

**Департамент образования Вологодской области
бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Вологодской области
«ВОЛОГОДСКИЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОЛЛЕДЖ»**

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим работам

по МДК.01.01 «Проектирование зданий и сооружений»

Раздел 2. Строительные конструкции

Часть 5. Соединения элементов строительных конструкций.

Фермы и арки

Специальность 08.02.01

«Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»

базовая подготовка

2017 г.

Рассмотрено на заседании предметно - цикловой комиссии общепрофессиональных, специальных дисциплин и дипломного проектирования по специальностям 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений», 08.02.07 «Монтаж и эксплуатация внутренних сантехнических устройств, кондиционирования воздуха и вентиляции», 43.02.08 «Сервис домашнего и коммунального хозяйства».

Данные методические указания предназначены для студентов специальности «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений» (базовая подготовка) БПОУ ВО «Вологодский строительный колледж» при выполнении практических работ по МДК.01.01 «Проектирование зданий и сооружений» р.2. Строительные конструкции

Объем практических работ по части 5 составляет 12 часов.

Автор:

Е.А.Мирошниченко, преподаватель спецдисциплин Вологодского строительного колледжа

Наименование методических указаний	Количество часов
Часть 1. Проектирование сжатых строительных конструкций	18
Часть 2. Проектирование каменных и армокаменных конструкций	10
Часть 3. Изгибаемые строительные конструкции	18
Часть 4. Основания и фундаменты	4
Часть 5. Соединения элементов строительных конструкций. Фермы и арки	12
ВСЕГО практических работ	62
Курсовая работа	20

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Практическая работа №18 Расчет и конструирование стыкового и углового сварного шва	4
Практическая работа №19 Соединения элементов деревянных конструкций	7
Практическая работа №20 Расчет и конструирование узла стальной стропильной фермы	10
Практическая работа №21 Подбор сечения стержней деревянной фермы	16
ПРИЛОЖЕНИЯ	
Приложение А	19
Приложение Б	23
Приложение В	31

Практическая работа №18

Расчет и конструирование стыкового и углового сварного шва

Цель: Научиться выполнять расчет стыкового и углового сварного шва.

Исходные данные: Индивидуальные задания, табл. А-1, А-2

Приобретаемые умения: Расчет и конструирование сварных швов, работа с нормативно-справочной и методической литературой.

Норма времени: 2 часа

Отчетный материал: решенная задача.

Задача 1: Определить ширину соединяемых элементов из учета обеспечения прочности стыкового сварного шва. Растягивающая сила. Сварка ручная электродуговая с визуальным контролем качества шва.

Дано: растягивающая сила $N, кН$; марка стали; толщина соединяемых листов $t, мм$; коэффициент условия работы $\gamma_c = 1$; коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$ (табл. А-1).

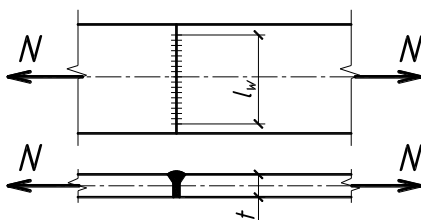


Рисунок 1 - Определение ширины листов.

Методические указания

1. Определяем нагрузку с учетом коэффициента надежности по ответственности $\gamma_n = 1$:

$$N = N \cdot \gamma_n, кН$$

2. Определяем расчетное сопротивление стали по пределу текучести $R_y, МПа$ по табл.Б-1

3. Определяем расчетное сопротивление стыкового сварного шва (так как шов работает на растяжение при визуальном контроле качества),

$$R_{wy} = 0,85 \cdot R_y, МПа \rightarrow кПа$$

4. Определяем расчетную длину шва:

$$l_w = \frac{N}{R_{wy} \cdot \gamma_c}, \text{ м} \rightarrow \text{см}$$

5. Находим длину шва с учетом непровара и кратера:

$$l = l_w + 2 \cdot t, \text{ см}$$

округляем кратно 0,5 см и принимаем ширину листов и, соответственно, длину шва.

