**Задание №1по дисциплине «Основы расчета и проектирование**

 **сварных конструкций»**

**для самостоятельного дистанционного**

**изучения темы:**

**«Методика расчета сварных швов»**

Задание для студентов групп: Т-20-1 и Т-20-2

Выполнить эскиз детали с резьбой по заданным размерам

по данной теме – **2 часа**

**Срок выполнения – до 12.09.2022г.**

Выполненные работы показать преподавателю на занятиях

Последовательность выполнения задания:

1. Повторить типы сварных швов.

2. Повторить виды нагрузки на сварные конструкции.

3. Записать методику расчета св. швов по допускаемому

напряжению в конспект

 ***Расчет сварных соединений***

|  |
| --- |
|  |
| **типовые расчеты по ЕСКД** |
|

|  |
| --- |
|  |

*Чем тоньше лед,тем больше хочется убедиться, выдержит ли он***СТЫКОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ С ПРЯМЫМ ШВОМ**(рис. 1, а).   Допускаемая сила для соединения при растяжении**Р1 = [σ'p]·L·S**,то же при сжатии**Р2 = [σ'сж]·L·S**,где,[σ'p] и [σ'сж] - допускаемые напряжения для сварного шва соответственно при растяжении и сжатии.   При расчете прочности все виды подготовки кромок в стыковых соединениях принимают равноценными.**СТЫКОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ С КОСЫМ ШВОМ**(рис. 1, б).   Допускаемая сила для соединения при растяжениирасчет сварных соединений   То же при сжатиирасчет сварных соединенийПри β = 45° - соединение равнопрочно целому сечению.**НАХЛЕСТОЧНОЕ СОЕДИНЕНИЕ**(рис. 2).   Соединения выполняют угловым швом. В зависимости от напряжения шва относительно направления шва относительно направления действующих сил угловые швы называют лобовыми (см. рис. 2, а), фланговыми (см. рис. 2. б), косыми (см. рис. 2. в) и комбинированными (см. рис. 2, г).расчет сварных соединений   Максимальную длину лобового и косого швов не ограничивают. Длину фланговых швов следует принимать не более 60К, где К - длина катета шва. Минимальная длина углового шва 30 мм; при меньшей длине дефекты в начале и в конце шва значительно снижают его прочность.   Минимальный катет углового шва Кmin принимают равным 3 мм, если толщина металла S >= 3 мм.   Допускаемая сила для соединениягде, [τср] - допускаемое напряжение для сварного шва на срез;К - катет шва;L - весь периметр угловых швов;- для лобовых швов L = *l*; для фланговых L = 2*l*1;- для косых L = *l*/sinβ;- для комбинированных L = 2*l*1 + *l*.**СОЕДИНЕНИЕ НЕСИММЕТРИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**(рис. 3).расчет сварных соединений   Силы, передаваемые на швы 1 и 2, находят из уравнений статикирасчет сварных соединений   Необходимая длина швоврасчет сварных соединенийгде,[τ'ср] - допускаемое напряжение для сварного шва на срез;К - катет шва.Примечание: Допускается увеличение l2 до размера l1.**ТАВРОВОЕ СОЕДИНЕНИЕ**   Наиболее простое в технологическом отношении.расчет сварных соединений   Допускаемая сила для растяжения**Р = 0,7 [τ'ср] KL**,где,[τ'ср] - допускаемое напряжение для сварного шва на срез;К - катет шва, который не должен превышать 1,2S (S - наименьшая толщина свариваемых элементов).   Наиболее обеспечивающее лучшую передачу сил.расчет сварных соединений   Допускаемая сила для растяжения**Р1 = [σ'p]·L·S**,то же при сжатии**Р2 = [σ'сж]·L·S**,где,[σ'p] и [σ'сж] - допускаемые напряжения для сварного шва соответственно при растяжении и сжатии.**СОЕДИНЕНИЕ С НАКЛАДКАМИ**расчет сварных соединений   Сечение накладок, обеспечивающее равнопрочность целого сечения (см. рис. 6)расчет сварных соединенийгде,F - сечение основного металла; [σp] - допускаемое напряжение при растяжении основного металла; [σ'p] - допускаемое напряжение для сварного шва при растяжении.   Сечение накладки, обеспечивающее равнопрочность целого сечения (см. рис. 7):расчет сварных соединенийгде,[τ'cp] - допускаемое напряжение для сварного шва на срез.**СОЕДИНЕНИЕ С ПРОРЕЗЯМИ**расчет сварных соединений   Применяют лишь в случаях, когда угловые швы недостаточны для скрепления.Рекомендуется a = 2S , *l* = (10 ÷ 25)S.   Допускаемая сила, действующая на прорезь**Р = [τ'сp]·L·S**,где,[τ'сp] - допускаемое напряжение для сварного шва на срез.**СОЕДИНЕНИЕ ПРОБОЧНОЕ**расчет сварных соединений   Применяют в изделиях, не несущих силовых нагрузок. Пробочную сварку можно применять для соединения листов толщиной от 15 мм.   Если пробочные соединения подвергаются действию срезывающих сил, то напряжениерасчет сварных соединенийгде,d - диаметр пробки;i - число пробок в соединении.**СОЕДИНЕНИЕ СТЫКОВОЕПОД ДЕЙСТВИЕМ ИЗГИБАЮЩЕГО МОМЕНТА**расчет сварных соединений   При расчете прочности соединения (см. рис. 9), осуществленного стыковым швом, находящимся под действием изгибающего момента Ми и продольной силы Р, условие прочностирасчет сварных соединенийгде,W = Sh²/6;F = hS.   При расчете прочности соединения (см. рис. 10, а), осуществленного угловым швом, находящимся под действием изгибающего момента Ми и продольной силы Р, расчетные касательные напряжения в шверасчет сварных соединенийгде,Wc = 0,7Kh²/6;Fc = 0,7Kh.   При расчете прочности соединений (см. рис. 10, б), состоящих из нескольких швов и работающих на изгиб, принимают (для приведенного графически случая), что изгибающий момент Ми уравновешивается парой сил в горизонтальных швах и моментом защемления вертикального шварасчет сварных соединенийЕсли момент Ми и допускаемое напряжение τ заданы, то из полученного уравнения следует определить *l* и K, задавшись остальными геометрическими параметрами.**ДОПУСКАЕМЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ СВАРНЫХ ШВОВ**   Допускаемые напряжения (табл. 1 и 2) для сварных швов принимают в зависимости:а) от допускаемых напряжений, принятых для основного металла;б) от характера действующих нагрузок.   В конструкциях из стали Ст5, подвергающихся воздействию переменных или знакопеременных нагрузок, допускаемые напряжения для основного металла понижают, умножая на коэффициентрасчет сварных соединенийгде,σmin и σmax - соответственно минимальное и максимальное напряжения, взятые каждое со своим знаком.**1. Допускаемые напряжения для сварных швовв машиностроительных конструкциях при постоянной нагрузке**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Сварка** | **Для стыковых соединений** | **При срезе [τ'ср]** |
| **при растяжении [σ'p]** | **при сжатии [σ'сж]** |
| Ручная электродами:Э42...........Э42 А....... |  0,9[σp][σp] |  [σp][σp] |  0,6[σp]0,65[σp] |
| [σp] - допускаемое напряжение при растяжении для основного металла. |

