

Преподаватель  
Юдина Евгения Васильевна

# Лекция 5. Соединения элементов

## Общие положения

# Соединения элементов.

## Нормы

- Болты:

- ***Фундаментные болты***

- ГОСТ 24379.0-2012 Болты фундаментные. Общие технические условия

- ГОСТ 24379.1-2012 Болты фундаментные. Конструкция и размеры

- ***Болты нормальной прочности \****

- ГОСТ ISO 15071-2014 Болты с шестигранной уменьшенной головкой с фланцем. Класс точности А

- ***Болты высокопрочные (фрикционные)***

- ГОСТ 32484.1-2013 (EN 14399-1:2005)

- Болтокомплекты высокопрочные для предварительного натяжения конструкционные. Общие требования

# Соединения элементов. Нормы

- Сварка:

- ***Заводская сварка (Металл)***

- ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменениями N 1, 2, 3)

- ***Монтажная сварка (Металл)***

- ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменением N 1

- ***Сварка арматуры***

- ГОСТ 14098-2014 Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры"

Соединения элементов. Болты

СП 16.13330.2017

Стальные конструкции.

Актуализированная

редакция

СНиП II-23-81\*

Соединения элементов. Болты

СП 70.13330.2012

Несущие и ограждающие  
конструкции.

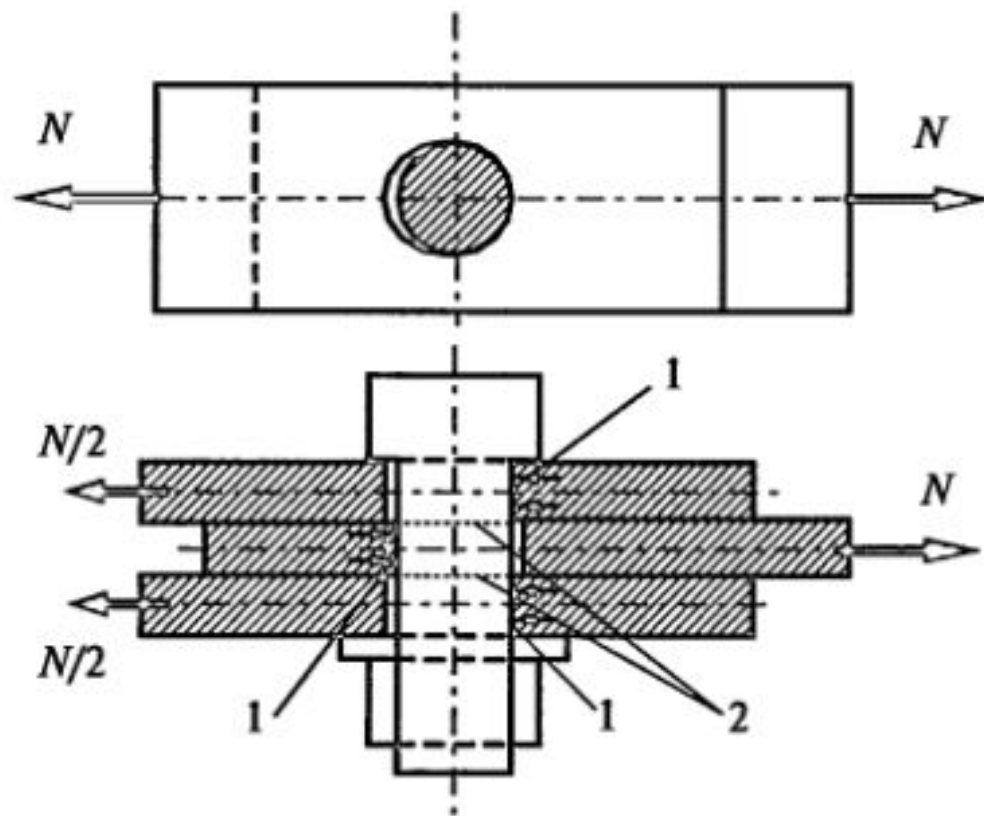
Актуализированная  
редакция СНиП 3.03.01-87 (с  
Изменениями N 1, 3)

# Соединения элементов. Болты

Условные обозначения отверстий и болтов

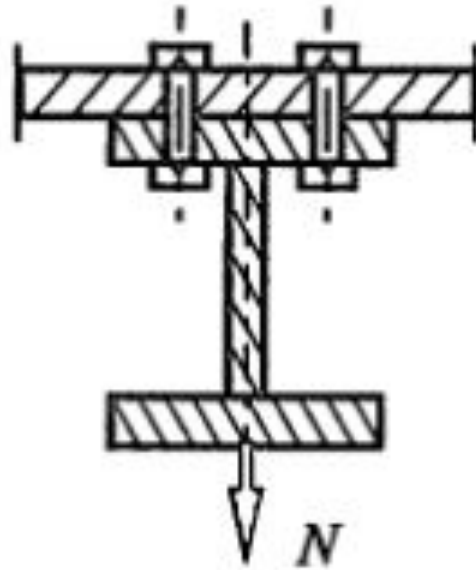
Вид отверстия	Обозначение	Виды болтов	Обозначение
Круглое		Постоянные болты в заводских и монтажных соединениях	
Овальное		Временные болты в монтажных соединениях	
		Высокопрочные болты	

# Соединения элементов. Болты



*Работа болтового соединения на сдвиг:  
1 смятие листов; 2 плоскости среза болта*

