

**Тема: Расчет сварных швов и ребер жесткости сварных балок**

**Задание для студентов**

1. Ознакомиться с теоретическим материалом (не переписывать!)
2. Ознакомиться с видеоматериалом по ссылкам:

Расчет сварных угловых швов нахлесточного соединения	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=8W1iZIWP4I8&amp;feature=emb_logo">https://www.youtube.com/watch?v=8W1iZIWP4I8&amp;feature=emb_logo</a>
Расчет сварного шва в Inventor	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=suvXSYTIR9M&amp;feature=emb_logo">https://www.youtube.com/watch?v=suvXSYTIR9M&amp;feature=emb_logo</a>
Что такое ребро жесткости. Принцип их работы	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=zsQ0Q1ZgBzw&amp;feature=emb_logo">https://www.youtube.com/watch?v=zsQ0Q1ZgBzw&amp;feature=emb_logo</a>
Ребра жесткости	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=Pi24EUcCZps&amp;feature=emb_logo">https://www.youtube.com/watch?v=Pi24EUcCZps&amp;feature=emb_logo</a>

3. Ответить на контрольные вопросы в **письменном** виде
4. Представить **ответы** на контрольные вопросы в электронном виде на проверку в течение трех дней со дня выдачи задания.

С уважением, *Гнатюк Ирина Николаевна*.

При необходимости вопросы можно задать по телефону: 072-136-54-46  
Работы отправлять на электронную почту [irina.gnat@yandex.ua](mailto:irina.gnat@yandex.ua)

**ЛЕКЦИЯ**

**Тема:** Расчет сварных швов сварных балок

**Цели:** 1) Ознакомить студентов с порядком проверки сварных швов балок  
2) Подготовиться к выполнению практической работы №18

*План*

1. Определение площади сечения двух поясных швов
2. Определение касательных напряжений в сварных швах
3. Определение катета сварного шва из условия прочности
4. Определение необходимой длины сварного шва
5. Назначение ребер жесткости и их конструкция
6. Определение ширины ребра жесткости
7. Определение необходимой толщины ребра жесткости
8. Проверочные расчеты прочности ребер

### Теоретические сведения

Пояса балки соединяются с вертикальной стенкой сварными швами, которые должны обеспечить условия совместной работы всех частей составного сечения. При этом поясные швы воспринимают касательные напряжения.

Соответствующая площадь сечения двух поясных швов с катетом воспринимающих эту силу, будет

$$F_{ш} = 1,4k. \quad T_1 = \tau s = \frac{QS'}{J}.$$

Где  $S'$  — толщина сварного шва

Касательные напряжения в сварных швах будут

$$\tau = \frac{QS'}{1,4kJ}.$$

По условию прочности на срез катет шва будет определяться по формуле

$$k = \frac{QS'}{1,4JR_{ср}^{св}}.$$

Здесь  $R_{ср}^{св}$  — расчетное сопротивление на срез для металла сварного шва.

Учитывая возможность более глубокого проплавления шва при автоматической и полуавтоматической сварке, по нормам разрешается для случаев однопроходного выполнения поясных швов расчетную толщину их сечения считать равной: при автоматической сварке  $0,9k$ , при полуавтоматической сварке  $0,8k$ .

В районе действия опорных реакций, а также других сосредоточенных вертикальных сил прочность сварных поясных швов должна быть проверена с учетом дополнительных напряжений, возникающих в швах от действия этих сил.

Действие сосредоточенной вертикальной силы распространяется на ограниченный участок сварного шва. Приближенно считают, что длина этого участка равна

$$l_{ш} = 30s,$$

где  $s$  — толщина вертикального листа.

Дополнительные напряжения в швах в районе действия опорной реакции  $R_a$  будут

$$\tau_1 = \frac{R_a}{1,4k(l_{ш} + 2b)}.$$

Здесь  $2b$  — длина швов по опорным ребрам жесткости;  $k$  — катет шва.

Результатирующие срезающие напряжения в сварном шве определяются геометрическим суммированием выражений и равны

$$\bar{\tau} = \sqrt{\tau^2 + \tau_1^2}.$$

В тех случаях, когда дополнительные срезающие напряжения велики

и вызываемое ими увеличение катета шва нежелательно, целесообразно на участке действия опорной реакции применить шов с разделкой кромок. В этом случае отсутствие зазора между поясом и вертикальным листом исключает возможность появления в швах дополнительных срезающих напряжений и приводит только к появлению напряжений сжатия, которые в большинстве случаев не опасны.