Задача 2: Рассчитать прикрепление двух уголков к фанонке фермы толщиной t . Уголки и фанонка фермы выполнены из одинаковой стали. На стержень действует растягивающее усилие $N, \text{ кН}$. Сварка ручная электродуговая. Климатический район строительства П4.

Дано: номер уголка; толщина фанонки $t, \text{ мм}$; марка стали; растягивающая сила $N, \text{ кН}$; коэффициент условия работы $\gamma_c = 0,95$; коэффициент надежности по ответственности $\gamma_n = 1$ (табл. А-2).

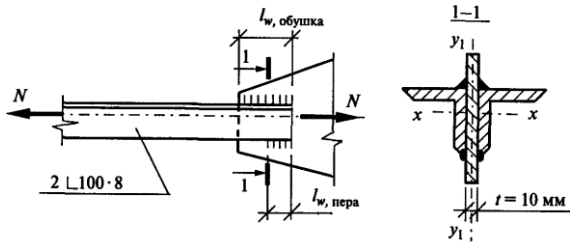


Рисунок 2 – Прикрепление стержня фермы к фанонке.

Методические указания

1. Определяем группу конструкции. Стержень фермы относится ко 2-й группе, а фанонка фермы – к 1-й группе.
2. Принимаем марку электродов по табл.Б-2 для сварки элементов, относящихся к данной группе конструкций и соответствующей марки стали.
3. Определяем расчетные сопротивления сварных угловых швов по табл.Б-3:

$$R_{wf}, \text{ МПа} \rightarrow \text{кПа}$$

$$R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un}$$

R_{un} - нормативное сопротивление стали, принятое по временному сопротивлению (табл.Б-1)

$$R_{un}, МПа \rightarrow кПа$$

4. Принимаем высоту катетов швов одинаковую по перу и по обушку уголков $k_f = 6 мм = 0,006 м$; высота катета принята больше минимальной высоту $k_{f,min} = 5 мм$

5. Коэффициенты: $\beta_f = 0,7$, $\beta_z = 1,0$

6. Коэффициенты $\gamma_{wf} = 1,0$, $\gamma_{wz} = 1,0$

7. Определяем расчетную длину швов по металлу шва:

$$l_w = \frac{N}{\beta_f \cdot k_f \cdot R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c}, м$$

8. Определяем расчетную длину швов по металлу границы сплавления:

$$l_w = \frac{N}{\beta_z \cdot k_z \cdot R_{wz} \cdot \gamma_{wz} \cdot \gamma_c}, м$$

9. Длины швов принимаем по наибольшей длине. Следует учитывать, что эта длина шва требуется для прикрепления 2х уголков. Распределяем швы между уголками – по перу 30% и обушку уголка 70%:

$$l_{w,обушка} = \frac{0,7 \cdot l_w}{2}, м$$

с учетом непровара принимаем:

$$l_{w,обушка} = l_{w,обушка} + 0,01 м \rightarrow мм \text{ принимаем кратно } 5 \text{ мм}$$

$$l_{w,нера} = \frac{0,3 \cdot l_w}{2}, м$$

$$l_{w,нера} = l_{w,нера} + 0,01 м \rightarrow мм \text{ принимаем кратно } 5 \text{ мм}$$

10. **Вывод:** Принимаем швы с высотой катета $k_f = 6 \text{ мм}$; сварка ручная электродуговая; тип электрода; распределение швов по обушку и по перу.

Практическая работа №19

Соединения элементов деревянных конструкций

Цель: Научиться выполнять расчет и конструирование соединения элементов деревянных конструкций на стальных цилиндрических нагелях.

Исходные данные: Индивидуальные задания, табл. А-3, А-4

Приобретаемые умения: Расчета и конструирования простейших соединений элементов ДК, работы с нормативно – справочной и методической литературой.

Норма времени: 2 часа

Отчетный материал: решенная задача.