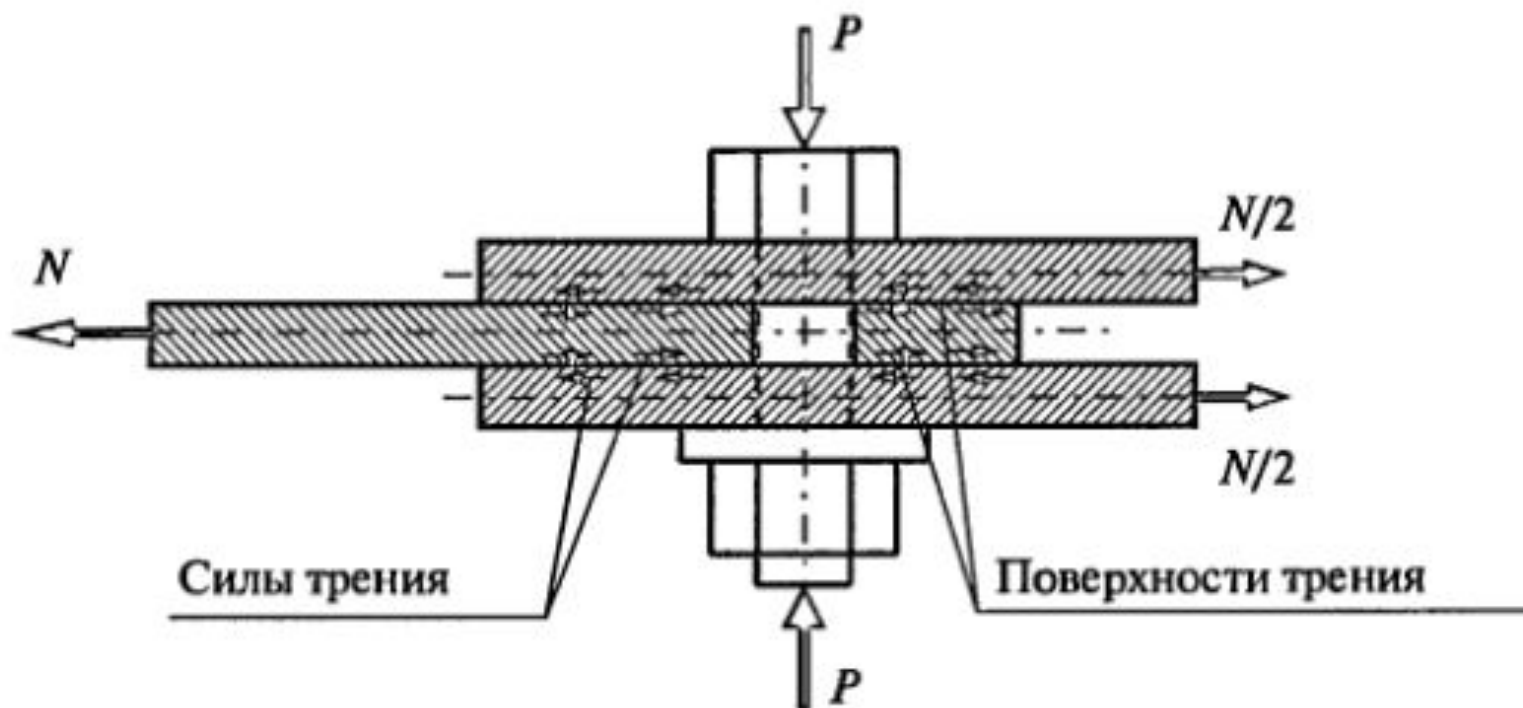
# Соединения элементов. Болты



*Работа болтового соединения на растяжение*

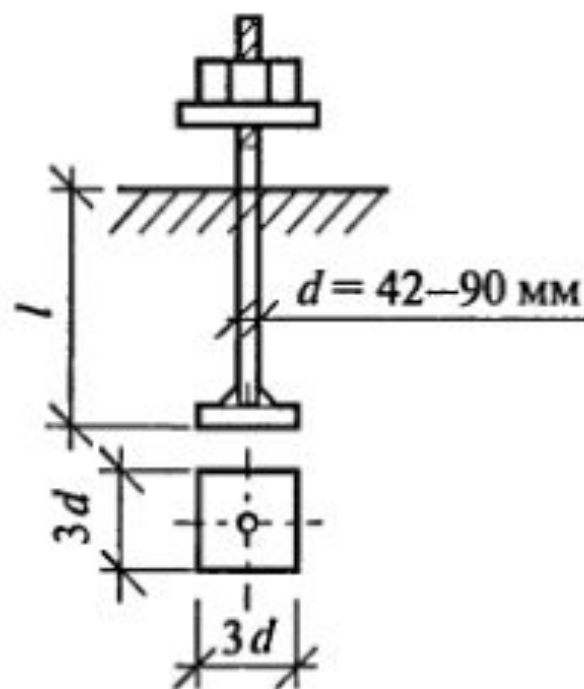
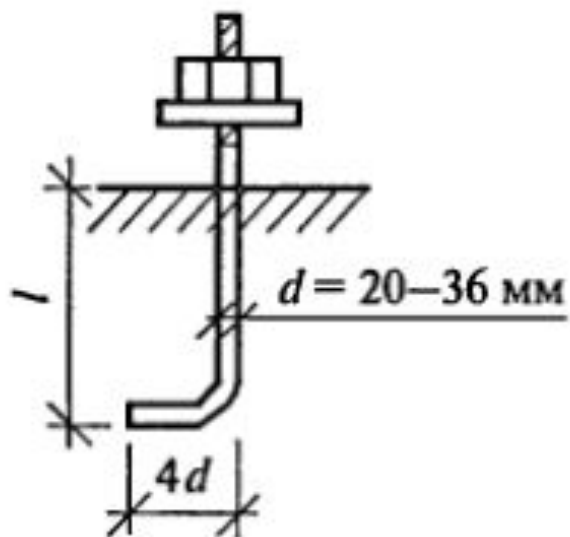


# Соединения элементов. Болты



Соединение на высокопрочных болтах

# Соединения элементов. Болты



Фундаментные болты

# Соединения элементов. Болты

Проверка анкерных (фундаментных) болтов проводится по:

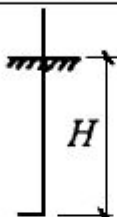
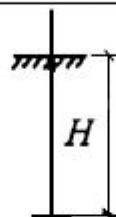
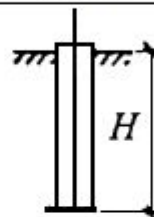
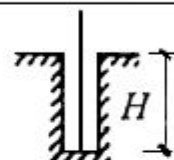
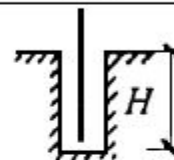
***СП 43.13330.2012*** Сооружения промышленных предприятий.  
Актуализированная редакция  
СНиП 2.09.03-85 (с Изменением N 1)

Приложение Г

# Соединения элементов. Болты



Таблица Г.1

Конструкция болта	С отгибом	С анкерной плитой		Прямой	Конический (распорный)
		глухой	съёмный		
Диаметр болта (по резьбе) $d$ , мм	12-48	12-140	56-125	12-48	6-48
Эскиз					
Минимальная глубина заделки $H$	$25d$	$15d$	$30d$	$10d$	$10d (8d)^*$
Наименьшее расстояние между болтами	$6d$	$8d$	$10d$	$5d$	$8d$
Наименьшее расстояние от оси болта до грани фундамента	$4d$	$6d$	$6d$	$5d$	$8d$
Коэффициент нагрузки $\chi$	0,4	0,4	0,25	0,6	0,55
Коэффициент стабильности затяжки $\lambda$	1,9 (1,3)**	1,9 (1,3)	1,5	2,5 (2)	2,3 (1,8)
<p>* В скобках дана глубина заделки для болтов диаметром менее 16 мм.</p> <p>** В скобках приведены значения коэффициента <math>\lambda</math> для статических нагрузок.</p>					

# Соединения элементов. Болты

Г.9 Площадь поперечного сечения болта (по резьбе) следует определять из условия прочности

$$A_{sa} = \frac{k_0 P}{R_{ba}}, \quad (\text{Г.1})$$

где  $k_0 = 1,35$  - для динамических нагрузок,  $1,05$  - для статических нагрузок.

Для высотных сооружений (дымовых труб, вытяжных башен и др.), для которых расчетной нагрузкой является ветровая нагрузка,  $k_0 = 1,18$ .

Для съемных болтов с анкерными плитами, устанавливаемых свободно в трубе, коэффициент  $k_0$  для динамических нагрузок принимается равным  $1,15$ .

# Соединения элементов. Болты

## Расчетные характеристики материалов болтов смотрим в СП 16.13330.2017 Приложение Г

Таблица Г.4 - Марки стали фундаментных болтов и условия их применения

Конструкции	Марки стали при расчетной температуре, t°С		
	≥ -45	-45 > t ≥ -55	< -55
Конструкции, кроме опор воздушных линий электропередачи, распределительных устройств и контактной сети	Ст3пс2,	Ст3пс4,	-
	Ст3сп2	Ст3сп4	-
	20	-	-
	-	09Г2С-4	09Г2С-4
Для U-образных болтов, а также фундаментных болтов опор воздушных линий электропередачи, распределительных устройств и контактной сети	Ст3пс4,	-	-
	Ст3сп4	-	-
	-	09Г2С-4	09Г2С-6

# Соединения элементов. Болты

Таблица Г.7 - Расчетные сопротивления растяжению фундаментных болтов

Номинальный диаметр болтов, мм	Расчетные сопротивления $R_{b\alpha}$ , Н/мм <sup>2</sup> , болтов из стали	
	СтЗпс4, СтЗпс2, СтЗсп4, СтЗсп2	09Г2С-4, 09Г2С-6
12, 16, 20	200	265
24, 30	190	245
36	190	230
42, 48, 56	180	230
64, 72, 80	180	220
90, 100	180	210
110, 125, 140	165	210

## Примечания

1 Сталь должна поставляться по 1-й группе.

2 Значения расчетных сопротивлений, указанные в таблице, вычислены по формулам пункта 6.6 с округлением до 5 Н/мм<sup>2</sup>.

3 Расчетные сопротивления болтов из сталей других марок следует вычислять по формулам раздела 6.

# Соединения элементов. Болты

Расчетное усилие  $N_b$ , которое может быть воспринято одним болтом, следует определять по формулам при работе:

на срез  $N_b = R_{bs} \gamma_b A n_s$ ;

на смятие  $N_b = R_{bp} \gamma_b d \Sigma t$ ;

на растяжение  $N_b = R_{br} A_{br}$ .

$R_{bs}$ ,  $R_{bp}$ ,  $R_{br}$  — расчетные сопротивления болтовых соединений (см. табл. 58\*, 59\* СНиП II-23-81\*);

$d$  — наружный диаметр стержня болта;

$A = \pi d^2 / 4$  — расчетная площадь сечения стержня болта;

$A_{br}$  — площадь сечения болта нетто (см. табл. 62\* СНиП II-23-81\*);

$\Sigma t$  — наименьшая суммарная толщина элементов, сминаемых в одном направлении;

$n_s$  — число расчетных срезов одного болта;

$\gamma_b$  — коэффициент условий работы соединения, который следует принимать по табл. 8.3.



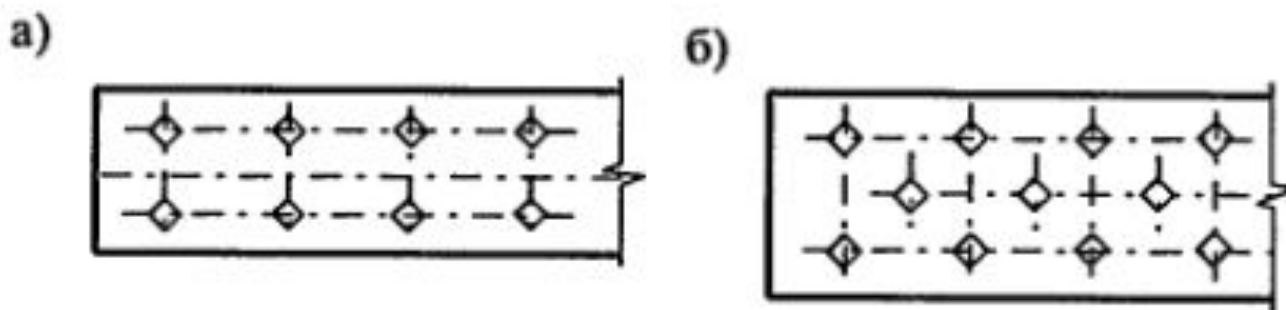
# Соединения элементов. Болты

Количество  $n$  болтов в соединении при действии продольной силы  $N$  следует определять по формуле

$$n \geq \frac{N}{\gamma_c N_{min}},$$

где  $N_{min}$  — меньшее из значений расчетного усилия для одного болта, взятое из условий прочности на срез или смятие (на растяжение для растянутых болтов).