**2. Допускаемые напряжения в МПадля металлоконструкций промышленных сооружений(подкрановые балки, стропильные фермы и т. п.)**

|  |  |
| --- | --- |
| **Марка стали** | **Учитываемые нагрузки** |
| **основные** | **основные и дополнительные** |
| **вызывающие напряжения** |
| **растяжения,сжатия, изгиба** | **среза** | **смятия (торцового)** | **растяжения,сжатия, изгиба** | **среза** | **смятия (торцового)** |
| **Подкрановые балки, стропильные фермы и т.п.** |
| Ст2Ст3 | 140160 | 90100 | 210240 | 160180 | 100110 | 240270 |
| **Металлоконструкции типа крановых ферм** |
| Ст0 и Ст2Ст3 и Ст4Ст5Низколеги- рованная | 120140175210 | 95110140170 | 180210260315 | 145170210250 | 115135170200 | 220255315376 |

   Для конструкций из низкоуглеродистых сталей при действии переменных нагрузок рекомендуется принимать коэффициент понижения допускаемых напряжений в основном металлерасчет сварных соединенийгде,ν - характеристика цикла, ν = Рmin / Pmax; Рmin и Pmax соответственно наименьшая и наибольшая по абсолютной величине силы в рассматриваемом соединении, взятые каждая со своим знаком;Ks - эффективный коэффициент концентрации напряжений (табл. 3).**3. Эффективный коэффициент концентрации напряжения Ks**

|  |  |
| --- | --- |
| **Расчетное сечение основного металла** | **Кs** |
| Вдали от сварных швов |   1,00   |
| В месте перехода к стыковому или лобовому шву(металл обработан наждачным кругом) | 1,00 |
| В месте перехода к стыковому или лобовому шву(металл обработан строганием) | 1,10 |
| В месте перехода к стыковому шву без механической обработки последнего | 1,40 |
| В месте перехода к лобовому шву без обработки последнего, но с плавным переходом при ручной сварке | 2,00 |
| В месте перехода к лобовому шву при наличии выпуклого валика и небольшого подреза | 3,00 |
| В месте перехода к продольным (фланговым) швам у концов последних | 3,00 |

**ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА ПРОЧНОСТИ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ**   **Пример 1.** Определить длину швов, прикрепляющих уголок 100x100x10 мм к косынке (рис. 11. а). Соединение конструируется равнопрочным целому элементу. Материал сталь Ст2. Электроды Э42.   В табл. 2 для стали Ст2 находим допускаемое напряжение [σp] = 140 МПа. Площадь профиля уголка 1920 мм² ("Уголки стальные горячекатаные равнополочные" ГОСТ 8509-93).   Расчетная сила в уголке**Р = 140x1920 = 268 800 Н**   В данном случае допускаемое напряжение при срезе, согласно табл. 1, в сварном шве**[τcp] = 140x0,6 = 84 МПа**.   Требуемая длина швов (при К =10 мм) в нахлесточном соединении согласно расчету к рис. 11а.расчет сварных соединений   Длина лобового шва l = 100 мм: требуемая длина обоих фланговых швов lфл = 458-100 = 358 мм. Так как для данного уголка е1 = 0,7*l* то длина шва 2 будет l2 - 0,7x358 = 250 мм, длина шва 1 будет l1 = 0,3x358 = 108 мм. Принимаем l2 = 270 мм, l1 = 130 мм.   **Пример 2.** Определить длину l швов, прикрепляющих швеллер №20а. нагруженный на конце моментом М = 2,4x107 Н·мм (рис. 11. б). Материал сталь Ст2. Электроды Э42.