



*Расчет и конструирование фермы.
Определение нагрузок на ферму.
Определение усилий в стержнях
фермы.*

Выполнили:

*Демченко Виктория
Шестерова Екатерина
Группа 2015/1*

ПОРЯДОК РАСЧЕТА ФЕРМ.

Принят следующий порядок расчета ферм.

- 1. Определение узловых нагрузок, действующих на ферму.*
- 2. Определение усилий в стержнях фермы.*
- 3. Подбор поперечного сечения нижнего пояса.*
- 4. Подбор поперечного сечения верхнего пояса.*
- 5. Подбор сечений раскосов.*
- 6. Подбор сечений стоек.*
- 7. Расчет и конструирование опорного узла.*
- 8. Расчет и конструирование промежуточных узлов.*

Рекомендуется после выполнения первых шести пунктов этого перечня сразу же приступить к вычерчиванию фермы и в дальнейшем вести расчет и конструирование параллельно.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УЗЛОВЫХ НАГРУЗОК.

При определении усилий принимается, что все нагрузки (включая собственный вес фермы) приложены к узлам верхнего пояса, в виде сосредоточенных сил G и P .

Сила G - постоянная нагрузка (собственный вес).

Сила P - временной нагрузки (снеговая нагрузка).

Постоянная расчетная узловая нагрузка определяется по формуле:

$$G = (q + q_{св}) \cdot a \cdot d / \cos(\alpha).$$

Где :

q – полная расчетная постоянная нагрузка на 1 м^2 поверхности кровли,

$q_{св}$ – расчетное значение собственного веса фермы, приведенное к 1 м^2 поверхности кровли,

a – шаг ферм,

d – длина горизонтальной проекции панели фермы,

α – угол наклона верхнего пояса.

Нагрузку q можно определить так:

Нагрузку q можно определить так:

$$q = q_1 + q_2 + q_3$$

где: q_1 – собственный вес 1 м^2 покрытия (гидроизоляционный рубероидный ковер, настилы, утеплитель) с учетом коэффициента надежности по нагрузке γ_f (при учете собственного веса утеплителя $\gamma_f = 1,2$, для остальных материалов $\gamma_f = 1,1$);

q_2 – собственный вес прогона, отнесенный к 1 м^2 площади покрытия:

$$q_2 = A_{\text{пр}} \cdot \gamma \cdot \gamma_f \cdot (1/d),$$

где: $A_{\text{пр}}$ – площадь поперечного сечения прогона,
 γ – объемный вес древесины, определяемый по данным, приведенным в [приложении 1](#);

q_3 – собственный вес стропильной ноги, отнесенный к 1 м^2 площади покрытия: $q_3 = A_{\text{стр}} \cdot \gamma \cdot \gamma_f \cdot (1/C),$

где: $A_{\text{стр}}$ – площадь поперечного сечения стропильной ноги,
 C – расстояние между стропильными ногами (шаг стропил).

Нагрузка $q_{\text{св}}$ определяется по формуле:

где: $p_{\text{сн}}$ – расчетная снеговая нагрузка на 1 м^2 поверхности кровли,

l – пролет фермы,

l_k – коэффициент, зависящий от места и назначения фермы

Временная узловая нагрузка определяется по формуле:

$$P = P_{\text{ch}} \cdot a \cdot \frac{d}{\cos \alpha}$$

Кроме вертикальных нагрузок, на фермы также действуют горизонтальные – ветровые нагрузки. Однако, при принятых уклонах кровли (угол наклона $\alpha < 30^\circ$), согласно действующим нормам проектирования, ветровые нагрузки на фермы не учитываются.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСИЛИЙ В СТЕРЖНЯХ ФЕРМЫ.

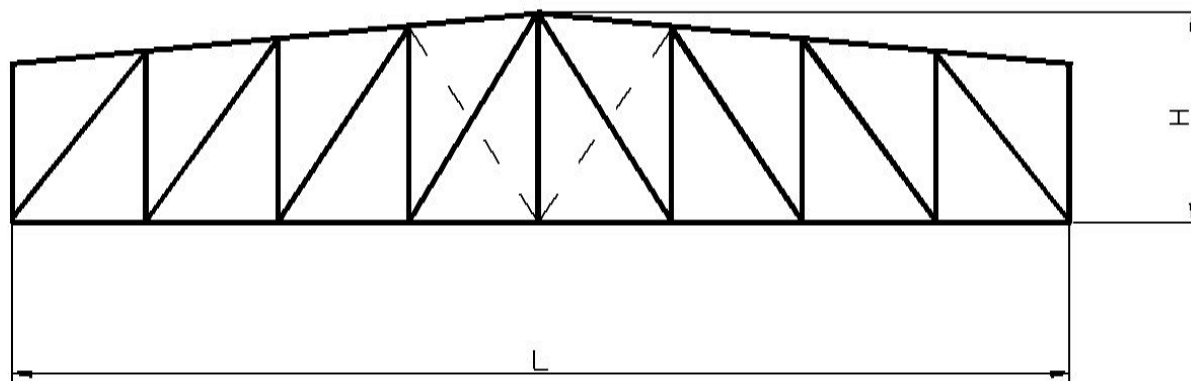
При определении усилий в элементах стержневой фермы рассматриваемого курсового проекта все нагрузки считают приложенными в узлах верхнего пояса в виде сосредоточенных сил G и P , узлы при этом считают шарнирными. Рассмотрим метод с использованием числовых таблиц усилий от некоторых условных единичных нагрузок.

