

Тема: Определение усилий в стержнях плоских ферм

Задание для студентов

1. Повторить из курса технической механики (раздел «Статика») правила составления уравнений суммы проекций сил на координатные оси
2. Ознакомиться с теоретическим материалом (**не переписывать!**)
3. Ознакомиться с видеоматериалом

Ферма арочная	https://www.youtube.com/watch?v=NgcrBBud1tM&feature=emb_logo
Ферма из профильной трубы двойная	https://www.youtube.com/watch?v=KZZggkJ0Of0&feature=emb_logo

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.gnatyuk60@inbox.ru

ЛЕКЦИЯ

Тема: Определение усилий в стержнях плоских ферм

Цели: 1) Ознакомить студентов со способами расчета сварных ферм
2) Подготовиться к выполнению практической работы №17

План

1. Основные положения
2. Методика расчета
3. Пример расчета

Теоретические сведения

Основные положения

Для упрощения расчета стержневых систем пренебрегают изгибающими моментами в узлах, появление которых является возможным в связи с тем, что действительное конструктивное оформление узлов не является шарнирным и прикрепление всех стержней осуществляется их жестким соединением с узловыми фасонками. Однако возникающие при этом изгибающие моменты в большинстве случаев сравнительно невелики и

поэтому не создают в стержнях больших дополнительных напряжений. Этому способствует длина стержней ферм, которая достаточно велика по сравнению с размерами их поперечных сечений, а габариты узловых фасонок также сравнительно невелики.

Такое допущение равноценно положению о том, что все узлы являются шарнирами и не препятствуют повороту стержней в плоскости фермы.

Для упрощения расчета необходимо, кроме того, при проектировании обеспечить выполнение еще следующих условий:

- оси всех стержней должны располагаться в одной плоскости и быть прямолинейными;
- оси всех стержней, сходящихся в узле, должны пересекаться в одной точке;
- плоскость фермы должна совпадать с плоскостью действия нагрузки.

Практически ни одно из перечисленных выше условий с абсолютной точностью не выполняется, в связи с чем определенные таким образом усилия в стержнях ферм, а следовательно, и вычисленные по ним напряжения рассматриваются лишь как основные, с которыми будут суммироваться дополнительные напряжения, возникающие в результате нарушения указанных выше условий.

Методика расчета

При аналитическом определении усилий в стержнях ферм применяют метод сечений. При этом фермы мысленно разрезаются на две части, из которых одна отбрасывается, а ее действие заменяется соответствующими усилиями, приложенными в рассеченных стержнях так, чтобы эти усилия уравновешивались с оставшимися внешними силами и опорной реакцией.

Для сохранения статической определимости задачи такое сечение может быть произведено одновременно не более чем по трем стержням.

Используя далее способ моментов и проекций (способ Риттера), можно, на основании уравнений равновесия статики, составить три уравнения, необходимые для определения усилий, действующих в этих стержнях.

Пример расчета

Применение метода сечений может быть проиллюстрировано на примере расчета фермы, имеющей раскосную решетку и нагруженную рядом сосредоточенных сил, приложенных в узлах верхнего пояса (рис. 1).

Для определения реакции на опоре A , исходя из условий равновесия, можно составить уравнение моментов относительно точки B .

При этом будем иметь

$$R_a 6d - P_1 5d - P_2 4d - P_3 3d - P_4 2d - P_5 d = 0,$$

откуда

$$R_a = \frac{5P_1 + 4P_2 + 3P_3 + 2P_4 + P_5}{6}$$

Реакция на опоре B будет равна: $R_b = \sum P - R_a$.

Проведя сечение mn , проходящее через пояс и раскос второй панели, и отбрасывая правую часть фермы, заменим ее действие усилиями $N_в$, $N_я$ и S , приложенными к рассеченным поясам и к раскосу.

