Практическая работа №18
Решение задач на расчет статически определимых плоских ферм путем построения диаграммы Масквелла-Кремоны

Содержание

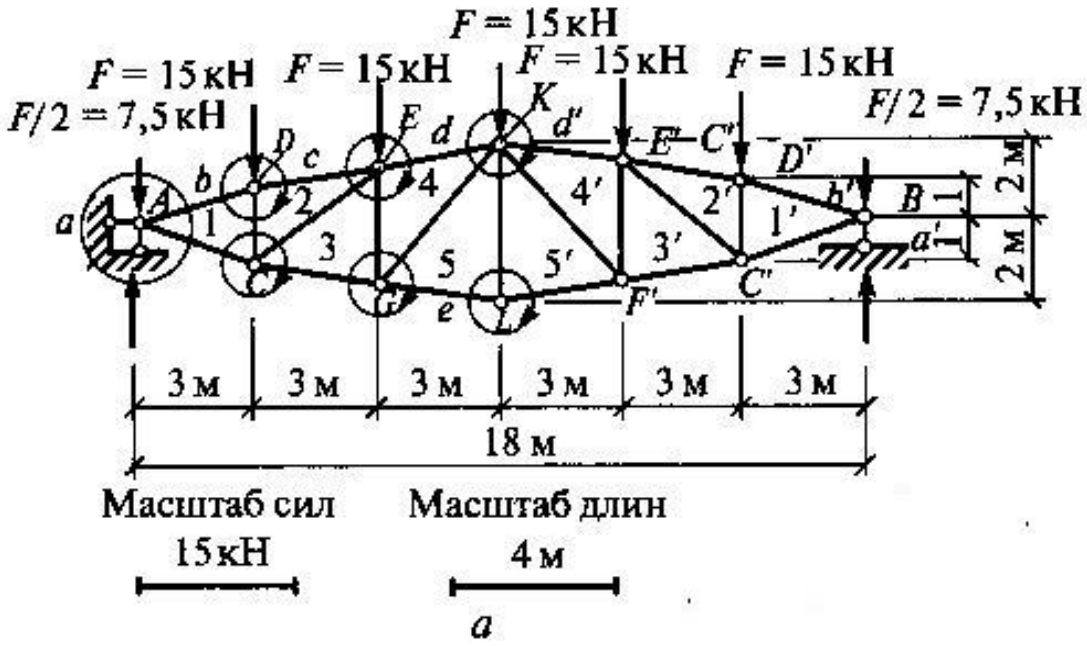
1. Цель работы
2. Условия задания
3. Решение
3.1 Вычерчиваем геометрическую схему фермы в масштабе
3.2 Обозначим поля:
3.3 Определяем опорные реакции фермы
3.4 Строим диаграмму усилий
4. Графическая часть
5. Вывод
6. Список литературы

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:*

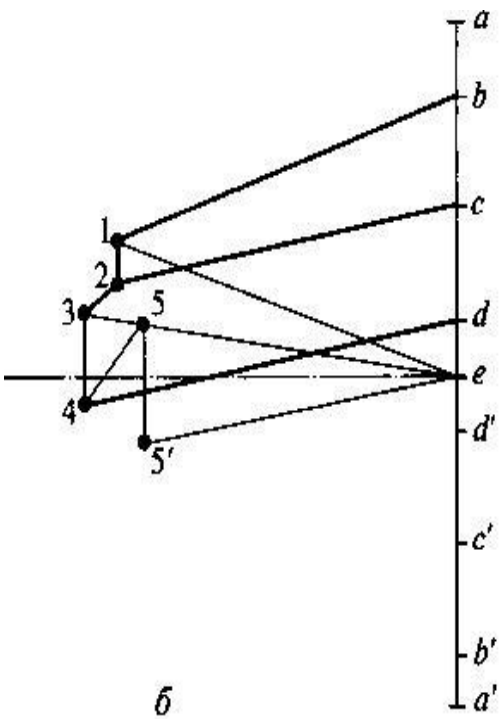
внешние: *a, b, c, d, d', c ', b ', a '*;

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 · 15 = 45 кН.

3. 4. *Строим диаграмму усилий:*

а) мысленно вырезаем узел *А*, в котором сходятся два стержня, которые назовем *b* – 1 и 1 – *е.* на силовой линии уже есть точки *b* и *е.* Проведем через точку *b* линию, параллельную стержню *b* – 1, *а через точку е* – линию, параллельную стержню 1 – *е.* 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 · 15 = 57 кН. Длина линии 1 – *е* также равна 3,8 см, т.е.усилие 1 – *е* 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 – *е*: на схеме фермы стержень читается 1 – *е*; на диаграмме усилий движение от точки 1 к точке *е* направлено слева направо. Перенесем это направление движения на стержень фермы -оно направлено от узла, т.е. стержень растянут. Усилие 1 – *е* на диаграмме обозначено тонкой линией;

б) вырезаем узел *D.* В нем сходятся три стержня: 1 – *b, с* – 2 и 2 – 1. Усилие в стержне 1 – *b* найдено из рассмотрения узла *А,* а усилия в стержнях *с* – 2 и 2 – 1 неизвестны. На диаграмме усилий уже есть точки *с* и 1. Проведем через точку *с* линию, параллельную стержню *с* – 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 *с* – 2 равен 3,65 см, следовательно, усилие в нем равно 3,65 · 15 = 54,8 кН. Отрезок 2 – 1 равен 0,4 см, усилие в нем равно 0,4 · 15 = 6 кН.