Ищем наибольшие усилия в каждом элементе фермы при самой невыгодной комбинации временных нагрузок. Временная нагрузка может иметь следующие положения:

- а) распределена по всему пролету фермы;*
- б) распределена односторонне на половине пролета фермы.*

Постоянная нагрузка (собственный вес) распределена по всему пролету фермы.

Для работы поясов наихудшие условия получаются при временной нагрузке, распределенной по всему пролету фермы. Усилия в решетке ферм обычно достигают наибольших значений при односторонней временной нагрузке на половине пролета фермы. Почти во всех схемах ферм, кроме треугольной, односторонняя нагрузка вызывает перемену знака усилий в элементах решетки, расположенных в средней части. При появлении сжимающих усилий в средних или близких к середине стойках полигональных ферм в этих панелях ставят дополнительный встречный раскос (на рис.1 показан пунктиром). Эти дополнительные "обратные" раскосы работают при одностороннем загрузении временной нагрузкой

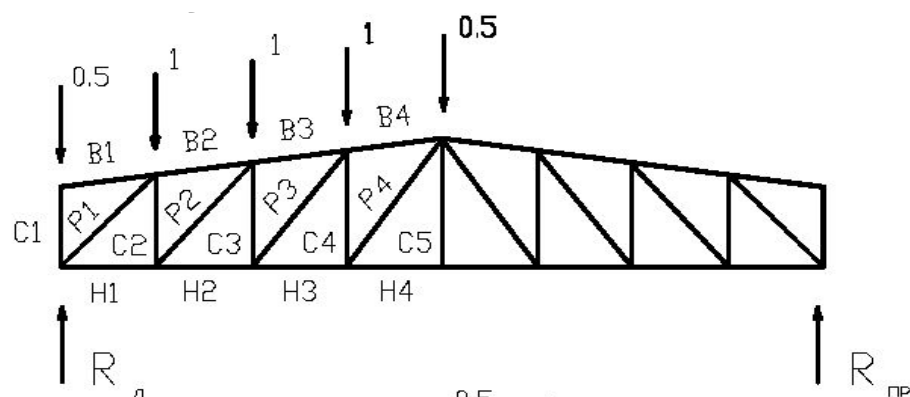


рис

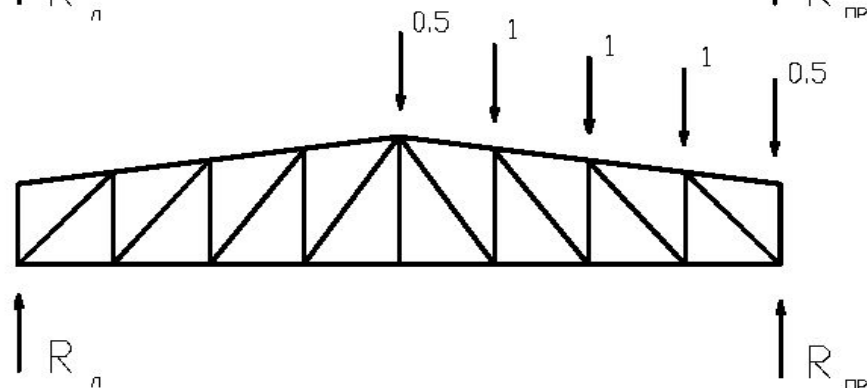
2.1. Определение усилий в полигональной ферме.

Рассмотрим следующие три загрузения полигональной фермы (рис.2).