расчет сварных соединений   В табл. 2 для стали Ст2 находим допускаемое напряжение [σp] = 140 МПа. Допускаемое напряжение при срезе, согласно табл. 1, в сварном шве**[τ'cp] = 140x0,6 = 84 МПа**.   Момент сопротивления сечения швеллера **W = 1,67 x 105 мм³** (из ГОСТа)   Напряжение**σ = 2,4x107 / 1,67x105 = 144 МПа**   Катет горизонтальных швов К1 = 10 мм, вертикального К2 = 7,5 мм. Из формулы 1 (см. выше) находимрасчет сварных соединений   Принимаем l = 200 мм. При этой длине шва напряжение при изгиберасчет сварных соединений   Полученная величина меньше допускаемой [τ'cp] = 84 МПа.**ЭЛЕКТРОДЫ**   Размеры и общие технические требования на покрытые металлические электроды для ручной дуговой сварки сталей и наплавки поверхностных слоев из сталей и сплавов приведены в ГОСТ 9466-75 или кратко [здесь](https://alexfl.pro/inform/inform_elektrod1.html).   Электроды покрытые металлические для ручной дуговой сварки конструкционных и теплоустойчивых сталей (по ГОСТ 9467-75):   Электроды изготовляют следующих типов:   Э38, Э42, Э46 и Э50 - для сварки низкоуглеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 500 МПа:   Э42А, Э46А и Э50А - для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву до 500 МПа, когда к металлу сварных швов предъявляют повышенные требования по пластичности и ударной вязкости;   Э55 и Э60 - для сварки углеродистых и низколегированных конструкционных сталей с временным сопротивлением разрыву св. 500 до 600 МПа;   Э70, Э85, Э100, Э125, Э150 - для сварки легированных конструкционных сталей повышенной и высокой прочности с временным сопротивлением разрыву свыше 600 МПа;   Э-09М, Э-09МХ, Э-09Х1М, Э-05Х2М, Э-09Х2МГ, Э-09Х1МФ, Э-10Х1М1НФБ, Э-10ХЗМ1БФ, Э-10Х5МФ - для сварки легированных теплоустойчивых сталей.**Механические свойства металла шва,наплавленного металла и сварного соединения при нормальной температуре (по ГОСТ 9467-75)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Типы электродов** | **Металл шва или наплавленный металл** | **Сварное соединение, выполненное электродами диаметром менее 3 мм** |
| **Временное сопротивление разрыву σв, МПа (кгс/мм²)** | **Относительное удлинение δ5, %** | **Ударная вязкость KCU, Дж/см² (кгс·м/см²)** | **Временное сопротивление разрыву σв, МПа (кгс/мм²)** | **Угол загиба, градусы** |
| **не менее** |
| Э38 | 380 (38) | 14 | 28 (3) | 380 (38) | 60 |
| Э42 | 420 (42) | 18 | 78 (8) | 420 (42) | 150 |
| Э46 | 460 (46) | 18 | 78 (8) | 460(46) | 150 |
| Э50 | 500 (50) | 16 | 69 (7) | 500 (50) | 120 |
| Э42А | 420 (42) | 22 | 148 (15) | 420 (42) | 180 |
| Э46А | 460 (46) | 22 | 138 (14) | 460 (46) | 180 |
| Э50А | 500 (50) | 20 | 129 (13) | 500 (50) | 150 |
| Э55 | 550 (55) | 20 | 118 (12) | 550 (55) | 150 |
| Э60 | 600 (60) | 18 | 98 (10) | 600 (60) | 120 |
| Э70 | 700 (70) | 14 | 59 (6) | - | - |
| Э85 | 850 (85) | 12 | 49 (5) | - | - |
| Э100 | 1000 (100) | 10 | 49 (5) | - | - |
| Э125 | 1250 (125) | 8 | 38 (4) | - | - |
| Э150 | 1500 (150) | 6 | 38 (4) | - | - |

