

Практическая работа №18

Решение задач на расчет статически определимых плоских ферм путем построения диаграммы Максвелла-Кремоны

Содержание

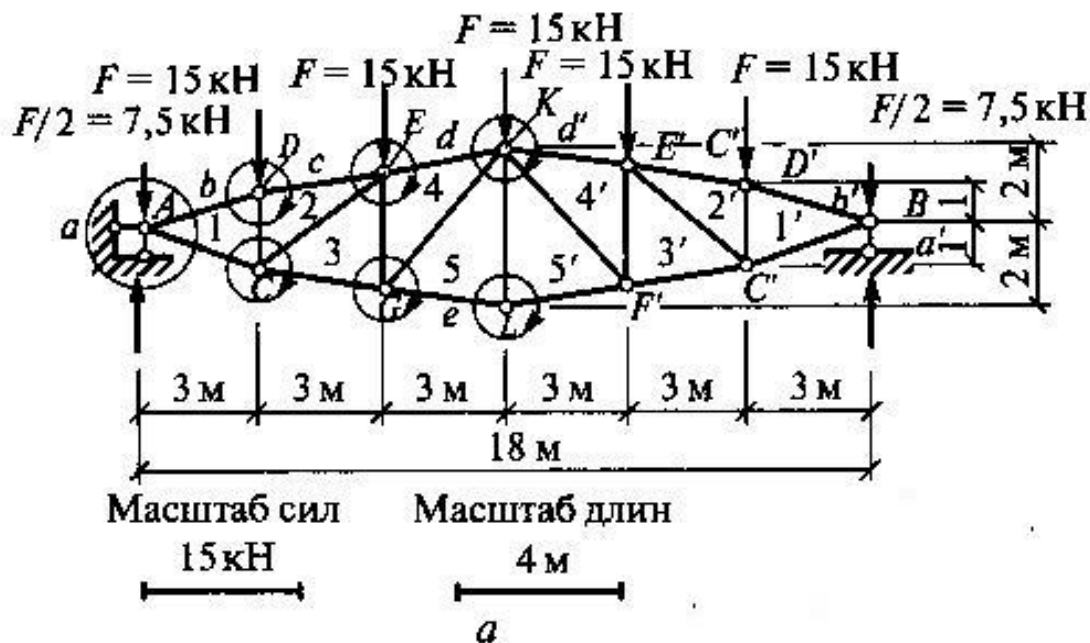
1. Цель работы
2. Условия задания
3. Решение
 - 3.1 Вычерчиваем геометрическую схему фермы в масштабе
 - 3.2 Обозначим поля:
 - 3.3 Определяем опорные реакции фермы
 - 3.4 Строим диаграмму усилий
4. Графическая часть
5. Вывод
6. Список литературы

1. **Цель работы:** научиться определять усилия в стержнях фермы построением диаграммы Максвелла-Кремоны.

2. **Условие задания:** Определить усилия в стержнях, путем построения диаграммы Максвелла – Кремоны.

3. **Решение.**

3.1. Вычерчиваем геометрическую схему фермы в масштабе, например 1: 100 .



3.2. **Обозначим поля:**

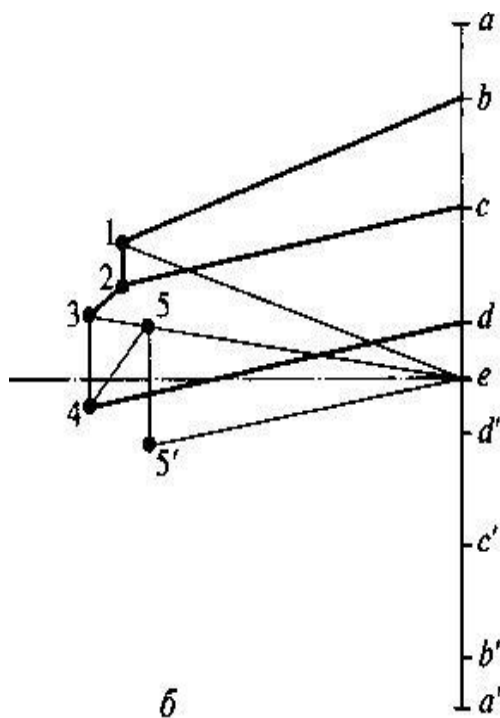
внешние: $a, b, c, d, d', c', b', a'$;

внутренние: $1, 2, 3, 4, 5, 5', 4', 3', 2', 1'$.

3.3. Определяем опорные реакции фермы:

а) выбираем масштаб сил: в 1 см – 15 кН;

б) строим силовую линию $a - b - c - d - d' - c' - b' - a'$ из внешних сил (рис. 23, б);



в) определяем опорные реакции, показав их предварительно на схеме фермы. Разделим силовую линию пополам. Середина ее находится между точками $d - d'$ и совпадает с точкой e , которой обозначено поле, расположенное между опорными реакциями. Отрезок $a' - e$, измеренный в масштабе сил, представляет собой правую опорную реакцию. На схеме фермы правая опорная реакция лежит между полями a' и e и обозначается $a' - e$. Отрезок силовой линии $e - a$ представляет собой левую опорную реакцию. Длины отрезков $a' - e$ и $e - a$ равны 3 см, поэтому каждая опорная реакция равна $3 \cdot 15 = 45$ кН.