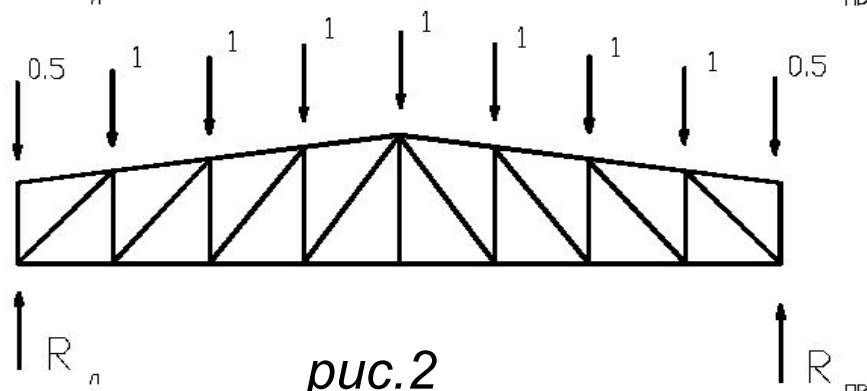
В таблице
загружения



Загружение 1



Загружение 2



Загружение 3

рис.2

Определить наибольшие усилия от реальных нагрузок в стержнях фермы можно следующим образом:

$$N_{max} = N_G + N_P,$$

где N_G – усилие от постоянной нагрузки $N_G = N_{ED}^{(3)} \cdot G$

N_P – усилие от временной нагрузки (как было сказано выше, временная нагрузка может быть приложена в нескольких комбинациях, поэтому N_P может иметь тройное значение:

$$N_P = N_{ED}^{(1)} \cdot P; \quad N_P = N_{ED}^{(2)} \cdot P; \quad N_P = N_{ED}^{(3)} \cdot P.$$

Из этих трех значений нужно выбрать то, которое в сумме с N_G даст максимальное усилие в элементе фермы. Отметим, что для поясов фермы, как уже было сказано выше, N_P определяется однозначно:

2.2. Определение усилий в треугольной ферме.

Так как в треугольных фермах при одностороннем нагружении временной нагрузкой работают только стержни нагруженной половины этих ферм (стержни решетки незагруженной половины совершенно не работают), достаточно рассмотреть одну схему нагружения (загружение № 3)

Максимальное усилие в стержнях от реальной постоянной и временной нагрузки определяют как

$$N_{\max} = N_{\text{ед}} \cdot (G + P),$$

где $N_{\text{ед}}$ см. в [табл. 2](#)

Приложение 1 Плотность древесины

Порода древесины	Плотность древесины КГ/м³ в конструкциях для условий эксплуатации	
	А1, А2, Б1, Б2	Всех остальны х
<u>Хвойные:</u> лиственница, сосна, ель, пихта, кедр <u>Твердые</u> <u>лиственные:</u> дуб, береза, бук, ясень, клен, граб, акация, вяз. <u>Мягкие</u> <u>лиственные:</u> осина, тополь,	650 500 700 500	800 600 800 600

<i>Элемент</i>	<i>Усилия в стержнях фермы</i>		
	<i>Загружение 1</i>	<i>Загружение 2</i>	<i>Загружение 3</i>
<i>B1</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>
<i>B2</i>	<i>-2,43</i>	<i>-0,97</i>	<i>-3,4</i>
<i>B3</i>	<i>-3,55</i>	<i>-1,77</i>	<i>-5,32</i>
<i>B4</i>	<i>-3,67</i>	<i>-2,44</i>	<i>-6,11</i>
<i>H1</i>	<i>2,42</i>	<i>0,97</i>	<i>3,39</i>
<i>H2</i>	<i>3,53</i>	<i>1,76</i>	<i>5,29</i>
<i>H3</i>	<i>3,65</i>	<i>2,43</i>	<i>6,08</i>
<i>H4</i>	<i>3,0</i>	<i>3,0</i>	<i>6,0</i>
<i>P1</i>	<i>-3,48</i>	<i>-1,39</i>	<i>-4,87</i>
<i>P2</i>	<i>-1,68</i>	<i>-1,20</i>	<i>-2,88</i>
<i>P3</i>	<i>-0,19</i>	<i>-1,06</i>	<i>-1,25</i>
<i>P4</i>	<i>1,08</i>	<i>-0,95</i>	<i>0,13</i>
<i>C1</i>	<i>-0,5</i>	<i>0</i>	<i>-0,5</i>
<i>C2</i>	<i>1,26</i>	<i>0,9</i>	<i>2,16</i>
<i>C3</i>	<i>0,15</i>	<i>0,82</i>	<i>0,97</i>
<i>C4</i>	<i>-0,86</i>	<i>0,76</i>	<i>-0,1</i>
<i>C5</i>	<i>0</i>	<i>0</i>	<i>0</i>

Таблица 1

Таблица
2

Элемент	Усилия в элементах фермы
	N_{ED}
<i>B1</i>	-6,72
<i>B2</i>	-5,38
<i>B3</i>	-4,03
<i>H1</i>	6,25
<i>H2</i>	6,25
<i>H3</i>	5,0
<i>P1</i>	-1,34
<i>P2</i>	-1,6
<i>C1</i>	0
C2	0,5
<i>C3</i>	2,0