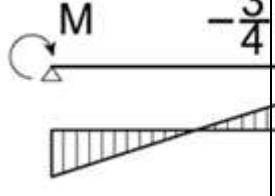
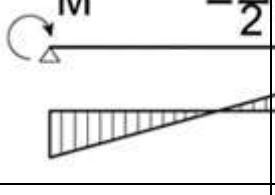
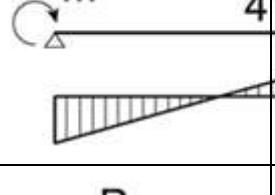
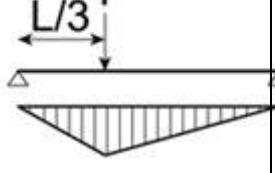
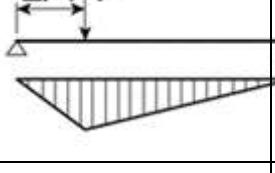
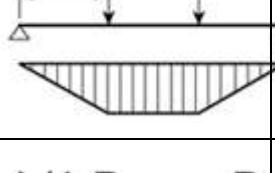
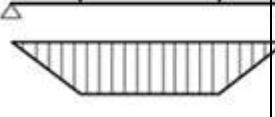
В формуле (D.2), таблицах Д.1 и Д.2 принято следующее правило знаков при действии нагрузки: "-" - на верхнем поясе; "+" - на нижнем поясе.

Для балок, сечение которых близко к симметричному двутавровому (наличие бульб на поясах или продольных ребер по стенке), значение коэффициента ψ_1 следует вычислять по формулам таблицы Д.2 в зависимости от коэффициентов: α_1 - по формуле (D.3); β_1 - по формуле (D.4).

$$\beta_1 = \frac{I_{\phi}}{I_y h^2}, \quad (D.4)$$

Таблица Д.1

	Вид нагрузки в пролете балки	К расчету коэффициента ψ_1 для балок симметричного двутаврового сечения			
		Формула (D.2) для расчета ψ_1 с подстановкой коэффициентов A, B, C	Коэффициенты к формуле (D.2)		
			A	B	C
1		$\sqrt{1,21\alpha_1 + 9,03} \mp 1,28$	1,21	9,03	1,28
2		$\sqrt{0,95\alpha_1 + 5,78}$	0,95	5,78	0
3		$\sqrt{1,23\alpha_1 + 7,52}$	1,23	7,52	0
4		$\sqrt{1,65\alpha_1 + 10,1}$	1,65	10,1	0
5		$\sqrt{2,31\alpha_1 + 14,1}$	2,31	14,1	0

6		$\sqrt{3,35\alpha_1 + 20,4}$	3,35	20,4	0
7		$\sqrt{7,28\alpha_1 + 44,4}$	7,28	44,4	0
8		$\sqrt{8,2\alpha_1 + 50}$	8,2	50,0	0
9		$\sqrt{6,97\alpha_1 + 42,5}$	6,97	42,5	0
10		$\sqrt{4,98\alpha_1 + 30,3}$	4,98	30,3	0
11		$\sqrt{1,78\alpha_1 + 14,3} \mp 1,86$	1,78	14,3	1,86
12		$\sqrt{1,91\alpha_1 + 14,6} \mp 1,72$	1,91	14,6	1,72
13		$\sqrt{2,11\alpha_1 + 15,1} \mp 1,51$	2,11	15,1	1,51