Прочность стыковых швов в поясах и стенке обеспечивается соответствующим выбором сварочных материалов, гарантирующим равнопрочность металла сварных швов основному металлу. Поэтому никаких расчетов для проверки прочности стыковых швов производить не требуется (что справедливо только при статической нагрузке).

### **Расчет ребер жесткости балки**

Ребра жесткости необходимы для обеспечения устойчивости и жесткости балки не только при ее нормальной работе, но и при монтаже.

Вертикальные ребра жесткости необходимо ставить в местах передачи сосредоточенных усилий.

Вследствие того, что условия работы ребер жесткости не всегда строго определены, подробный расчет их не производят, а размеры их устанавливаются по эмпирическим формулам, которые в основном выражают условия их устойчивости. Ребра жесткости выполняются из полосового проката. Устанавливаются они симметрично по отношению к вертикальной стенке с двух сторон. Для присоединения ребер жесткости к вертикальной стенке, как правило, применяются швы минимальных катетов.

Ширина ребра выбирается в зависимости от его высоты по формуле

$$b \geq \frac{h}{30} + 40.$$

Здесь  $b$  — ширина одного ребра в мм;

$h$  — высота ребра в мм.

В районе крепления ребра к поясу ширина ребра должна обеспечивать опирание пояса не менее, чем на три четверти его ширины

$$2b \geq 0,75B.$$

При широких поясах последнее условие приводит к применению составных ребер с местными уширениями.

Толщина ребра выбирается в зависимости от его ширины по формуле

$$s \geq \frac{b}{15}.$$

Опорное ребро жесткости может быть проверено на устойчивость как стойка — на действие опорной реакции балки.

### ***Проверочные расчеты прочности***

Учитывая, что на отдельных участках балки одновременно действуют

значительные нормальные и касательные напряжения, необходимо для этих участков произвести проверку прочности по значению приведенных напряжений

$$\sigma_{пр} = \sqrt{\frac{3}{4} \sigma^2 + 3\tau^2 \left(1 - \frac{\sigma^2}{2\tau^2}\right)}.$$

Здесь  $\sigma$  — наибольшее нормальное напряжение в стенке;

$\tau$  — среднее касательное напряжение в том же сечении.

По эпюре напряжений, приведенной на рисунке 1, видно, что максимальные нормальные напряжения имеют место в середине пролета и в местах изменения сечений балки, тогда как касательные напряжения достигают наибольших значений в концевых частях балки. Из этого можно заключить, что по условию распределения главных напряжений наиболее опасным участком балки является сечение, расположенное в месте ближайшего к опоре стыка поясов. Поэтому проверку главных напряжений и следует провести для крайнего волокна вертикального листа этого стыка.

Одновременное действие нормальных и касательных напряжений может оказаться более опасным и для устойчивости отдельных участков вертикального листа балки.

В этом случае необходимо проверить коэффициент запаса на устойчивость, при этом должно быть обеспечено следующее условие:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{кр}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{кр}}\right)^2} \leq 1.$$

Здесь  $\sigma$  и  $\tau$  — нормальное и касательное напряжения в рассматриваемом участке вертикальной, стенки;

$\sigma_{кр}$  и  $\tau_{кр}$  — критические значения напряжений в тех же участках, вычисленные по формулам

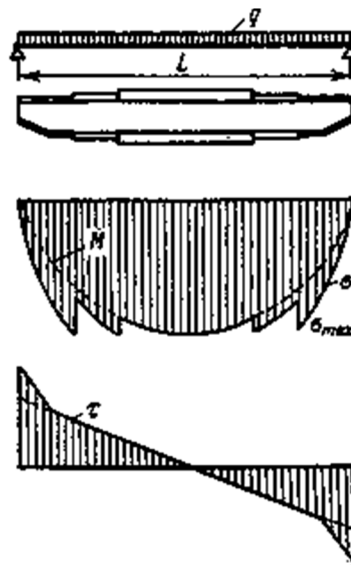


Рисунок 1 — К определению главных напряжений

***Контрольные вопросы:***

1. От чего зависит величина катета поясного шва сварной балки?
2. По какому условию определяется величина катета?
3. Какие напряжения воспринимают поясные швы?
4. Как будет изменяться расчетная величина сварного шва балки при увеличении прочности основного металла?
5. Почему расчетную толщину сварного шва при полуавтоматической и автоматической сварке допускается принимать конструктивно (без расчетов)?
6. Какие мероприятия принимаются для повышения местной устойчивости?
7. Каково рациональное оформление швов, приваривающих ребра жесткости?
8. От чего зависит ширина ребра жесткости?
9. От чего зависит толщина ребра жесткости?
10. В каком сечении балки возникают максимальные нормальные напряжения?
11. В каком сечении балки возникают максимальные касательные напряжения?