   ГОСТ 9467-75 предусматривает также типы электродов и механические свойства наплавленного металла или металла шва для легированных теплоустойчивых сталей.**Электроды покрытые металлические для ручной дуговой наплавкиповерхностных слоев с особыми свойствами (по ГОСТ 10051-75)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Тип** | **Марка** | **Твердость без термообработкипосле наплавки HRC** | **Область применения** |
| Э-10Г2Э-11Г3Э-12Г4Э-15Г5Э-30Г2ХМ | ОЗН-250УO3H-300УОЗН-350УОЗН-400УНР-70 | 22,0-30,029,5-37,036,5-42,041,5-45,532,5-42,5 | Наплавка деталей, работающих в условиях интенсивных ударных нагрузок (осей, валов автосцепок, железнодорожных крестовин, рельсов и др.) |
| Э-65Х11Н3Э-65Х25Г13Н3 | ОМГ-НЦНИИН-4 | 27,0-35,025,0-37,0 | Наплавка изношенных деталей из высокомарганцовистых сталей типов Г13 Г13Л |
| Э-95Х7Г5СЭ-30Х5В2Г2СМ | 12АН/ЛИВТТКЗ-Н | 27,0-34,051,0-61,0 | Наплавка деталей, работающих в условиях интенсивных ударных нагрузок с абразивным изнашиванием |
| Э-80Х4СЭ-320Х23С2ГТРЭ-320Х25С2ГРЭ-350Х26Г2Р2СТ | 13КН/ЛИВТТ-620Т-590Х-5 | 57,0-63,056,0-63,058,0-64,059,0-64,0 | Наплавка деталей, работающих в условиях преимущественно абразивного изнашивания |
| Э-300Х28Н4С4Э-225Х10Г10СЭ-110Х14В13Ф2Э-175Б8Х6СТ | ЦС-1ЦН-11ВСН-6ЦН-16 | 49,0-55,541,5-51,551,0-56,553,0-58,5 | Наплавка деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного изнашивания ударными нагрузками |

 |