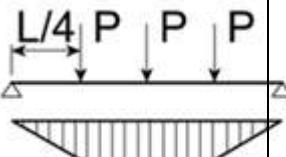
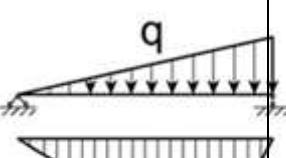
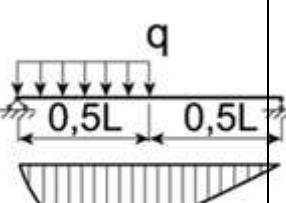
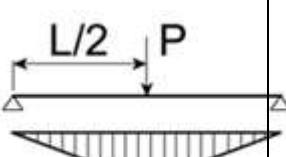
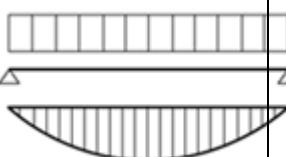
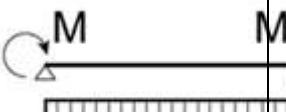
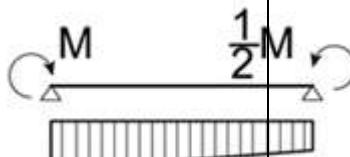
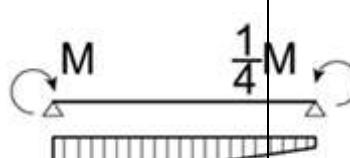
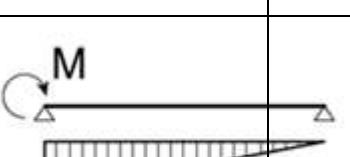
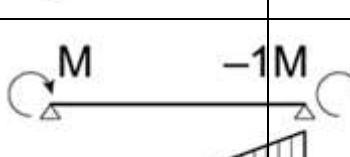
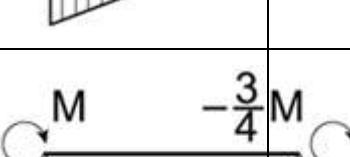
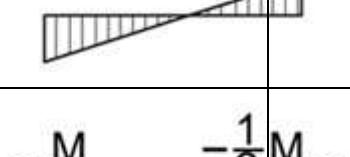
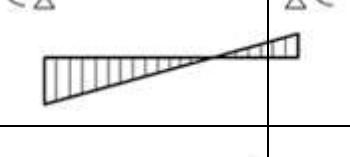
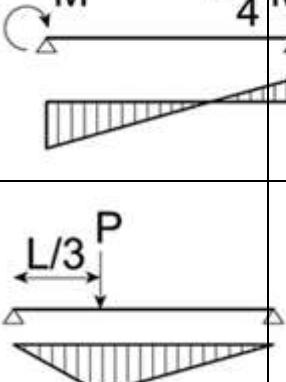
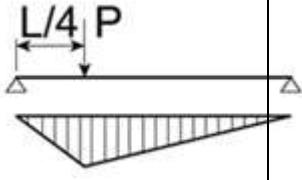
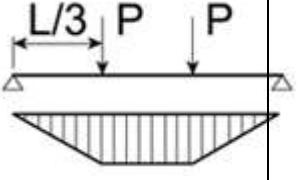
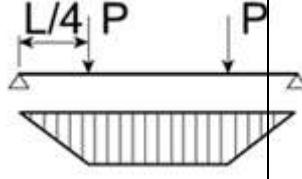
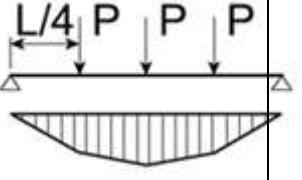
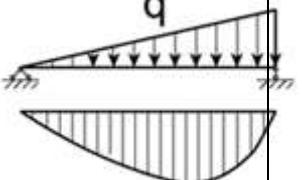
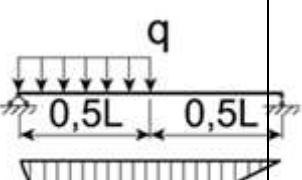
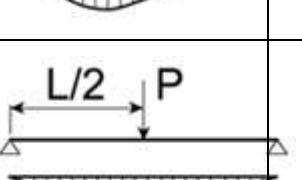
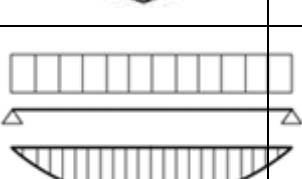
14		$\sqrt{1,15\alpha_1 + 8,84} \mp 1,36$	1,15	8,84	1,36
15		$\sqrt{1,03\alpha_1 + 7,42} \mp 1,08$	1,03	7,42	1,08
16		$\sqrt{1,34\alpha_1 + 10,2} \mp 1,41$	1,34	10,2	1,41
17		$\sqrt{1,26\alpha_1 + 9,28} \mp 1,28$	1,26	9,28	1,28
18		$\sqrt{1,46\alpha_1 + 10,8} \mp 1,38$	1,46	10,8	1,38

Таблица Д.2

	Вид нагрузки в пролете балки	Выражение коэффициента Ψ_1 для балок симметричного сечения	
		двутаврового	близкого к двутавровому
1		$\sqrt{1,21\alpha_1 + 9,03} \mp 1,28$	$\sqrt{1,21\alpha_1 + 31,1\beta_1 + 1,64} \mp 1,28$
2		$\sqrt{0,95\alpha_1 + 5,78}$	$\sqrt{0,95\alpha_1 + 24,4\beta_1}$

