

Тема: Расчет прочности и устойчивости сварных балок

Задание для студентов

- 1 Ознакомиться с теоретическим материалом
- 2 Ознакомиться с видеоматериалом по ссылке:

Как посчитать балку на изгиб

https://www.youtube.com/watch?v=WxXW-C0YYeQ&feature=emb_logo

- 3 Составить конспект лекции (объем 3-4 страницы).
- 4 Ответить на контрольные вопросы в **письменном** виде
- 5 Представить **конспект лекции и 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 ira.gnatyuk.60@inbox.ru

ЛЕКЦИЯ

Тема: Расчет прочности и устойчивости сварных балок

- Цели:**
- 1) Ознакомить студентов с основами расчета сварных балок на прочность и жесткость
 - 2) Подготовиться к выполнению практической работы №18

План

1. Расчетная схема главных балок
2. Выбор высоты балки
3. Подбор сечения балки

Теоретические сведения

При проектировании сварных балок необходимо обеспечить не только их надлежащую работоспособность, но и наибольшую экономичность. Повышение экономичности достигается более полным использованием материала (обеспечивающим возможность получения наименьшего веса конструкции) и более высокой технологичностью конструкции (которая обеспечивается выбором форм, допускающих применение высокопроизводительных методов сварки).

Высокая работоспособность сварных балок обеспечивается выполнением требований, установленных условиями прочности, жесткости, устойчивости и выносливости.

Надежная работа сварных балок должна быть, кроме того, обеспечена высоким качеством их изготовления.

Расчетная схема главных балок

Главная балка обычно нагружается в местах сопряжения с вспомогательными балками, которые передают на нее нагрузку в виде своих опорных реакций. В балочных клетках главная балка по концам является свободно опертой на колонны или на стены. Таким образом, расчетная схема главной балки представляет собой балку на двух опорах, нагруженную рядом сосредоточенных сил, как это указано на рисунке 1.

При подборе сечения балки можно применять несколько упрощенные расчетные формулы, имея в виду, что предварительно принятые размеры отдельных элементов будут затем проверены при окончательном расчете прочности всей конструкции. С этой целью может быть использована методика расчета по допускаемым напряжениям с условным определением значения допускаемого напряжения $[\sigma]$ в зависимости от расчетного сопротивления R и некоторого осредненного значения коэффициента перегрузки ρ_0 .

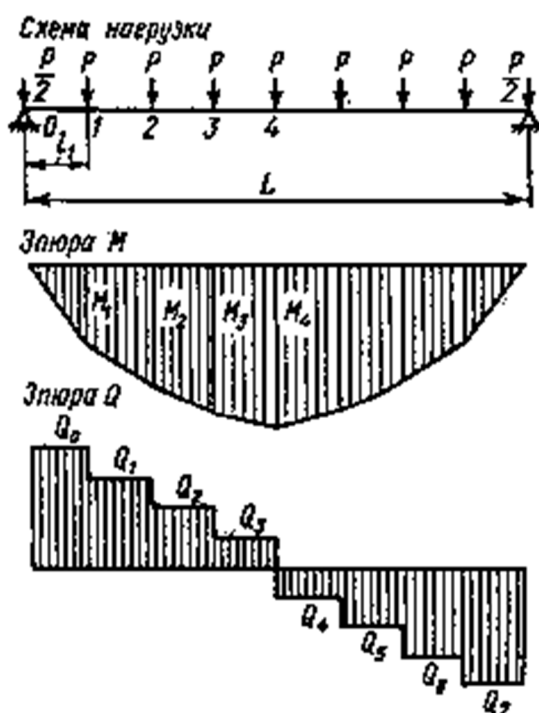


Рисунок 1 – Расчетная схема главной балки

Выбор высоты балки

Определение размеров сечения балки следует начинать с выбора ее высоты.

Высота балки является одним из самых главных размеров ее поперечного сечения. Это следует из того, что такие основные характеристики поперечного сечения при изгибе, как момент сопротивления

и момент инерции, выражаются зависимостями, в которые высота входит во второй и даже в третьей степени.

От выбора высоты вертикального листа балки зависит ее жесткость и вес. Поэтому высота вертикального листа и выбирается исходя из условий обеспечения требуемой жесткости и условий получения меньшего веса. При этом следует иметь в виду, что из этих двух условий первое является обязательным, так как определяется требованиями технических условий, а второе только желательным, поэтому в случае расхождения решений, вытекающих из этих условий, второе решение должно быть подчинено первому.

Условие обеспечения необходимой жесткости балок вытекает из заданных технических условиями ограничений по прогибу.

Определение прогиба балки, нагруженной рядом сосредоточенных сил, с достаточным приближением можно производить по формуле, относящейся к случаю нагружения равномерно распределенной нагрузкой

$$f = \frac{5}{384} \frac{qL^4}{EJ}$$

Выражая момент инерции через момент сопротивления и заменяя последний его зависимостью от изгибающего момента, после подстановки

$$J = W \frac{h}{2} = \frac{M}{R} \frac{h}{2} = \frac{qL^2}{8R} \frac{h}{2},$$

получим

$$h = \frac{5}{24} \frac{R}{E} \frac{L}{f} L.$$

Здесь h - высота балки;

R — расчетное сопротивление;

E — модуль упругости материала;

f — прогиб в середине пролета;

L — пролет балки.

Таким образом, высота балки определяется в зависимости от длины пролета.

Полученное значение должно быть согласовано со вторым условием, по которому обеспечивается получение минимального веса.

Вес балки зависит от высоты сечения. Для балок постоянного сечения, составленного из вертикальной стенки и двух поясов, объем металла может быть сражен следующим образом:

$$V = L (sh + 2F_n).$$

Здесь L — длина балки;

h — высота ее вертикальной стенки;

s — толщина вертикальной стенки;

F_n — площадь поперечного сечения пояса.