Задача 1: Рассчитать стык нижнего пояса деревянной фермы из сосны 1 сорта на стальных цилиндрических нагелях. Сделать расстановку нагелей. Стык перекрыт двумя накладками. Ферма эксплуатируется в неотопливаемом помещении с нормальной влажностью.

Дано: размеры сечения нижнего пояса фермы – $b \times c$, мм; толщина накладки - a , мм; расчетное усилие – N , кН; диаметр нагеля – d_n , мм (табл. А-3).

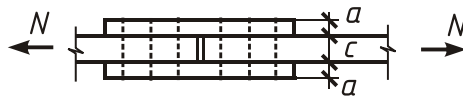


Рисунок 3 – Соединение деревянных элементов на нагелях.

Методические указания

1. Соединение на нагелях работает и рассчитывается на изгиб нагеля, смятие древесины среднего и крайнего элементов. Определяем расчетную несущую способность на смятие среднего элемента:

$$T_c = 0,5c \cdot d, \text{ кН, где } c \text{ и } d \text{ – см}$$

2. Несущая способность на смятие крайнего элемента:

$$T_a = 0,8c \cdot d, \text{ кН}$$

3. Несущая способность на изгиб нагеля:

$$T_u = 1,8d^2 + 0,02a^2 \leq 2,5d^2, \text{ кН}$$

4. Число нагелей на полунакладке: $n_n \geq \frac{N}{T_{\min} \cdot n_{ш}}$, где $n_{ш}$ - число расчетных швов нагеля (плоскостей среза); T_{\min} - минимальная несущая способность нагеля. Число нагелей округлить в сторону увеличения и принять четное.
5. Определить расстояние между осями нагелей в зависимости от направления усилия и диаметра нагеля:
- $S_1 \geq 7d$ – вдоль волокон;
 - $S_2 \geq 3,5d$ – поперек волокон;
 - $S_3 \geq 3d$ – до кромки элемента.

Расстояния S_1 , S_2 и S_3 принимаются кратными 5мм с округлением в сторону увеличения. Нагели в растянутых стыках следует располагать в два или четыре продольных ряда.

6. При двухрядной расстановке нагелей должно быть выполнено условие: $S_2 + 2S_3 = b$, где b - ширина сечения нижнего пояса фермы. Из общего числа нагелей 25% составляют болты: $n_b = 0,25 \cdot n_n$. Они ставятся для предохранения древесины от усушки и коробления.

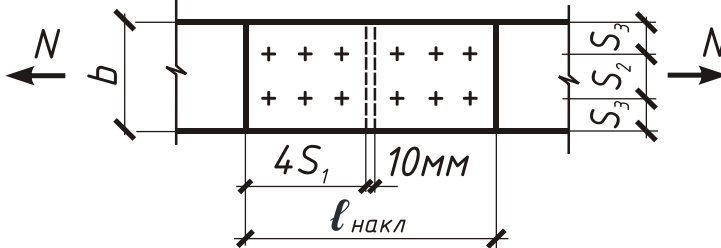


Рисунок 4 – Схема расстановки нагелей

Задача 2: Рассчитать лобовую врубку опорного узла стропильной фермы из сосны 1 сорта.

Дано: сечение верхнего и нижнего пояса $b \times h$, мм; угол наклона верхнего пояса α , град.; усилие в верхнем поясе фермы – N , кН (табл. А-4).

Методические указания

1. Врубка работает и рассчитывается на смятие (площадка a-b) и на скалывание (площадка b-d). Определить глубину врубки и длину площадки скалывания конструктивно:

$$h_{ep} \leq \frac{h}{3} \geq 20 \text{ мм};$$

$$\ell_{ск} \leq 10 \cdot h_{ep} \geq 1,5 \cdot h$$

Следует принять $h_{вр}$ и $\ell_{ск}$ кратно 10 мм.

2. Определить расчетное сопротивление древесины 1 сорта смятию вдоль и поперек волокон $R_{см}$ и $R_{см90}$, МПа (табл.Б-4).