3		$\sqrt{1,23\alpha_1 + 7,52}$	$\sqrt{1,23\alpha_1 + 31,6\beta_1}$
4		$\sqrt{1,65\alpha_1 + 10,1}$	$\sqrt{1,65\alpha_1 + 42,4\beta_1}$
5		$\sqrt{2,31\alpha_1 + 14,1}$	$\sqrt{2,31\alpha_1 + 59,3\beta_1}$
6		$\sqrt{3,35\alpha_1 + 20,4}$	$\sqrt{3,35\alpha_1 + 86,1\beta_1}$
7		$\sqrt{7,28\alpha_1 + 44,4}$	$\sqrt{7,28\alpha_1 + 187\beta_1}$
8		$\sqrt{8,2\alpha_1 + 50}$	$\sqrt{8,2\alpha_1 + 210\beta_1}$
9		$\sqrt{6,97\alpha_1 + 42,5}$	$\sqrt{6,97\alpha_1 + 179\beta_1}$
10		$\sqrt{4,98\alpha_1 + 30,3}$	$\sqrt{4,98\alpha_1 + 128\beta_1}$

11		$\sqrt{1,78\alpha_1 + 14,3} \mp 1,86$	$\sqrt{1,78\alpha_1 + 45,7\beta_1 + 3,46} \mp 1,86$
12		$\sqrt{1,91\alpha_1 + 14,6} \mp 1,72$	$\sqrt{1,91\alpha_1 + 49,1\beta_1 + 2,95} \mp 1,72$
13		$\sqrt{2,11\alpha_1 + 15,1} \mp 1,51$	$\sqrt{2,11\alpha_1 + 54,1\beta_1 + 2,27} \mp 1,51$
14		$\sqrt{1,15\alpha_1 + 8,84} \mp 1,36$	$\sqrt{1,15\alpha_1 + 29,5\beta_1 + 1,84} \mp 1,36$
15		$\sqrt{1,03\alpha_1 + 7,42} \mp 1,08$	$\sqrt{1,03\alpha_1 + 26,3\beta_1 + 1,16} \mp 1,08$
16		$\sqrt{1,34\alpha_1 + 10,2} \mp 1,41$	$\sqrt{1,34\alpha_1 + 34,5\beta_1 + 1,99} \mp 1,41$
17		$\sqrt{1,26\alpha_1 + 9,28} \mp 1,28$	$\sqrt{1,26\alpha_1 + 32,2\beta_1 + 1,63} \mp 1,28$
18		$\sqrt{1,46\alpha_1 + 10,8} \mp 1,38$	$\sqrt{1,46\alpha_1 + 37,4\beta_1 + 1,9} \mp 1,38$

Д.4 Для разрезных балок двутаврового сечения с одной осью симметрии (рисунок Д.1) для определения коэффициента φ_b необходимо вычислить коэффициенты φ_1 и φ_2 по формулам:

$$\varphi_1 = 1,41\psi \frac{I_y}{I_x} \cdot \frac{2\zeta h h_1}{l_{ef}^2} \cdot \frac{E}{R}; \quad (D.5)$$

$$\varphi_2 = 1,41\psi \frac{I_y}{I_x} \cdot \frac{2\zeta h h_2}{l_{ef}^2} \cdot \frac{E}{R}; \quad (D.6)$$

$$\psi = 2,6[\sqrt{(0,5\bar{y}_p + \beta_y)^2 + c^2} + (0,5\bar{y}_p + \beta_y)]. \quad (D.7)$$

В формулах (D.5)-(D.7):

ζ - коэффициент, зависящий от вида нагрузки и принимаемый по таблице Д.4;

h_1, h_2 - размеры, указанные на рисунке Д.1;

$\bar{y}_p = \frac{y_p}{h}$ - относительная координата точки приложения нагрузки со своим знаком (см. рисунок Д.1);

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

здесь $n = \frac{I_1}{I_1 + I_2}$ (где I_1, I_2 - моменты инерции соответственно сжатого и растянутого поясов относительно оси симметрии сечения);

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

$I_t = 0,4 \sum b_i t_i^3$ - момент инерции при свободном кручении (здесь b_i и t_i - соответственно ширина и толщина прямоугольников, образующих сечение). При наличии утолщений круглого сечения (бульб)

$$I_t = 0,42 \sum b_i t_i^3 + n \frac{\pi D^4}{32},$$

где D - диаметр бульб;

n - число бульб в сечении.

Значение коэффициента φ_b в формуле (22) следует принимать:

при $\varphi_2 \leq 0,667$ $\varphi_b = \varphi_1$;

при $\varphi_2 > 0,667$ $\varphi_b = \varphi_1 \left[0,5 + 0,25 \left(\frac{n}{\varphi_1} + \frac{1-n}{\varphi_2} \right) \right]$ для алюминия всех марок, указанных в таблице 1,

за исключением АМг3Н2, АД31Т1 и АД31Т5, для которых φ_2 следует вычислять по формуле (D.6) и принимать не более 1,0.