3. 4. Строим диаграмму усилий:

а) мысленно вырезаем узел A , в котором сходятся два стержня, которые назовем $b - 1$ и $1 - e$. на силовой линии уже есть точки b и e . Проведем через точку b линию, параллельную стержню $b - 1$, а через точку e – линию, параллельную стержню $1 - e$. Точку их пересечения обозначим цифрой 1. Длина линии $b - 1$ равна 3,8 см. Помня, что в принятом масштабе 1 см = 15 кН, получим усилие в стержне $b - 1$, равное $3,8 \cdot 15 = 57$ кН. Длина линии $1 - e$ также равна 3,8 см, т.е. усилие $1 - e$ тоже равно 57 кН.

Определим знак усилия $b - 1$: на схеме фермы (см. рис. 23, а) стержень верхнего пояса читается $b - 1$; на диаграмме усилий (см. рис. 23, б) движение от точки b к точке 1 направлено справа налево.

Перенесем это направление движения (справа налево) на стержень $b - 1$ (см. рис. 23, а) – оно направлено к узлу, т.е. стержень сжат. Усилие $b - 1$ обозначено жирной линией. Определим знак усилия $1 - e$: на схеме фермы стержень читается $1 - e$; на диаграмме усилий движение от точки 1 к точке e направлено слева направо. Перенесем это направление движения на стержень фермы – оно направлено от узла, т.е. стержень растянут. Усилие $1 - e$ на диаграмме обозначено тонкой линией;

б) вырезаем узел D . В нем сходятся три стержня: $1 - b$, $c - 2$ и $2 - 1$. Усилие в стержне $1 - b$ найдено из рассмотрения узла A , а усилия в стержнях $c - 2$ и $2 - 1$ неизвестны. На диаграмме усилий уже есть точки c и 1. Проведем через точку c линию, параллельную стержню $c - 2$, а через точку 1 – линию, параллельную стержню $2 - 1$, до взаимного пересечения. Точку пересечения линий обозначим цифрой 2 (номером поля, которое лежит между стержнями, усилия в которых отыскиваются). Отрезок $c - 2$ равен 3,65 см, следовательно, усилие в нем равно $3,65 \cdot 15 = 54,8$ кН. Отрезок $2 - 1$ равен 0,4 см, усилие в нем равно $0,4 \cdot 15 = 6$ кН.

Определим знак усилия в стержне $c - 2$: на схеме фермы стержень читается $c - 2$; на диаграмме усилий движение от точки c к точке 2 направлено справа на лево; перенесем это направление движения на стержень $c - 2$ – оно направлено к узлу D , т.е. стержень сжат (на диаграмме усилие показано жирной линией).

Определим знак усилия $2 - 1$: на схеме фермы стержень читается $2 - 1$; на диаграмме усилий движение от точки 2 к точке 1 направлено снизу вверх. Перенесем это движение на стержень $2 - 1$ – оно направлено к узлу D , т. е. стержень сжат (на диаграмме усилие показано жирной линией);

в) рассмотрим узел C . В этом узле сходятся четыре стержня, причем усилия в двух из них ($e - 1$ и $1 - 2$) уже определены, а в двух ($2 - 3$ и $3 - e$) неизвестны. На диаграмме усилий уже есть точки 2 и e . Проведем через точку 2 линию, параллельную стержню $2 - 3$, а через точку e – линию, параллельную стержню $3 - e$.

Точку пересечения этих линий обозначим цифрой 3, соответствующей полю, которое лежит между стержнями 2—3 и 3-е. Длина линии 2—3 на диаграмме равна 0,45 см. Это значит, что усилие в стержне 2—3 равно $0,45 \cdot 15 = 6,75$ кН. Длина линии 3-е равна 4 см, т.е. усилие в стержне 3-е равно $4 \cdot 15 = 60$ кН.

Определим знак усилия 2—3: на схеме стержень фермы читается 2—3; на диаграмме усилий движение от точки 2 к точке 3 направлено сверху вниз. Перенесем это движение на стержень 2—3 — оно направлено к узлу С, т. е. стержень сжат (на диаграмме — жирная линия). Определим знак усилия 3-е: стержень нижнего пояса читается 3-е; на диаграмме усилий движение от точки 3 к точке е направлено слева направо. Перенесем это движение на стержень 3-е — оно направлено от узла С, т. е. стержень растянут (на диаграмме — тонкая линия);