# Соединения элементов. Болты



*Расстановка болтов: а) рядами; б) в шахматном порядке*

# Соединения элементов. Болты

Таблица 40

Характеристика расстояния и предела текучести соединяемых элементов	Расстояние при размещении болтов
<p>1 Расстояние между центрами отверстий для болтов в любом направлении:</p> <p>а) минимальное:</p> <p style="padding-left: 40px;">при <math>R_{ym} \leq 375</math> Н/мм<sup>2</sup></p> <p style="padding-left: 40px;">при <math>R_{ym} &gt; 375</math> Н/мм<sup>2</sup></p> <p>б) максимальное в крайних рядах при отсутствии окаймляющих уголков при растяжении и сжатии</p> <p>в) максимальное в средних рядах, а также в крайних рядах при наличии окаймляющих уголков:</p> <p style="padding-left: 40px;">при растяжении</p> <p style="padding-left: 40px;">при сжатии</p>	<p style="text-align: center;">2,5d</p> <p style="text-align: center;">3d</p> <p style="text-align: center;">8d или 12t</p> <p style="text-align: center;">16d или 24t</p> <p style="text-align: center;">12d или 18t</p>
<p>2 Расстояние от центра отверстия для болта до края элемента</p> <p>а) минимальное вдоль усилия:</p> <p style="padding-left: 40px;">при <math>R_{ym} \leq 375</math> Н/мм<sup>2</sup></p> <p style="padding-left: 40px;">при <math>R_{ym} &gt; 375</math> Н/мм<sup>2</sup></p> <p>б) то же, поперек усилия:</p> <p style="padding-left: 40px;">при обрезных кромках</p> <p style="padding-left: 40px;">при прокатных кромках</p> <p>в) максимальное</p> <p>г) минимальное во фрикционном соединении при любой кромке и любом направлении усилия</p>	<p style="text-align: center;">2d</p> <p style="text-align: center;">2,5d</p> <p style="text-align: center;">1,5d</p> <p style="text-align: center;">1,2d</p> <p style="text-align: center;">4d или 8t</p> <p style="text-align: center;">1,3d</p>
<p>3 Расстояние минимальное между центрами отверстий вдоль усилия для болтов, размещаемых в шахматном порядке</p>	<p style="text-align: center;"><math>u+1,5d</math></p>
<p><i>Обозначения, принятые в таблице 40:</i></p> <p><math>d</math> - диаметр отверстия для болта;</p> <p><math>t</math> - толщина наиболее тонкого наружного элемента;</p> <p><math>u</math> - расстояние поперек усилия между рядами отверстий.</p> <p><b>Примечания</b></p> <p>1 Диаметр отверстий следует принимать: для болтов класса точности А - <math>d = d_b</math>; для болтов класса точности В в конструкциях опор ВЛ, ОРУ и КС - <math>d = d_b + 1</math> мм, в остальных случаях - <math>d = d_b + (1; 2 \text{ или } 3 \text{ мм})</math>, где <math>d_b</math> - диаметр болта.</p> <p>2 В одноболтовых соединениях элементов решетки (раскосов и распорок), кроме постоянно работающих на растяжение, при толщине элементов до 6 мм из стали с пределом текучести до 375 Н/мм<sup>2</sup> расстояние от края элемента до центра отверстия вдоль усилия принимают 1,35d (без допуска при изготовлении элементов в сторону уменьшения, о чем должно быть указано в проекте).</p> <p>3 При размещении болтов в шахматном порядке на расстоянии, не менее указанного в позиции 3, сечение элемента <math>d_0</math> следует определять с учетом ослабления его отверстиями, расположенными в одном сечении поперек усилия (не по зигзагу).</p>	

# Соединения элементов. Болты

Таблица 41

Характеристика		Предел текучести $R_{ym}$ стали соединяемых элементов, Н/мм <sup>2</sup>	Значения $a/d + s/d$	Значение коэффициента $\gamma_b$
болтового соединения	напряженного состояния			
Одноболтовое, болт классов точности А, В или высокопрочный	Срез	-	-	1,0
	Смятие	До 285	$1,5 \leq a/d \leq 2$	$0,4 a/d + 0,2$
			$1,35 \leq a/d < 1,5$	$a/d - 0,7$
		Св. 285 до 375	$1,5 \leq a/d \leq 2$	$0,5 a/d$
			$1,35 \leq a/d < 1,5$	$0,67 a/d - 0,25$
Св. 375	$a/d \geq 2,5$	1,0		
Многоболтовое, болты класса точности А	Срез	-	-	1,0
	Смятие	До 285	$1,5 \leq a/d \leq 2$	$0,4 a/d + 0,2$
			$2 \leq s/d \leq 2,5$	$0,4 s/d$
		Св. 285 до 375	$1,5 \leq a/d \leq 2$	$0,5 a/d$
			$2 \leq s/d \leq 2,5$	$0,5 s/d - 0,25$
		Св. 375	$a/d \geq 2,5$	1,0
$s/d \geq 3$				

Обозначения, принятые в таблице 41:

$a$  - расстояние вдоль усилия от края элемента до центра ближайшего отверстия;

$s$  - расстояние вдоль усилия между центрами отверстий;

$d$  - диаметр отверстия для болта.

Примечания

1 Для расчета многоболтового соединения на срез и смятие при болтах классов точности В, а также при высокопрочных болтах без регулируемого натяжения при всех значениях предела текучести  $R_{ym}$  стали соединяемых элементов значения коэффициента  $\gamma_b$  следует умножать на 0,9.

2 Для расчета многоболтового соединения на смятие следует принимать значение  $\gamma_b$ , меньшее из вычисленных при принятых значениях  $d$ ,  $a$ ,  $s$ .

# Соединения элементов. Болты

Работа и расчет болтовых соединений на высокопрочных болтах  
Соединения на высокопрочных болтах работают за счет трения поверхностей соединяемых элементов (рис. 8.13).

Расчетное усилие, которое может быть воспринято каждой поверхностью трения соединяемых элементов, стянутых одним болтом,

$$Q_{bh} = \frac{R_{bh} \gamma_b A_{bn} \mu}{\gamma_h}, \quad (8.11)$$

где  $R_{bh} = 0,7 R_{bun}$  — расчетное сопротивление растяжению высокопрочного болта ( $R_{bun}$  — наименьшее временное сопротивление болтов, принимается по табл. 61\* СНиП II-23-81\*);

$\gamma_b$  — коэффициент условия работы, зависящий от  $n$  — количества болтов ( $\gamma_b = 0,8$  при  $n < 5$ ;  $\gamma_b = 0,9$  при  $n = 5-9$ ;  $\gamma_b = 1,0$  при  $n > 9$ );

$A_{bn}$  — площадь сечения болта нетто (определяется по табл. 62\* СНиП II-23-81\*);

$\mu$  — коэффициент трения, принимаемый по табл. 36\* СНиП II-23-81\*;

$\gamma_h$  — коэффициент надежности, принимаемый по табл. 36\* СНиП II-23-81\*.

# Соединения элементов. Болты

Усилие натяжения высокопрочного болта  $P$  контролируется при изготовлении соединения по моменту закручивания или по углу поворота гайки.

$$P = R_{bt} A_{bn}. \quad (8.12)$$

Количество высокопрочных болтов в соединении

$$n \geq N / (Q_{bt} k \gamma_c), \quad (8.13)$$

где  $k$  — количество поверхностей трения соединяемых элементов;  
 $\gamma_c$  — коэффициент условий работы (см. табл. 2.3).

Соединения элементов.

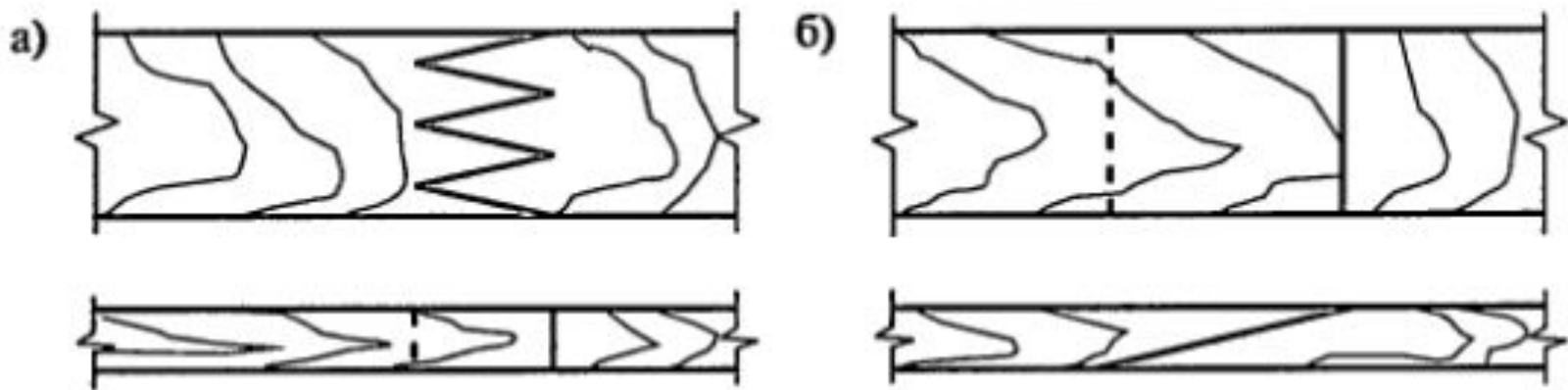
Дерево

СП 64.13330.2017

Деревянные  
конструкции.