Для балки переменного сечения оптимальное значение высоты верти-

кального листа будет несколько меньшим и составит

$$h = 1,3 \sqrt{\frac{M}{s[\sigma]}}$$

или

$$h = 1,3 \sqrt{\frac{M_a}{sR}}$$

В формуле M_a — значение изгибающего момента, определенного с учетом коэффициентов перегрузки; sR — расчетное сопротивление.

При согласовании значений высоты балки, полученных по формулам, следует иметь в виду, что зависимость на участке значений, близких к оптимальному, изменяется очень мало, поэтому даже довольно значительные отклонения в высоте вертикальной стенки не приводят к существенному изменению объема металла. Об этом можно судить по данным рис.2, на котором приведены весовые характеристики для балки равного сопротивления пролетом $L = 20$ м.

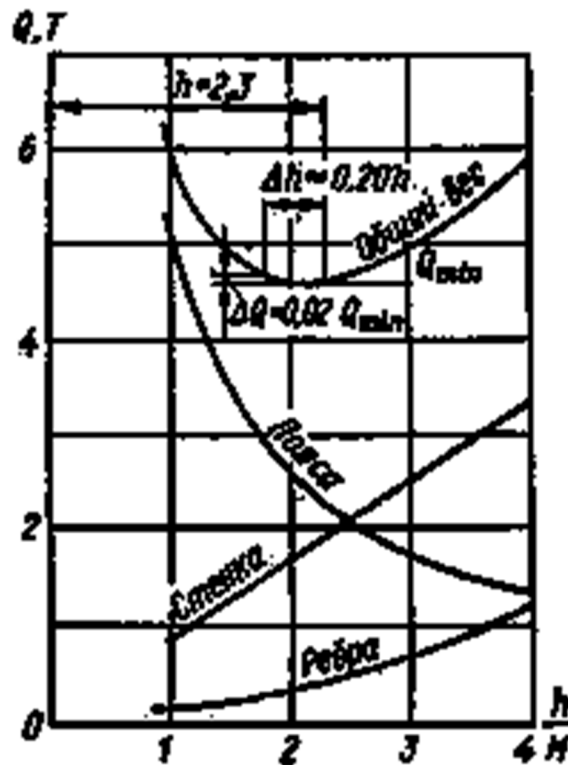


Рисунок 2 – Зависимость веса балки от ее высоты

Таким образом, при определении оптимальной высоты вертикальной стенки можно допускать отклонения от полученных по ней значений в пределах $\pm 20\%$, так как это не вызывает повышения веса более чем на 2%, т. е. будет вполне соответствовать степени точности, обычной для подобных расчетов.

Подбор сечения балки

Для подбора размеров удобнее подобно предыдущим расчетам на устойчивость стенки представить эту зависимость в следующем виде:

$$s_n \geq \frac{\sqrt{R}}{900} b = \frac{\sqrt{R}}{1800} B = \frac{B}{\theta_4}$$

Здесь

$$\theta_4 = \frac{1800}{\sqrt{R}}$$

— коэффициент устойчивости сжатой пластинки, опертой по трем сторонам.

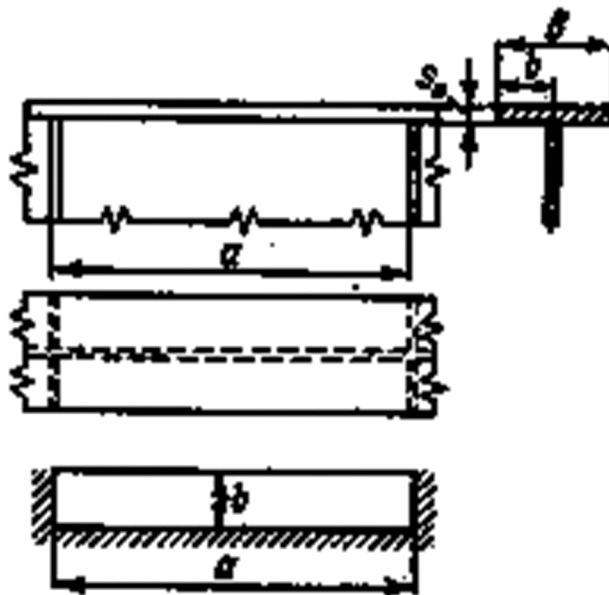


Рисунок 3 – Схема участка пояса для проверки его устойчивости

Критические напряжения для сжатого стержня выражаются формулой

$$\sigma_{кр} = \frac{\pi^2 E}{\lambda^2}$$

Здесь $\lambda = \frac{l}{r}$ — гибкость стержня;

l — длина стержня;

r — радиус инерции его поперечного сечения.

Принимая для пояса радиус инерции равным $r_y = 0,289 B$ может быть получено следующее выражение для определения ширины пояса:

$$B \geq \frac{\sqrt{R}}{1330} l \geq \frac{l}{\theta_5}$$

Здесь

$$\phi_b = \frac{1330}{\sqrt{R}}$$

— коэффициент устойчивости сжатого пояса;

B — ширина пояса;

l — расстояние между связями.

Контрольные вопросы:

- 1 От каких факторов зависит высота изгибаемой балки и можно ли ее назначать произвольно?
- 2 Как произойдет подбор сечений балки, если задана ее высота?
- 3 Как зависит расчетная высота балки от длины пролета и расчетного сопротивления материала балки?
- 4 Какие виды напряжений следует проверить в подобранном сечении балки?
- 5 Какие отклонения расчетных размеров вертикальной стенки сварной балки являются приемлемыми и почему?