**Расчет сварных швов на прочность**

При проектировании сварных конструкций прочность их определяется на основании расчетов, которые сводятся к определению напряжений, возникающих в элементах изделия от нагрузок.

Существует два основных метода расчета конструкций: по допускаемым напряжениям и по предельным состояниям.

При расчете конструкций по допускаемым напряжениям условие прочности имеет вид σ[σ], где σ - напряжение в опасном сечении элемента, [σ] - допускаемое напряжение, которое составляет некоторую часть от предела текучести стали:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| [σ]= | σт | , |
|  |
| n |

где *n* - коэффициент запаса прочности.

Коэффициент запаса прочности имеет различные значения в зависимости от ряда условий (характера нагрузки, толщины листов, марки стали и др.). Например, для обычных строительных конструкций, выполняемых из углеродистой стали обыкновенного качества марки Ст3, допускаемое напряжение составляет [σ]=1600 кгс/см2; для пролетных строений железнодорожных мостов (для той же марки стали) [σ]=1400 кгс/см2. Так как предел текучести стали Ст3 σт=2400 кгс/см2, то коэффициент запаса прочности для первого случая будет:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| n1= | σт | = | 2400 | =1,5 |
|  |  |
| σ | 1600 |

для второго случая:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| n2= | 2400 | =1,7 |
|  |
| 1400 |

Для металлов, не обладающих выраженным пределом текучести, запас прочности определяют из отношения предела прочности разрыву σп к допускаемому напряжению [σ]. В этом случае коэффициент запаса прочности обычно составляет.

В случае действия осевых нагрузок напряжения вычисляют по формуле

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| σ= | P | , |
|  |
| F |

где *P* - осевое усилие, кгс; *F* - площадь поперечного сечения элемента, см2.

Способ расчета по допускаемым напряжениям прост. Однако определение допускаемых напряжений [σ] или коэффициента запаса прочности и производится упрощенно, без точного учета большого количества условий работы конструкции.

Более точным методом расчета конструкций, учитывающим условия работы, однородность материала конструкции и др., является метод расчета по предельным состояниям. Первый метод применяется в машиностроении, второй - при проектировании всех строительных конструкций.

При расчете конструкции по предельному состоянию условие прочности записывается в виде:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | N | ≤mR, |
|  |
| F |

где *N* - расчетное усилие, кгс; *F* - площадь сечения, см2; *R* - расчетное сопротивление материала, кгс/см2; *m* - коэффициент условий работы, который учитывает степень ответственности конструкции, возможность дополнительных деформаций при эксплуатации, жесткость узлов.

Расчетные сопротивления металла стыковых швов *R*свс устанавливаются Строительными нормами и правилами (СНиП) Госстроя СССР. По этим нормам для стыковых швов, выполненных ручной и полуавтоматической сваркой на стали Ст3, расчетное сопротивление *R*свс при растяжении равно (при условии применения обычных способов контроля швов - наружный осмотр и обмер швов) *R*свс=1800 кгс/см2; при более сложных и точных способах контроля (рентгено- и гаммаграфия, ультразвуковая и магнитографическая дефектоскопия) - *R*свс=2100 кгс/см2; при срезе - *R*свс=1300 кгс/см2.

При выполнении указанными видами сварки угловых швов на стали Ст3 при всех способах контроля величина расчетного сопротивления при растяжении, сжатии и срезе принимается *R*сву=1500 кгс/см2.

Стыковые швы на прочность рассчитываются по формуле

N=Rсвсδl

где *N* - расчетная продольная сила, действующая на соединение, кгс; *R*свс - расчетное сопротивление сварного стыкового соединения растяжению или сжатию, кгс/см2; δ - толщина металла в расчетном сечении, см; *l* - длина шва, см.

*
Рис. 43. Нагрузки на сварные швы: а - стыковой, б - угловой лобовой, в - угловой фланговый*

Максимальное усилие *N* для угловых лобовых швов рассчитывают по формуле

N=0,7KlRсвс

где *K* - катет шва, см; *l* - длина шва, см; *R*свс - расчетное сопротивление срезу, кгс/см2.

Коэффициент 0,7 показывает, что расчет ведется из предположения разрушения шва по гипотенузе прямоугольного треугольника (форма сечения углового шва).

Максимальное усилие N для угловых фланговых швов рассчитывается по формуле

N=2⋅0,7KlRсвс.

Примеры. 1. Определить расчетное усилие в стыковом соединении, выполненном ручной сваркой с учетом обычных способов контроля, если δ=1 см, *l*= 20 см и *R*свс=1800 кгс/см>2(рис. 43, *а*). *N*=1⋅20⋅1800=36000 кгс.

2. Определить расчетное усилие в стыковом соединении, выполненном ручной или полуавтоматической сваркой с учетом точных способов контроля, если 5δ=1 см, *l*=20 см, *N*=1⋅20⋅2100=42 000 кгс.

3. Определить расчетное усилие в нахлесточном соединении с лобовым швом, если *K*=1 см, *l*=20 см (рис. 43, *б*). *N*=0,7⋅1⋅20⋅1 500=21 000 кгс.

4. Определить расчетное усилие в нахлесточном соединении с двумя фланговыми швами, если K=1 см, l=10 см (рис. 43, *в*). *N*=2⋅0,7⋅1⋅10⋅1500=21 000 кгс.

Контрольные вопросы

1. Назовите основные виды сварных соединений, преимущества и недостатки каждого из них.

2. Как классифицируются сварные швы?

3. Изобразите условные обозначения некоторых швов сварных соединений.

4. По каким формулам рассчитывают сварные швы на прочность?