Актуализированная  
редакция СНиП II-25-80

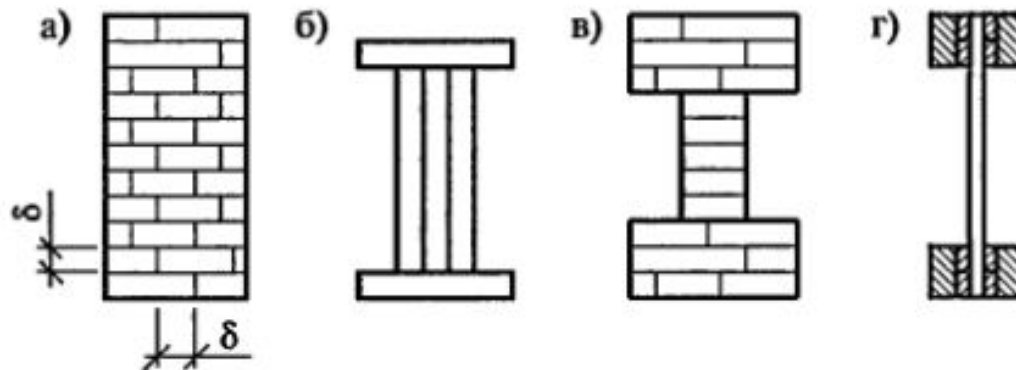
# Соединения элементов. Дерево



Стыки досок: а) зубчатым шипом; б) на «ус»

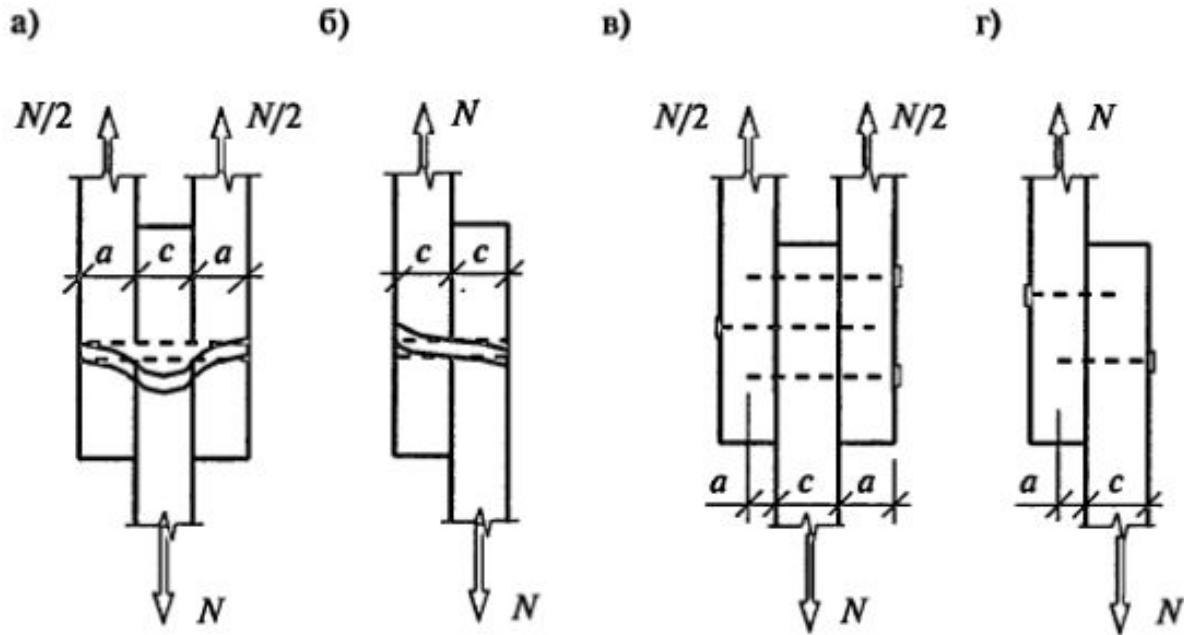


# Соединения элементов. Дерево



Сечения клееных балок: а) балка из досок, склеенных горизонтально; б) балка из досок, склеенных вертикально и горизонтально; в) балка таврового сечения; г) клееная балка с фанерной стенкой

# Соединения элементов. Дерево



*Нагельные и гвоздевые соединения: а) симметричное на болтах или штырях; б) несимметричное на болтах или штырях; в) симметричное на гвоздях; г) несимметричное на гвоздях, где  $a$  — толщина крайних элементов, а также более тонких элементов односрезных соединений, см;  $c$  — толщина средних элементов, а также равных по толщине или более толстых элементов односрезных соединений, см*

# Соединения элементов. Дерево

При расчете нагельных соединений различают симметричные и несимметричные соединения (рис. 8.17). Нагели в соединениях работают на изгиб, а соединяемые элементы на смятие. При расчете нагельных соединений определяют усилие, воспринимаемое одним нагелем при изгибе, —  $T_n$  и при смятии средних и крайних элементов —  $T_c$ ,  $T_a$  (табл. 8.4) и по наименьшему значению усилия находят требуемое количество нагелей  $n_n$ :

$$n_n = \frac{N}{Tn_{ш}}, \quad (8.14)$$

где  $n_{ш}$  — число расчетных швов одного нагеля.

Нагели в соединении располагаются рядами или в шахматном порядке, гвозди могут располагаться также и косыми рядами. Расстояние между нагельными рядами определяется в соответствии с указаниями пп. 5.18, 5.19, 5.20, 5.21 СНиП II-25-80.

# Соединения элементов. Дерево

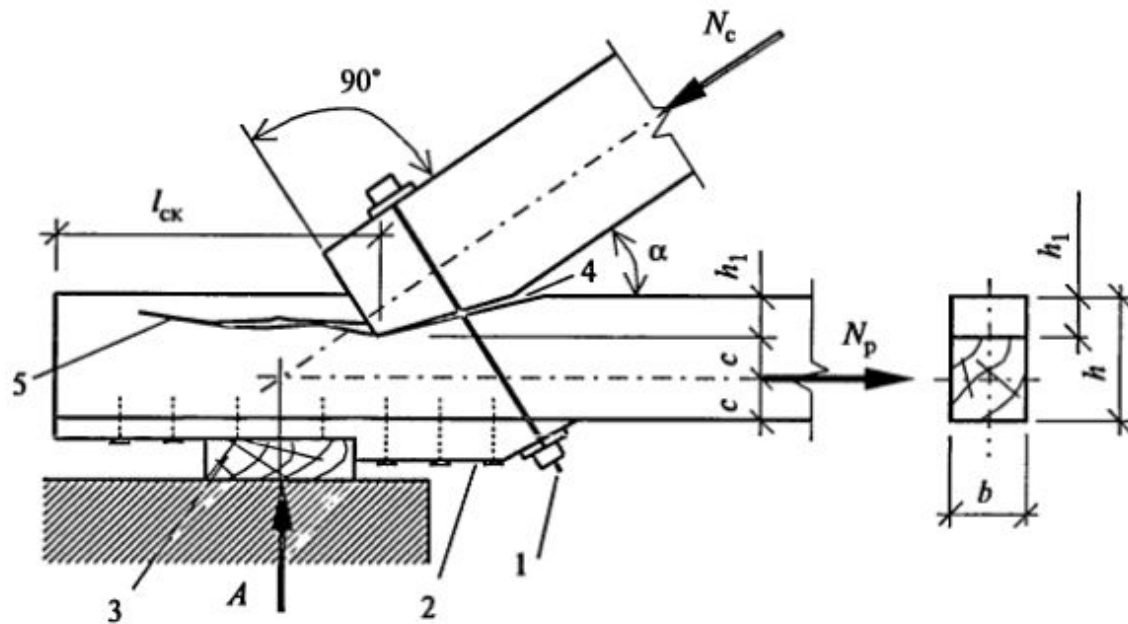


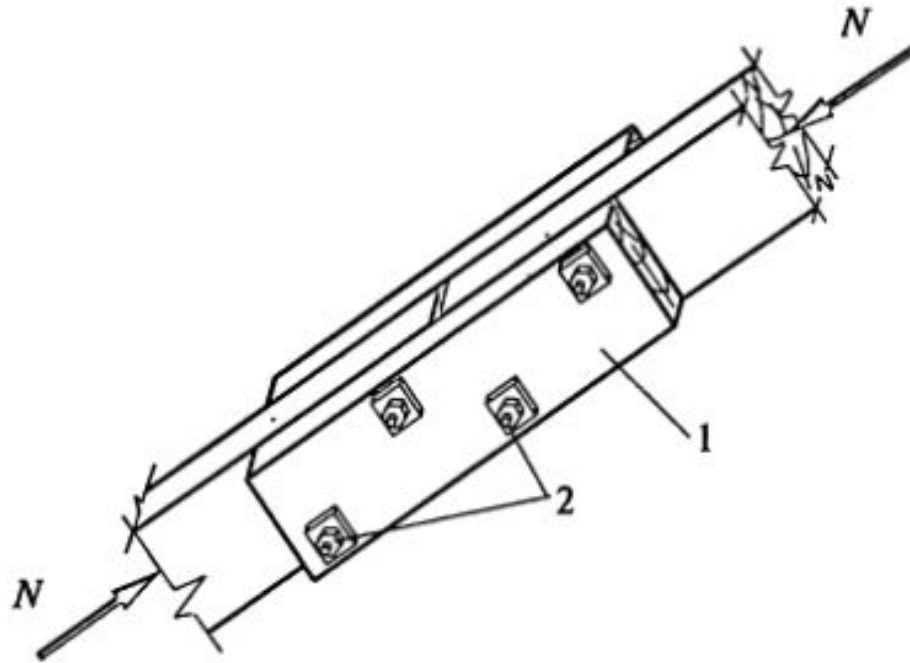
Рис. 8.18. Лобовая врубка с одним зубом:  
1 — стяжной болт; 2 — подбалка;  
3 — пристенный брус; 4 — зазор;  
5 — возможное скалывание древесины

