

Практическая работа №12

Тема: Расчет угловых соединений при действии момента в плоскости шва

Цель: Приобретение навыков расчета угловых соединений при различных видах нагрузки

Порядок выполнения работы:

- 1 Ознакомиться с теоретическими сведениями
- 2 Провести расчет на прочность углового соединения в соответствии с вариантом
- 3 Ответить на контрольные вопросы
- 4 Предоставить **отчет по практической работе** в электронном виде на проверку.

С уважением, *Гнатюк Ирина Николаевна*.

При необходимости вопросы можно задать по телефону: 072-136-54-46
Работы отправлять на электронную почту iira.gnatyuk.60@inbox.ru

Теоретические сведения

Угловой шов называется *фланговым*, если усилие действует вдоль шва или *лобовым*, если усилие действует поперек шва.

Для расчета угловых швов необходимо предварительно определить :

- сопротивление стали сопрягаемых элементов растяжению R_{wz} (табл.1)
- нормативного сопротивления металла шва R_{wf} (табл.2) - зависит от вида и марки сварочных материалов
- β_f и β_z - коэффициенты, зависящие от вида сварки, положения шва и диаметра сварочной проволоки (таблица 3)

Таблица 1

Расчетные сопротивления металла элементов соединения

Марка стали	Толщина металла, мм	Расчетное сопротивление, R_{wz} , МПа
09Г2	4...10	440
	11...20	430
ВСт3кп	4...10	345
	11...20	340
10Г2С1	4...9	465
	10...20	455
18пс	4...20	355
14Г2	4...9	440
	10...32	430

Таблица 2

Нормативные и расчетные сопротивления металла швов сварных соединений с угловыми швами

Тип электрода по ГОСТ9467-75	Марки проволоки по ГОСТ 2246-70 для автоматизированной и механизированной сварки			R _{wf} , МПа
	Под флюсом	В углекислом газе	Порошковой проволокой	
Э42, Э42А	Св08	-	-	180
	Св08А	-	-	
Э46, Э46А	Св08ГА	-	-	200
Э50, Э50А	Св10ГА	Св08Г2С	ПП-АН3	215
		Св08Г2СЦ	ПП-АН8	
Э60	Св10НМА	Св08Г2С*	-	240
	Св10Г2	Св08Г2СЦ*	-	
Э70		СвХГ2СМА	-	280
Э85	Св08ХН2ГМЮ	-	-	340

* Только для швов с катетом $k_f \leq 8$ мм в конструкциях из стали с пределом текучести 400 МПа и выше

Таблица 3

Значения коэффициентов β_f и β_z

Сварка	Диаметр сварочной проволоки d, мм	Положение шва	Кэф	Значения β_f и β_z при катетах швов, мм			
				3-8	9-12	14-16	Более 18
Автоматическая	3 - 5	В «лодочку»	β_f	1,1			1,07
			β_z	1,15			1,0
		Нижнее	β_f	1,1	0,9	0,7	
			β_z	1,1 5	1,05		1,0
Автоматическая и полуавтоматическая	1,4 - 2	В «лодочку»	β_f	0,9	0,8	0,7	
			β_z	1,05		1,0	
		Нижнее	β_f	0,9	0,8	0,7	
			β_z	1,0 5	1,0		
Ручная и полуавтоматическая поволокой: - сплошной	Более 1,4	В лодочку, нижнее, горизонтальное, вертикальное	β_f	0,7			
- порошковой	-	потолочное	β_z	1,0			

1. Фланговые швы воспринимают продольное усилие и работают на срез. Напряжения по длине шва распределяются неравномерно. Наибольшие срезающие напряжения возникают в начале и в конце шва, а к середине напряжения выравниваются.