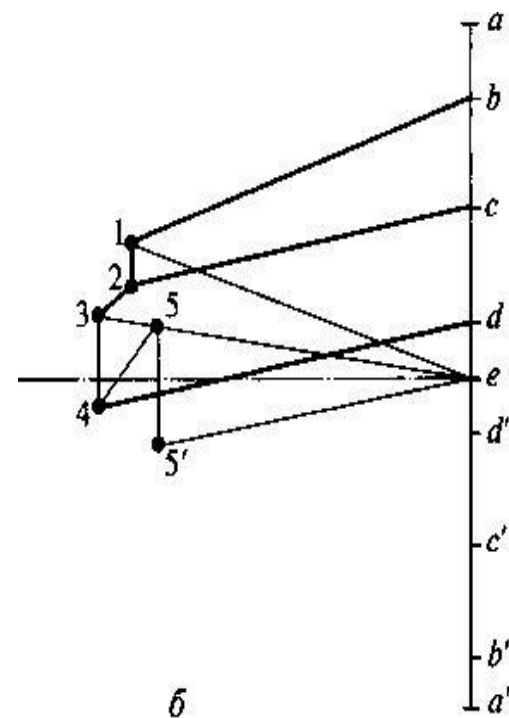
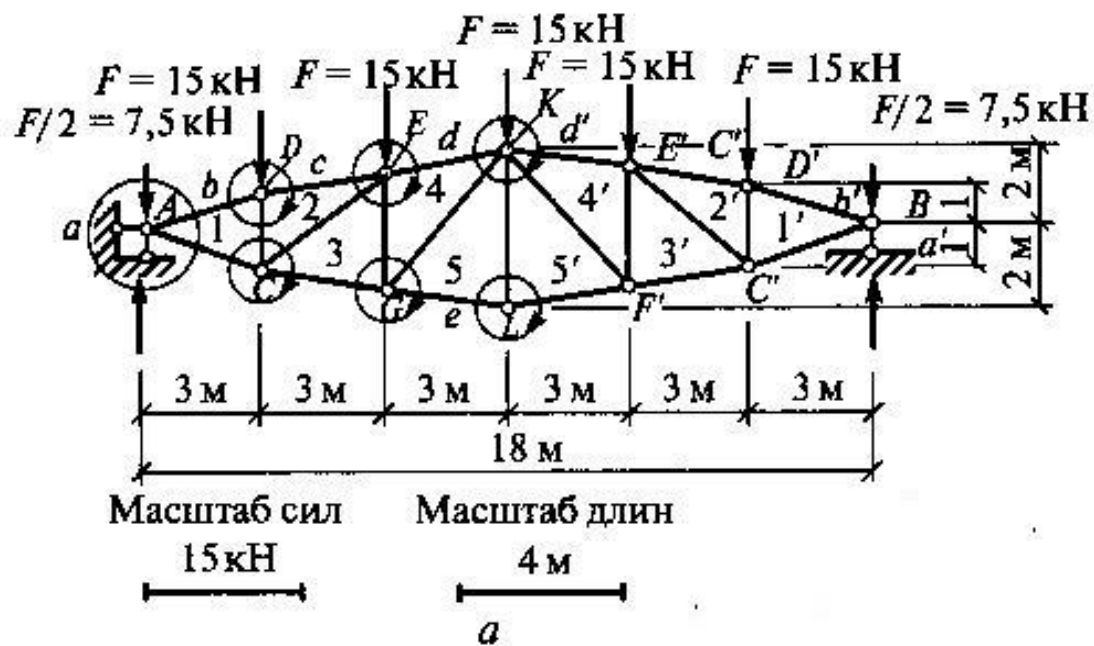
г) рассмотрим узел *E*. В этом узле неизвестны усилия в стержнях *d*—4 и 4—3. На диаграмме проводим через точки *d* и 3 линии, параллельные стержням *d*—4 и 4—3, до пересечения в точке, которую обозначим цифрой 4. Усилие в стержне *d*—4 равно $4 \cdot 15 = 60$ кН, а в стержне 4—3 — $0,8 \cdot 15 = 12$ кН. Оба стержня сжаты;

д) узел *G*. В нем неизвестны усилия 4—5 и 5—е. На диаграмме проводим линии через точки 4 и е параллельно стержням 4—5 и 5—е, получим точку 5. Усилие в стержне 4—5 равно $0,9 \cdot 15 = 13,5$ кН (он растянут), в стержне 5—е — $3,4 \cdot 15 = 51$ кН (тоже растянут);

е) узел *L*. В нем неизвестны усилия в стержнях 5—5' и 5'—е. На диаграмме проводим линии параллельно этим стержням через точки 5 и е, получим точку 5'. Усилие в стержне 5—5' равно $1,1 \cdot 15 = 16,5$ кН (он растянут). Из диаграммы видно, что линия е—5' симметрична линии е—5 (или точка 5' расположена симметрично точке 5 относительно горизонтальной линии, проходящей через точку е).

На этом можно закончить построение диаграммы, так как усилия в симметричных стержнях одинаковы. Заполним таблицу усилий (табл. 1).

4. Графическая часть



5. Вывод

6. Использованная литература