# Соединения элементов.

## Дерево

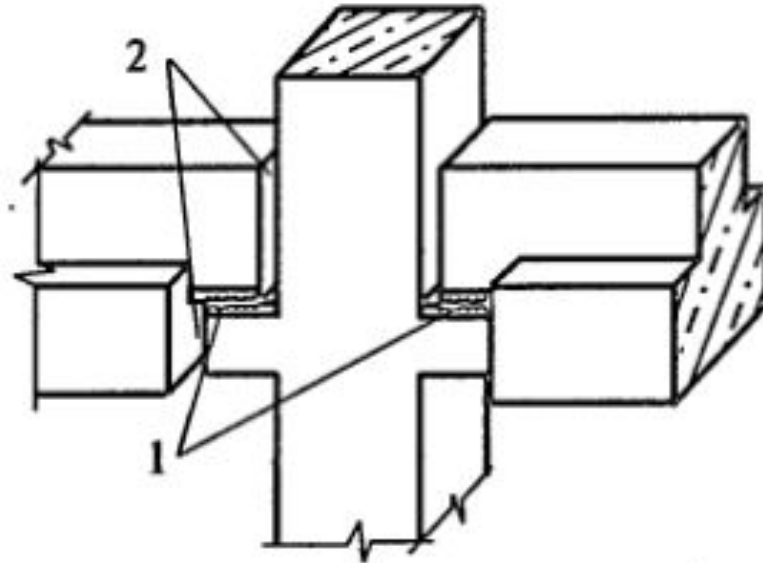
Лобовая врубка с одним зубом рассчитывается на смятие (от усилия  $N_{с}$ , действующего под углом  $\alpha$  к направлению волокон сминаемого элемента) и на скалывание. Длина плоскости скалывания  $l_{ск}$  принимается не менее  $1,5h$ , где  $h$  — полная высота сечения скалываемого элемента. Глубина врубки  $h_1$  принимается не более  $1/4h$  в промежуточных узлах и не более  $1/3h$  в остальных случаях, при этом глубина врубки должна быть не менее 2 см в брусках и не менее 3 см в бревнах. На случай аварийного скалывания врубки ставится стяжной болт диаметром 12–24 мм. В нижней части врубки гвоздями прибивается подбалка, служащая для фиксации фермы на пристенном бруске. Зазор, который устраивается между верхним и нижним поясами, компенсирует возможное набухание древесины, которое в случае отсутствия такого зазора будет способствовать скалыванию врубки.

# Соединения элементов. Дерево



*Врубка — лобовой упор: 1 — накладки; 2 — стяжные болты*

# Соединения элементов. Железобетон сборный

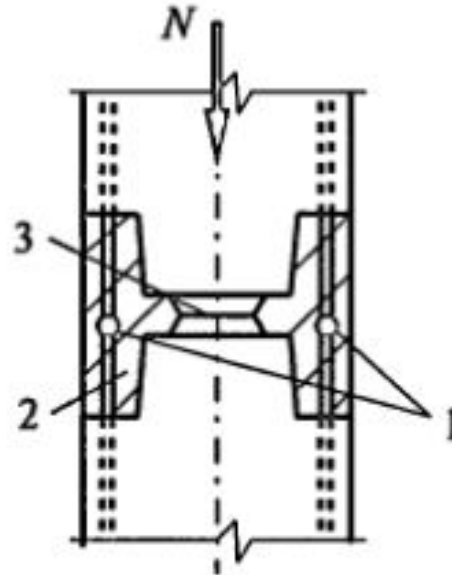


*Вариант стыка ригеля с колонной:*

*1 — монтажные сварные швы закладных деталей ригеля и колонны;*

*2 — зазоры заполняются бетоном на мелком щебне*

# Соединения элементов. Железобетон сборный



Стык колонн: 1 — ванная сварка; 2 — бетон на мелком щебне;  
3 — центрирующие площадки



# Соединения элементов. Железобетон сборный

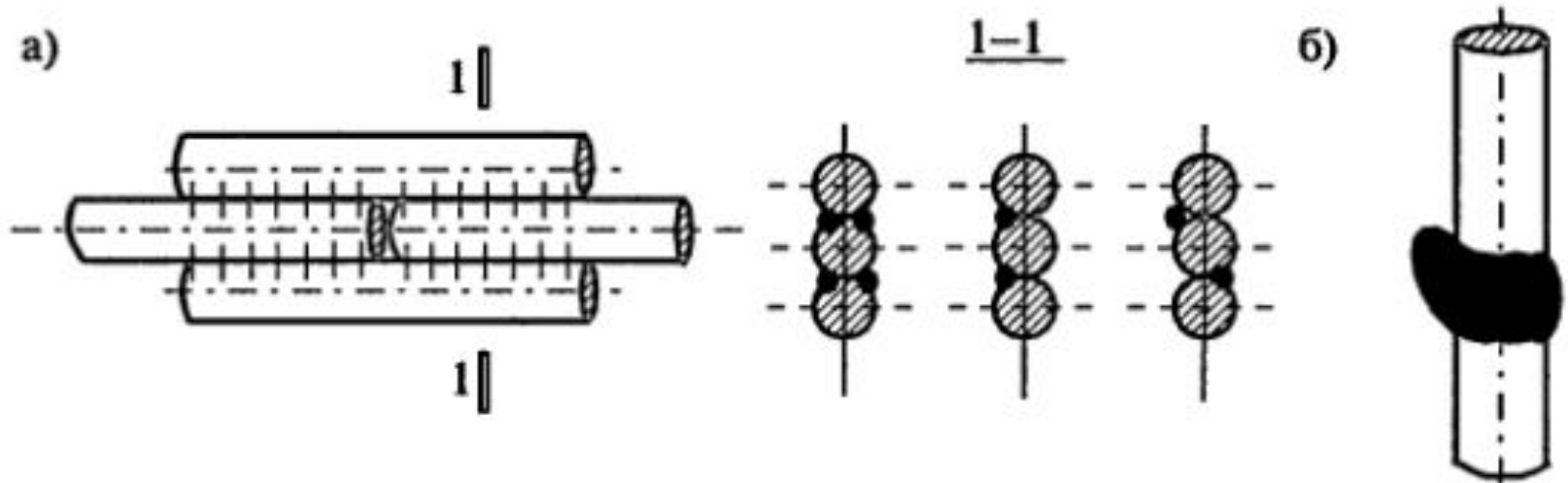
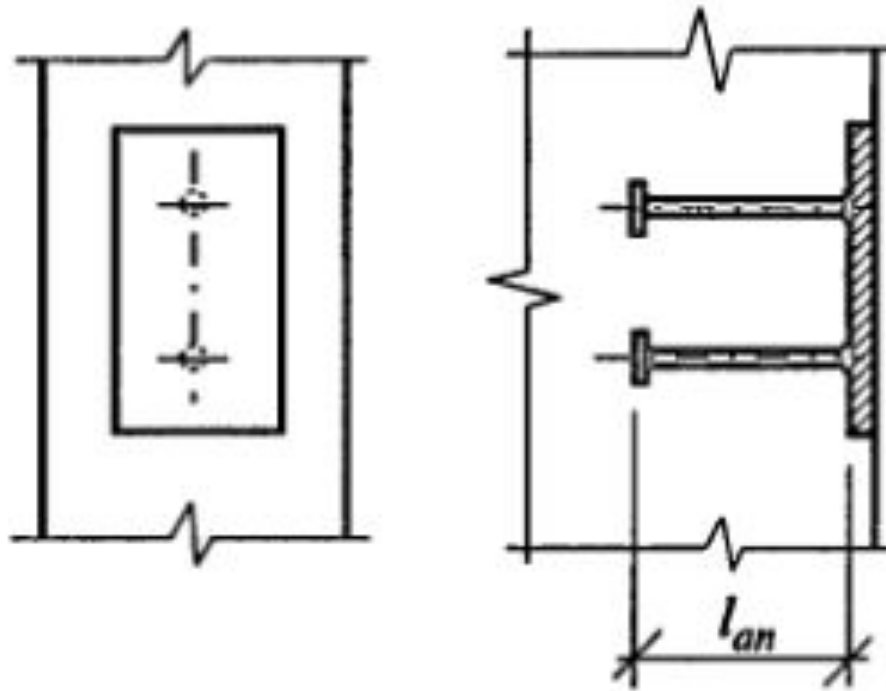