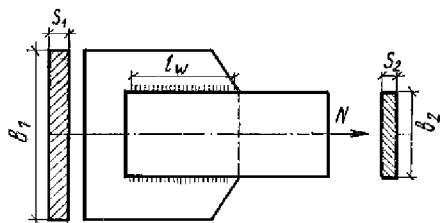


Рисунок – Схема расчета угловых фланговых швов

При расчетах напряжения условно принимаются равномерно распределенными по длине шва и проверяются в двух сечениях:

- по металлу шва

$$\tau_{wf} = \frac{N}{\beta_f k_f l_w} \leq R_{wf} \gamma_c$$

- по границе сплавления

$$\tau_{wz} = \frac{N}{\beta_z k_z l_w} \leq R_{wz} \gamma_c$$

γ_c - коэффициент условий работы

k_f - катет углового шва

l_w - расчетная длина шва (принимается на 10 мм меньше его фактической длины), т.е.

$$l_w = l - 10 \text{ мм}$$

Используя формулу, можно выполнить обратный расчет, т. е., принимая определенные значения расчетных сопротивлений, вычислить величину катета сварных швов или их расчетную длину:

$$k_f = \frac{N}{n \beta_f l_w R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

$$l_w = \frac{N}{n \beta_f k_f R_{wf} \gamma_{wf} \gamma_c}$$

2. Лобовые швы воспринимают продольное усилие и изгибающий момент и находятся в сложном напряженном состоянии, работая на изгиб и срез.

Действие продольной силы

При действии *продольного усилия* N такие швы рассчитываются условно на *срез*, так же как и фланговые;

- по металлу шва

$$\tau_{wf} = \frac{N}{n \beta_f k_f l_w} \leq R_{wf} \gamma_c$$

- по границе сплавления

$$\tau_{wz} = \frac{N}{n \beta_z k_z l_w} \leq R_{wz} \gamma_c$$

n — число швов в соединении.

Действие поперечной силы

При действии поперечной силы соединение работает на изгиб и напряжения проверяются по поверхности среза f или границе сплавления z

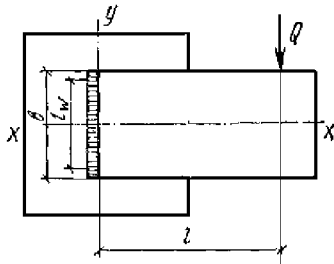


Рисунок Схема расчета углового шва на поперечный изгиб

$$\sigma_w = \frac{Ql}{W_{wf}} \leq R_{wf} \gamma_c,$$

или

$$\sigma_w = \frac{Ql}{W_{wz}} \leq R_{wz} \gamma_c,$$

где $W_{wf} = \frac{l_w (\beta_f k_f)^2}{6}$ - момент сопротивления сварного шва, определяемый по очертанию соединяющего шва, толщина которого принимается равной $\beta_f k_f$ или $\beta_z k_f$

$R_{wf(z)}$ - расчетное сопротивление по металлу шва или по границе сплавления

Задание для практической работы

Планка, имеющая размеры поперечного сечения $b \times t$ прикреплена двумя горизонтальными и вертикальным односторонним швами к листу. На планку действует момент M . Величина нахлёста H . Проверить прочность прикрепления в соответствии с вариантом

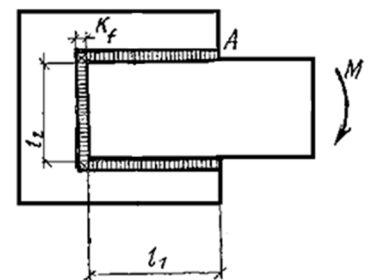
Таблица

№	$b \times t$, мм	Способ сварки	M .	H , мм	Электрод	Марка
1	300x16	ручная	5	100	Э42	09Г2
2	250x12	п /	6	120	Э42А	18пс
3	200x14	ручная	7	140	Э46	ВСт3кп1
4	240x14	п /	8	150	Э46А	14Г2
5	260x18	ручная	9	180	Э50	10Г2С1
6	320x20	п /	5	190	Э50А	09Г2
7	280x12	ручная	6	200	Э70	18пс
8	300x14	п /	7	210	Э42	ВСт3кп1
9	300x16	ручная	8	220	Э42А	14Г2
10	250x12	п /	9	250	Э46	10Г2С1
11	200x14	ручная	5	100	Э46А	09Г2
12	240x14	п /	6	120	Э50	18пс
13	260x18	ручная	7	140	Э50А	ВСт3кп1
14	320x20	п /	8	150	Э70	14Г2