Уравнения моментов для оставшихся сил и усилий в этих стержнях относительно точек их попарного пересечения O_1 , O_2 и O_3 будут иметь (рис. 1,б) следующий вид:

$$R_a 2d - N_в h_1 - P_1 d = 0;$$

$$R_a d - N_я h_2 = 0;$$

$$R_a h_0 - P_1 (d + h_0) - S h_3 = 0.$$

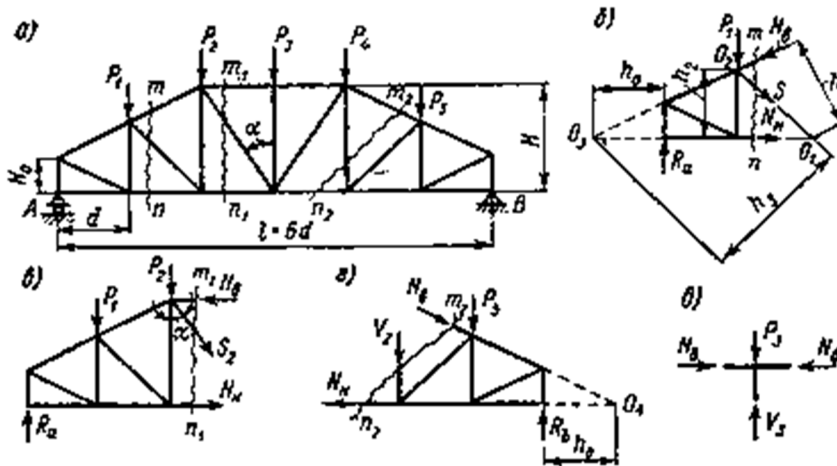


Рисунок 1 – Определение усилий в стержнях:

а – расчетная схема фермы;

б, в, г, д – схемы действия сил в отсеченных частях и в вырезанном узле

Отсюда искомые усилия в стержнях найдутся следующим образом:

$$N_в = \frac{2d}{h_1} R_a - \frac{d}{h_1} P_1$$

$$N_я = \frac{d}{h_2} R_a$$

$$S = \frac{h_0}{h_3} R_a - \frac{h_0 + d}{h_3} P_1$$

Все входящие в эти выражения значения размеров определяются заданной геометрической схемой фермы и ее размерами, Усилия R_a и P_1 по условиям самой задачи также являются величинами известными.

Поэтому задача по определению усилий в стержнях фермы может считаться решенной при условии, когда известна ее расчетная схема (геометрическая схема фермы и действующие на нее нагрузки).

Подобным образом могут быть найдены усилия в поясах для других панелей, а также и усилия в раскосах панелей, расположенных в участках фермы, имеющих наклонный верхний пояс (в данном случае в раскосах крайних участков фермы).

Для определения усилий в раскосах участка фермы, имеющего

параллельные пояса (в данном случае для среднего участка) необходимо составлять уравнение исходя из условия равновесия для суммы проекций всех сил на вертикальную ось (так как для этого случая уравнение моментов использовано быть не может).

В соответствии с рисунком 2, е, будем иметь

$$R_a - P_1 - P_2 - S_2 \cos \alpha = 0,$$

откуда

$$S_2 = \frac{R_a - P_1 - P_2}{\cos \alpha}.$$

Для определения усилия в стойке необходимо сделать сечение m_2n_2 проходящее через пояса и стойку (рисунок 2, з), тогда, составляя уравнение равновесия по моментам относительно точки O_4 , будем иметь

$$V_2 (2d + h_0) + P_2 (d + h_0) - R_b h_0 = 0$$

откуда получим

$$V_2 = \frac{R_b h_0 - P_2 (d + h_0)}{2d + h_0}.$$

Для определения усилия в средней стойке фермы следует воспользоваться способом вырезания узла. При этом, составляя условие равновесия по сумме проекций на вертикальную ось, в соответствии с рисунком 2, д, будем иметь

$$V_3 = P_3.$$

Применяя способ вырезания узла также и для определения усилий в опорных стойках, будем иметь

$$V_0 = R_a; \quad V_6 = R_b.$$

Применяя способ вырезания узла к опорным узлам и составляя уравнения равновесия по сумме проекций всех сил на горизонтальную ось, можно убедиться в том, что крайние панели нижнего пояса оказываются совсем ненагруженными, т. е. для данных условий они являются нулевыми стержнями фермы.

Контрольные вопросы:

1. Какими двумя способами можно определить расчетные усилия в стержнях ферм?
2. Из какого количества стоек раскосов состоит ферма, показанная на рис.1?
3. В чем заключается способ вырезания узлов?
4. В чем заключается метод сечений?
5. Какие условия (упрощения) должны выполняться для упрощения расчета усилий в стержнях фермы?
6. Чему равно усилие в стержнях опорных узлов?