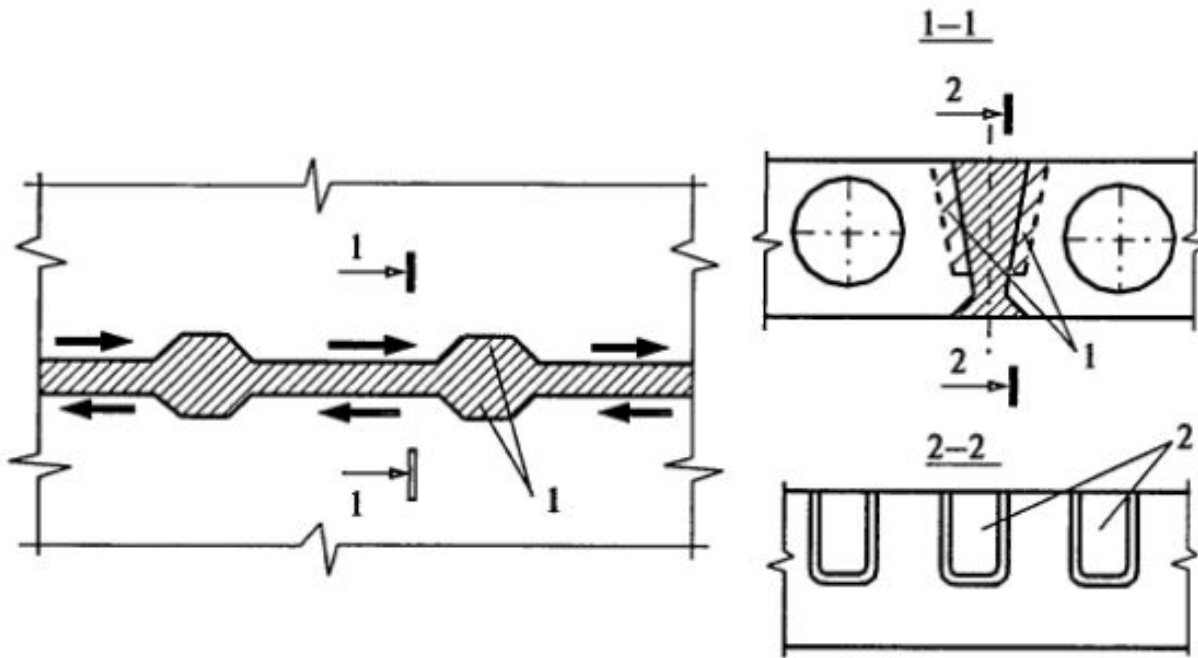
Рис. 8.22. Стыки арматуры:  
а) с круглыми накладками; б) стык на ванной сварке

# Соединения элементов. Железобетон сборный



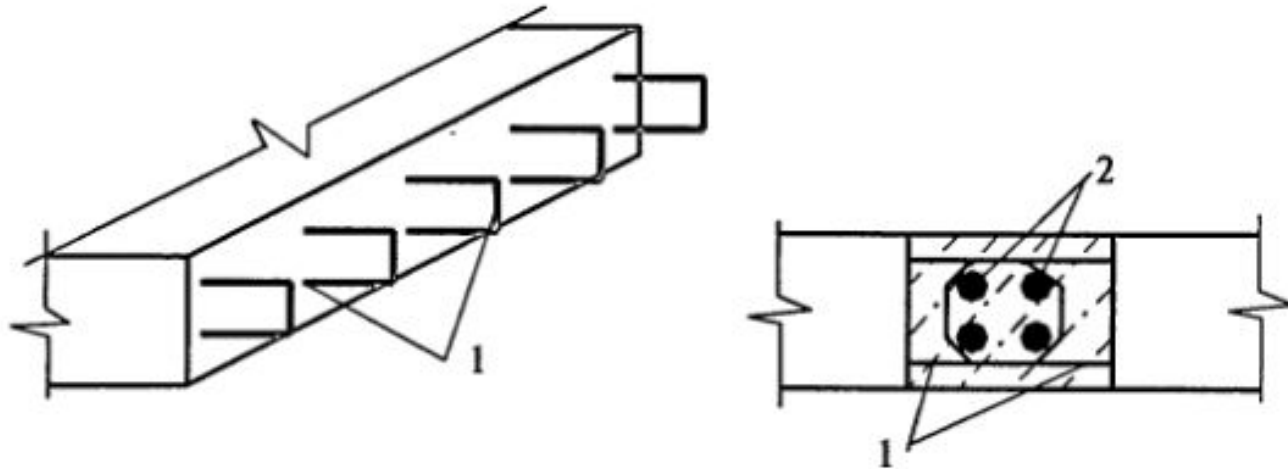
*Стальная закладная деталь*

# Соединения элементов. Железобетон сборный



Стык плит: 1 — цементно-песчаные шпонки;  
2 — углубления по боковым поверхностям плиты для устройства шпонок

# Соединения элементов. Железобетон сборный



*Сборно-моноклитный стык: 1 — петлевые выпуски арматуры;  
2 — продольная арматура, пропущенная через петлевые выпуски арматуры*

# Соединения элементов. Нормы

- Сварка:

- ***Заводская сварка (Металл)***

- ГОСТ 14771-76 Дуговая сварка в защитном газе. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменениями N 1, 2, 3)

- ***Монтажная сварка (Металл)***

- ГОСТ 5264-80 Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры (с Изменением N 1

- ***Сварка арматуры***

- ГОСТ 14098-2014 Соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Типы, конструкции и размеры"

Соединения элементов.

Металл

СП 16.13330.2017

Стальные конструкции.

Актуализированная

редакция

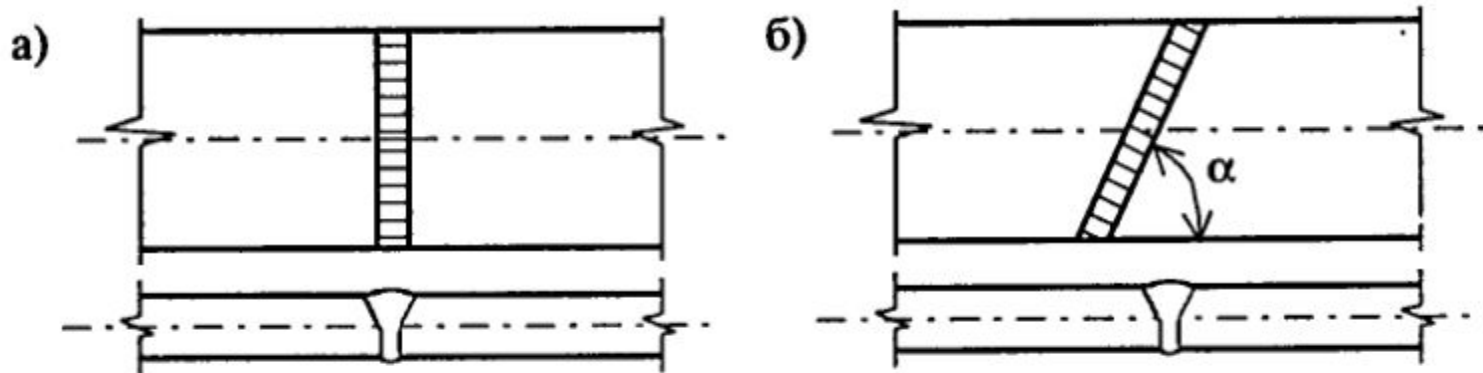
СНиП II-23-81\*

# Соединения элементов. Металл

Условное изображение сварных соединений

Наименование	Изображения шва	
	Заводской	Монтажный
Шов сплошной с видимой стороны		XXXXXXXXXXXX
То же с невидимой стороны		XXX XXX XXX
Шов таврового или нахлесточного соединения сплошной с видимой стороны		XXXXXXXXXXXX
То же с невидимой стороны		XXX XXX XXX

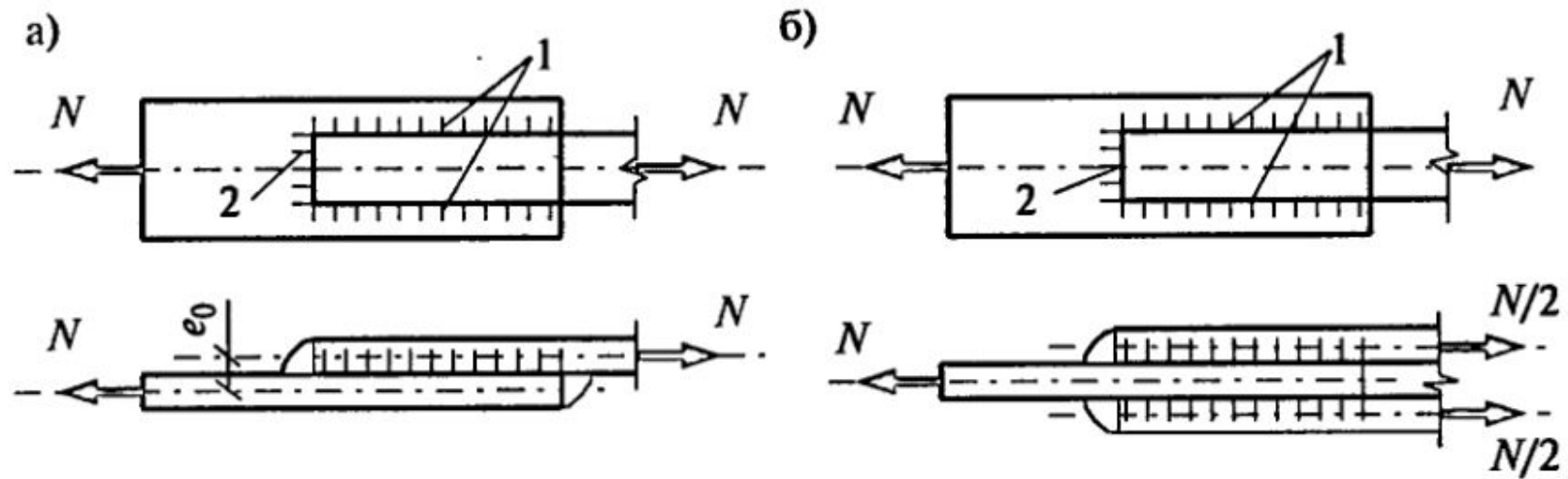
# Соединения элементов. Металл



*Стыковые сварные соединения: а) прямой стыковой шов;  
б) косой стыковой шов,  $\alpha = 45-60^\circ$*