15	280x12	ручная	9	180	Э42	10Г2С1
16	300x14	п /	5	190	Э42А	09Г2
17	300x16	ручная	6	200	Э46	18пс
18	250x12	п /	7	210	Э46А	ВСт3кп1
19	200x14	ручная	8	220	Э50	14Г2
20	240x14	п /	9	250	Э50А	10Г2С1
21	260x18	ручная	5	100	Э70	09Г2
22	320x20	п /	6	120	Э42	18пс
23	280x12	ручная	7	140	Э42А	ВСт3кп1
24	300x14	п /	8	150	Э46	14Г2
25	240x14	ручная	9	180	Э46А	10Г2С1
26	260x18	п /	5	190	Э50	09Г2
27	320x20	ручная	6	200	Э50А	18пс
28	280x12	п /	7	210	Э70	ВСт3кп1
29	300x14	ручная	8	220	Э42А	14Г2
30	300x16	п /	9	250	Э46	10Г2С1

Пример выполнения практической работы

Планка, имеющая размеры поперечного сечения $b \times t = 100 \times 10$ мм прикреплена двумя горизонтальными и вертикальным односторонним швами к листу. На планку действует момент $M = 5 \text{ кНм}$. Величина нахлёста $H = 200$ мм. Конструкция изготовлена из стали 18пс. Условия эксплуатации – нормальные. Сварка полуавтоматическая под флюсом. Сварочная проволока Св08А. Проверить прочность крепления.



Решение

1. Расчетное сопротивление стали $R_{wz} = 355 \text{ МПа}$
2. Нормативное сопротивление металла шва $R_{wf} = 180 \text{ МПа}$
3. Катет $k = 0,4t + 2 = 0,4 \cdot 10 + 2 = 6 \text{ мм}$,
4. Коэффициенты $\beta_f = 1,1$ и $\beta_z = 1,15$ – для нижнего положения шва
5. Предел текучести стали $[\sigma]_T = 250 \text{ МПа}$
6. Допускаемые напряжения для сварного шва
 $[\tau]_{cp} = 0,65[\sigma]_T = 0,65 \cdot 250 = 162,5 \text{ МПа}$
7. $\gamma_c = 1,1$ - коэффициент условий работы
8. Длина одного горизонтального сварного шва $l_{гор} = H - 2 k_f = 200 - 2 \cdot 6 = 188 \text{ мм}$
 Общая длина горизонтальных швов $L_{гор} = 2 l_{гор} = 188 \cdot 2 = 376 \text{ мм}$
9. Длина вертикального шва $l_{верт} = L_{верт} = b - 2 k_f = 100 - 2 \cdot 6 = 88 \text{ мм}$ (односторонний)
10. Проверка прочности соединения:

10.1 По предельному состоянию конструкции

Условие прочности
$$\tau_{wf} = \frac{6M}{L_{\text{верт}}^2 \cdot \beta_z k_z + L_{\text{гор}} L_{\text{верт}} \beta_f k_f} \leq R_{wf} \gamma_c$$

$$\tau_{wf} = \frac{6 \cdot 5 \cdot 10^3}{0,088^2 \cdot 1,15 \cdot 0,006 + 0,376 \cdot 0,088 \cdot 1,1 \cdot 0,006} = 110415890 \text{ Па} = 110,4 \text{ МПа}$$

$$\tau_{wf} = 110,4 \text{ МПа} < R_{wf} \gamma_c = 180 \cdot 1,1 = 198 \text{ МПа}$$

Условие прочности выполнено

10.2 По допускаемым напряжениям

Условие прочности
$$\tau = \frac{6M}{0,7kL_{\text{гор}}L_{\text{верт}} + 0,7kL_{\text{верт}}^2} \leq [\tau]_{cp}$$

$$\tau_{wf} = \frac{6 \cdot 5 \cdot 10^3}{0,7 \cdot 0,006 \cdot 0,088 \cdot 0,376 + 0,7 \cdot 0,006 \cdot 0,088^2} = 175029170 \text{ Па} = 175 \text{ МПа} > [\tau]_{cp} = 162,5 \text{ МПа}$$

Условие прочности не выполнено

Контрольные вопросы:

1. От каких факторов зависят допускаемые напряжения?
2. Что называется основным допускаемым напряжением?
3. Как рассчитываются на прочность сварные швы в строительных металлоконструкциях?
4. Как назначаются допускаемые напряжения в сварных швах в машиностроении?
5. Какие швы называют угловыми?
6. Каково конструктивное оформление углового шва?
7. Почему расчет угловых швов производят на касательные напряжения?