Определим знак усилия в стержне *с* – 2: на схеме фермы стержень читается *с* – 2; на диаграмме усилий движение от точки *с* к точке 2 направлено справа на лево; перенесем это направление движения на стержень *с* – 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 С. В этом узле сходятся четыре стержня, причем усилия в двух из них *(е*— 1 и 1—2) уже определены, а в двух(2—3 и *3-е)* неизвестны. На диаграмме усилий уже есть точки 2 и *е.* Проведем через точку 2 линию, параллельную стержню 2—3,а через точку *е* — линию, параллельную стержню *3-е.*

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 • 15 = 6,75 кН. Длина линии *3-е* равна 4 см, т.е. усилие в стержне *3-е* равно 4 • 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);

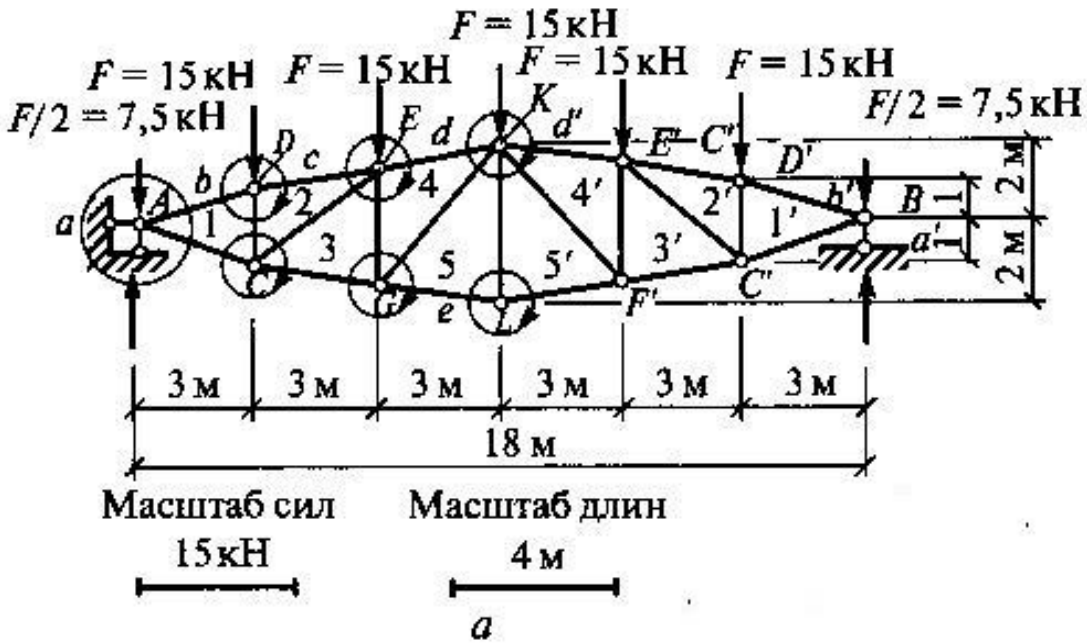
г)рассмотрим узел *Е.* В этом узле неизвестны усилия в стержнях *d* —4 и 4—3. На диаграмме проводим через точки *d* и *3* линии, параллельные стержням *d*— 4 и 4—3, до пересечения в точке, которую обозначим цифрой 4. Усилие в стержне *d*— 4 равно 4 • 15 = 60 кН, а в стержне 4—3 — 0,8 • 15 = 12 кН. Оба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

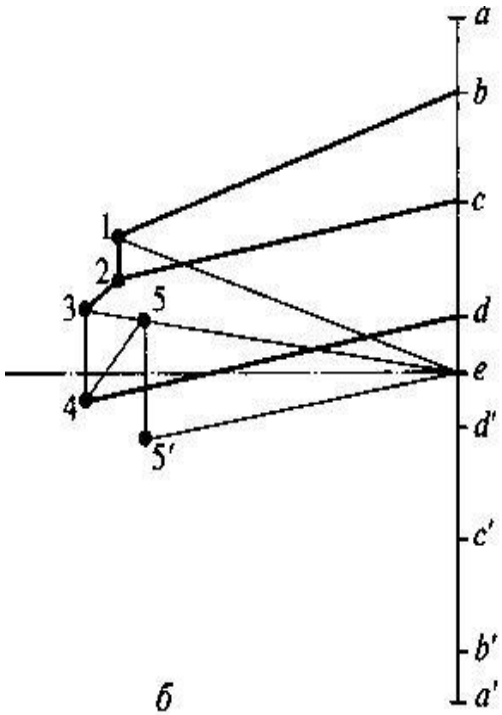
д) узел *G.* В нем неизвестны усилия 4—5 и 5—*е.* На диаграмме проводим линии через точки 4 и *е* параллельно стержням 4—5 и 5—*е,* получим точку 5. Усилие в стержне 4—5 равно 0,9 • 15 == 13,5 кН (он растянут), в стержне 5—*е* — 3,4 -15 = 51 кН (тоже растянут);

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 • 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