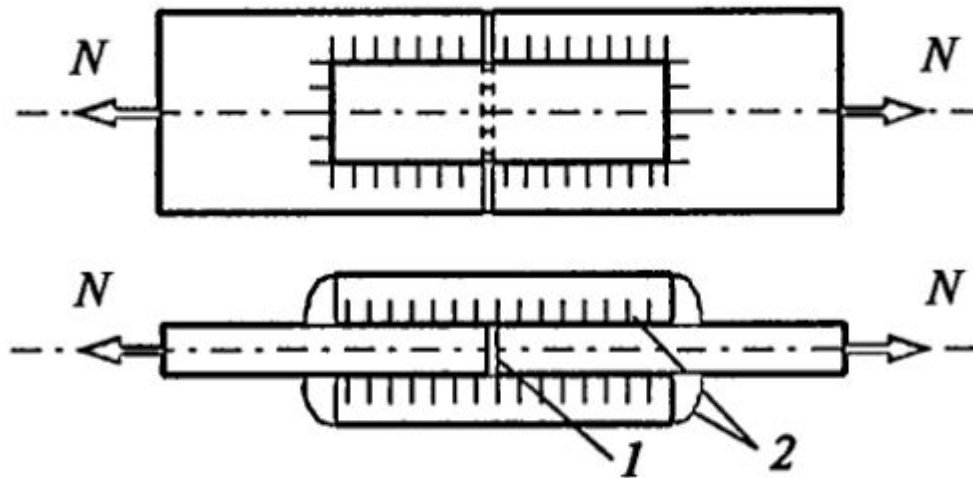
# Соединения элементов. Металл



Соединение внахлестку:

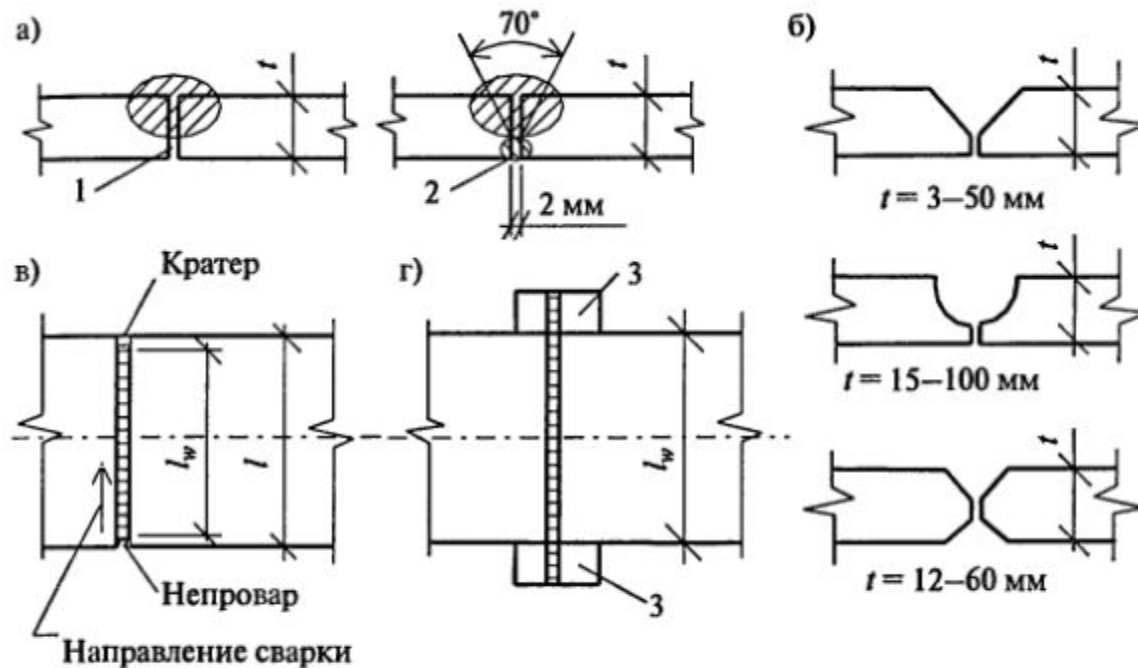
- а) несимметричное соединение; б) симметричное соединение;  
1 — фланговый угловой шов 2 — фронтальный угловой шов

# Соединения элементов. Металл



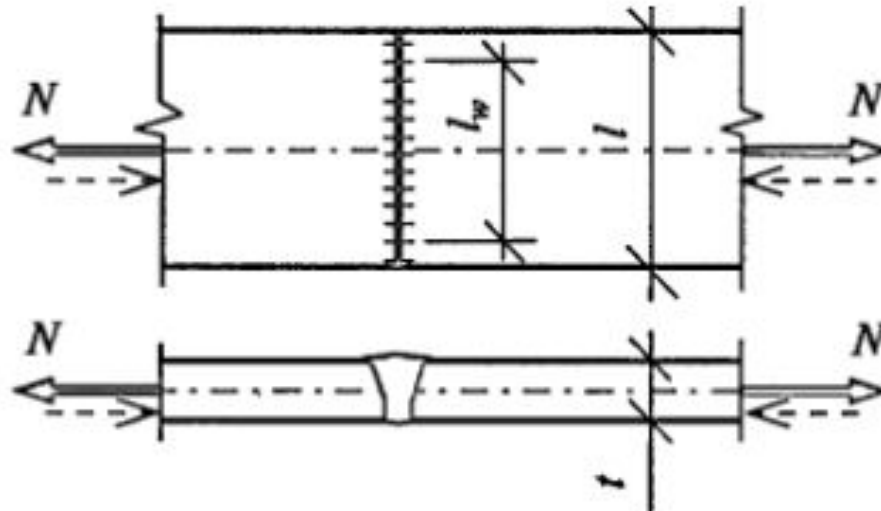
*Комбинированное соединение: 1 — стыковой шов; 2 — угловые швы*

# Соединения элементов. Металл



*Выполнение сварных соединений: а) подварка корня шва;  
б) разделка кромок соответственно: V-образная, U-образная, X-образная;  
в) образование непровара и кратера по длине шва; г) выполнение шва  
на технологических подкладках; 1 — непровар корня шва;  
2 — подварка корня шва; 3 — технологические подкладки*

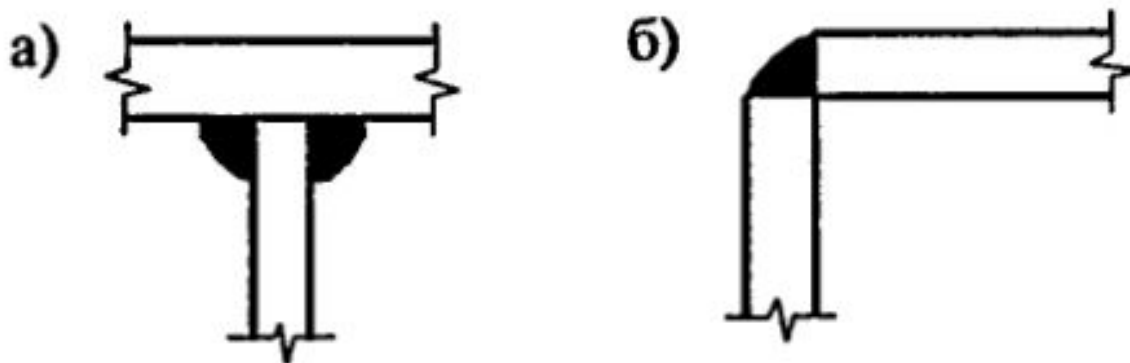
# Соединения элементов. Металл



*К расчету стыкового сварного шва*

Расчетная длина флангового шва должна быть не более  $85\beta_f k_f$ , где  $\beta_f$  — коэффициент, принимаемый по табл. 34\* СНиП II-23-81\*, за исключением швов, в которых усилие действует на всем протяжении шва.

# Соединения элементов. Металл



*Соединение впритык:*

*а) тавровое соединение; б) угловое соединение*

# Соединения элементов.

## Металл

### Расчет сварных соединений

#### 1. Расчет стыкового сварного шва на растяжение и сжатие

При работе на растяжение или сжатие стыковой сварной шов рассчитывается по формуле

$$\sigma_w = \frac{N}{t l_w} \leq R_{wy} \gamma_c,$$

где  $l_w$  — расчетная длина шва;  $l_w = l - 2t$  (при сварке с технологическими планками  $l_w = l$ );

$t$  — расчетная толщина шва, равная наименьшей толщине соединяемых элементов;

$R_{wy}$  — расчетное сопротивление стыкового шва (при работе на растяжение, изгиб; при визуальном контроле качества шва и руч-

ной или полуавтоматической сварке  $R_{wy} = 0,85 R_y$ ; в остальных случаях  $R_{wy} = R_y$ , значение  $R_y$  — см. табл. 2.2);

$\gamma_c$  — коэффициент условий работы.