Д.5 Для консольных балок двутаврового сечения с двумя осями симметрии для определения коэффициента φ_b необходимо вычислить коэффициент φ_1 по формуле

$$\varphi_1 = 1,41\psi \frac{I_y}{I_x} \left[\frac{h}{l_{ef}} \right]^2 \frac{E}{R}, \quad (D.8)$$

где ψ - коэффициент, вычисляемый согласно требованиям Д.6;

l_{ef} - расчетная длина балки;

h - полная высота сечения.

Д.6 Значение коэффициента ψ в формуле (D.8) для консольных балок симметричного двутаврового сечения с двумя осями симметрии следует определять по таблице (Д.3) в зависимости от параметра α , равного

$$\alpha = 1,54 \frac{I_t}{I_y} \left[\frac{l_{ef}}{h} \right]^2, \quad (D.9)$$

где I_t - момент инерции сечения при свободном (чистом) кручении, определяемый расчетом по методам сопротивления материалов или по формулам, приведенным в пояснениях к (Д.5)-(Д.7).
Таблица Д.3 - Коэффициент Ψ для консолей двутаврового сечения с двумя осями симметрии

Коэффициент α	Коэффициент Ψ при нагрузке, приложенной к поясу	
	верхнему	нижнему
4	0,875	3,640
6	1,120	3,745
8	1,295	3,850
10	1,505	3,920
12	1,680	4,025
14	1,855	4,130
16	2,030	4,200
24	2,520	4,550
32	2,975	4,830
40	3,290	5,040
100	5,040	6,720

Таблица Д.4 - Коэффициент ζ для балок двутаврового сечения с одной осью симметрии

Вид нагрузки	Чистый изгиб	Равномерно распределенная	Сосредоточенная сила в середине пролета	Момент на одном конце балки
Коэффициент	1,00	1,12	1,35	1,75

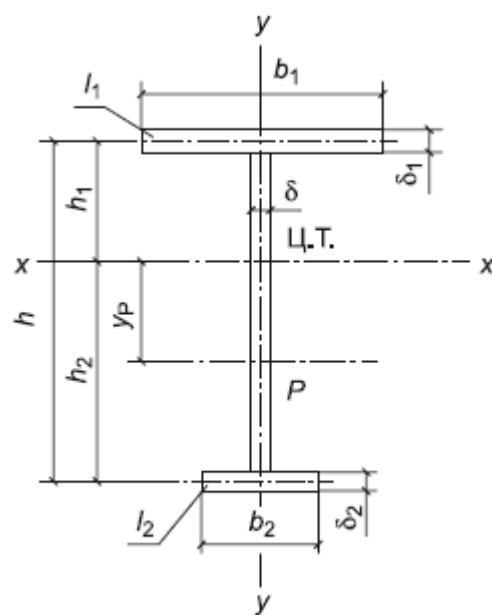


Рисунок Д.1 - Схема двутаврового сечения с одной осью симметрии

Д.7 Устойчивость балок швеллерного сечения следует проверять так же, как балок двутаврового сечения, при этом α следует вычислять по формуле (Д.9); найденные значения Φ_b умножать на 0,7.

Значения I_x , I_y и I_t в формулах (Д.8) и (Д.9) следует принимать для швеллера".

Приложение Е Расчет внецентренно сжатых и скато-изгибаемых элементов

Таблица Е.1. Первая строка. Изложить в новой редакции:

"

0,5	990	980	973	937	905	880	850	822	767	725	657
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

"

Таблица Е.2. Головка таблицы. Изложить в новой редакции:

"

Условная приведенная гибкость $\bar{\lambda}_{ef}$	Значение Φ_e при относительном эксцентриките m									
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	1,0	1,2

"

Окончание таблицы Е.2. Головка таблицы и первая строка. Изложить в новой редакции:

"

Условная приведенная гибкость $\bar{\lambda}_{ef}$	Значение Φ_e при относительном эксцентриките m									
	2,0	2,5	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	9,0	10,0
0,5	370	320	282	223	196	170	157	143	122	110

"

Таблица Е.3. Головка таблицы. Изложить в новой редакции:

"

Тип сечения	Схема сечения и эксцентрикитет	$\frac{A_f}{A_w}$	Значения Π при			
			$0 \leq \bar{\lambda} \leq 5$		$\bar{\lambda} > 5$	
			$0,1 \leq m \leq 5$	$5 < m \leq 10$	$0,1 \leq m \leq 5$	$5 < m \leq 10$

"