# Соединения элементов. Металл



*Прикрепление угловыми сварными швами уголка*

# Соединения элементов. Металл

## 2. Расчет углового сварного шва на растяжение и сжатие

Угловые сварные швы рассчитываются по двум сечениям: по металлу шва (сечение 1) и по металлу границы сплавления (сечение 2) (рис. 8.7).

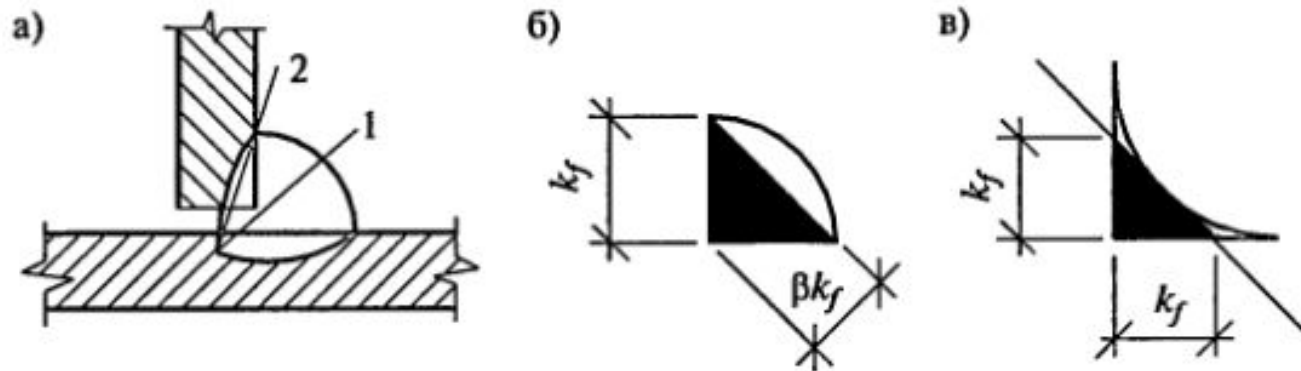


Рис. 8.7. Угловые швы: а) расчетные сечения: 1 — по металлу шва; 2 — по металлу границы сплавления; б) угловой шов; в) угловой шов «в лодочку»;  $\beta$  — коэффициенты по табл. 34\* СНИП II-23-81\* (соответственно:  $\beta_1$  для сечения 1 и  $\beta_2$  для сечения 2)



# Соединения элементов. Металл

а) расчет по металлу шва (сечение 1, рис. 8.7):

$$N/(\beta_f k_f l_w) \leq R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c$$

б) расчет по границе сплавления (сечение 2, рис. 8.7):

$$N/(\beta_z k_f l_w) \leq R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c$$

$k_f$  — высота катета шва (см. рис. 8.7).

# Соединения элементов. Металл

где  $\beta_f$ ,  $\beta_z$  — коэффициенты, для сталей с пределом текучести до 530 МПа принимаемые в зависимости от вида сварки и положения швов по табл. 34\* СНиП II-23-81\* (для ручной электродуговой сварки  $\beta_f = 0,7$ ;  $\beta_z = 1,0$ ; для других видов сварки — см. табл. 34\*), для сталей с пределом текучести более 530 МПа принимаются независимо от вида сварки, положения шва и диаметра проволоки:  $\beta_f = 0,7$ ;  $\beta_z = 1,0$ ;

$\gamma_{wf}$ ,  $\gamma_{wz}$  — коэффициенты условий работы шва, равные 1,0 во всех случаях, кроме конструкций, возводимых в климатических районах I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>, II<sub>2</sub>, и II<sub>3</sub>, для которых  $\gamma_{wf} = 0,85$  для металла шва с нормативным сопротивлением  $R_{min} = 410$  МПа,  $\gamma_{wz} = 0,85$  — для всех сталей;

$l_w$  — расчетная длина шва, принимаемая меньше его полной длины на 10 мм;

$R_{wf}$  — расчетное сопротивление углового шва, при расчете по металлу шва определяется по табл. 56 СНиП II-23-81\* в зависимости от марки электродов;

$R_{wz}$  — расчетное сопротивление углового шва при расчете по границе сплавления;

$R_{wz} = 0,45R_{min}$  (величину  $R_{min}$  — см. табл. 51\* СНиП II-23-81\*);

# Соединения элементов.

## Металл

Таблица Г.2 - Нормативные и расчетные сопротивления металла швов сварных соединений с угловыми швами

Сварочные материалы		$R_{wuz}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$R_{wf}$ , Н/мм <sup>2</sup>
тип электрода	марка проволоки		
Э42, Э42А	Св-08, Св-08А	410	180
Э46, Э46А	Св-08ГА,	450	200
Э50, Э50А	Св-08Г2С, Св-10ГА, ПП-АН-8, ПП-АН-3	490	215
Э60	Св-08Г2С*, Св-10НМА, Св-10Г2	590	240
Э70	Св-10ХГ2СМА, Св-08ХН2ГМЮ	685	280
Э85	-	835	340

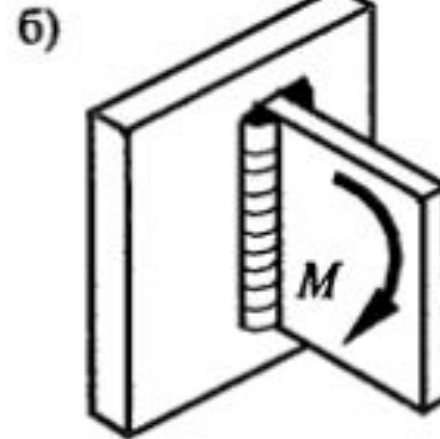
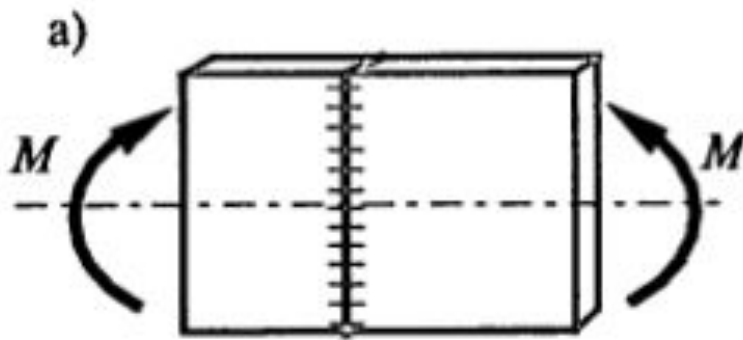
\* Только для швов с катетом  $k_f \leq 8$  мм в конструкциях из стали с пределом текучести 440 Н/мм<sup>2</sup> и более.

# СЕРВИСНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Таблица Г.1 - Материалы для сварки, соответствующие стали

Характеристика стали	Марка материала для сварки			Тип электрода	
	Сварочной проволоки для автоматической и механической сварки		Флюса		Порошковой проволокой
	В углекислом газе или в его смеси с аргоном	Под флюсом			
$R_{yn} < 290 \text{ Н/мм}^2$	Св-08Г2С	Св-08А	АН-348-А	ПП-АН-3  ПП-АН-8	Э42, Э42А
		Св-08ГА	АН-60* ПФК-56С*4  UF-02; UF-03*5		Э46, Э46А
$290 \text{ Н/мм}^2 \leq R_{yn} < 590 \text{ Н/мм}^2$		Св-10ГА**	АН-17-М  АН-43  АН-47 АН-348-А***		Э50, Э50А
		Св-10Г2**	ПФК-56С*4  UF-02; UF-03*5		
		Св-10НМА			
$R_{yn} \geq 590 \text{ Н/мм}^2$	Св-08Г2С	Св-10НМА	АН-17-М	ПП-АН-3	Э60
	Св-08ХГСМА		ПФК-56С*4	ПП-АН-8	Э70
	Св-10ХГ2СМА	Св-08ХН2ГМЮ	UF-02; UF-03*5		

# Соединения элементов. Металл



*Действие изгибающего момента на сварные швы:  
а) на стыковой шов; б) на угловые швы*

# Соединения элементов.

## Металл

### 4. Расчет сварных соединений на действие изгибающего момента

В случае воздействия изгибающего момента на сварное соединение расчет производится в зависимости от вида сварных швов. При воздействии на стыковые швы момента  $M$  в плоскости, перпендикулярной плоскости шва (рис. 8.9, *a*), расчет выполняется по формуле

$$\sigma_w = M/W_w \leq R_{wy}\gamma_c, \quad (8.4)$$

где  $W_w$  — момент сопротивления расчетного сечения шва;

$\sigma_w$  — нормальное напряжение в стыковом шве, возникающее при изгибе.

# Соединения элементов. Металл

В случае прикрепления элемента угловыми швами и при воздействии на соединение изгибающего момента, перпендикулярного плоскости швов, расчет производится по двум сечениям по формулам :

$$\text{по металлу шва } M/W_f \leq R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c;$$

$$\text{по металлу границы сплавления } M/W_z \leq R_{wz} \gamma_{wz} \gamma_c;$$

где  $W_f$  — момент сопротивления расчетного сечения по металлу шва;  
 $W_z$  — то же по металлу границы сплавления.