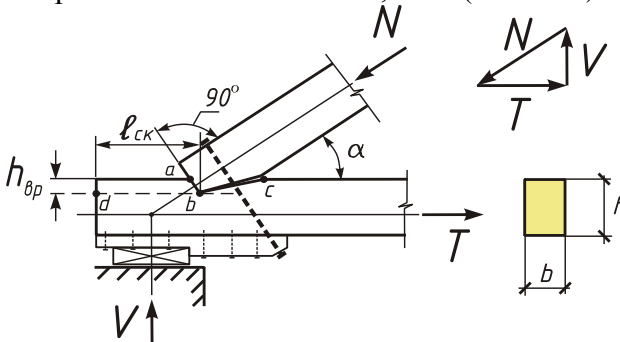


Рисунок 5 – Лобовая врубка с одним зубом

3. Определить расчетное сопротивление древесины смятию под углом α

$$\text{к направлению волокон: } R_{см\alpha} = \frac{R_{см}}{1 + \left(\frac{R_{см}}{R_{см90}} - 1 \right) \cdot \sin^3 \alpha}, \text{ МПа}$$

4. Определить площадь смятия: $A_{см} = \frac{b \cdot h_{ep}}{\cos \alpha}, \text{ м}^2$.

5. Определить несущую способность лобовой врубки на смятие:

$$T_{см} = R_{сма} \cdot A_{см}, \text{ МН} \rightarrow \text{кН}$$

6. Проверить соблюдение условия: $N \leq T_{см}$. Если расчетное усилие N не превышает несущей способности T , то прочность врубки на смятие достаточна.

7. Определить расчетное сопротивление скалыванию древесины вдоль волокон $R_{ск}$ (табл.Б-4).

8. Определить плечо сил скалывания: $e = 0,5 \cdot h$, см. Проверить соблюдение условия: $\frac{\ell_{ск}}{e} \geq 3$. Коэффициент β принять $\beta = 0,25$.

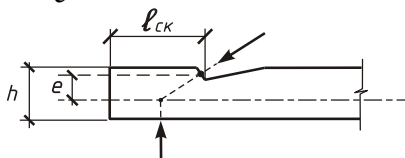


Рисунок 6 – Несимметричная врезка в элементах соединения

9. Определить среднее расчетное сопротивление древесины

скалыванию:
$$R_{ск}^{cp} = \frac{R_{ск}}{1 + \beta \cdot \frac{\ell_{ск}}{e}}, \text{ МПа} \rightarrow \text{кПа}$$

10. Определить площадь скалывания: $A_{ск} = b \cdot \ell_{ск}$, см² → м²

11. Определить расчетное скалывающее усилие: $N_{ск} = N \cdot \cos \alpha$, кН

12. Определить несущую способность лобовой врубки на скалывание:

$$T = R_{ск}^{cp} \cdot A_{ск}, \text{ МН} \rightarrow \text{кН}$$

13. Проверить соблюдение условия: $N_{ск} \leq T$. Сделать вывод.

Практическая работа №20

Расчет и конструирование узла стальной стропильной фермы

Цель: Научиться выполнять расчет и конструирование узла стальной стропильной фермы.

Исходные данные: Индивидуальные задания, табл. А-5

Приобретаемые умения: Расчета и конструирования узла стальной стропильной фермы, работы с нормативно – справочной литературой, выполнения чертежей КМ.

Норма времени: 6 часов

Отчетный материал: Одна решенная задача и чертеж узла фермы по образцу.

Задача: Подобрать сечение сжатого и растянутого стержня стальной стропильной фермы из парных уголков. Рассчитать сварные швы, определить размеры фасонки толщиной 10мм. Разработать эскиз узла в М 1:10.

Дано: геометрическая схема фермы и номер узла; расчетные усилия в стержнях фермы - N , кН; геометрическая длина стержней - ℓ , мм (на схеме фермы); марка стали. Каждый узел верхнего пояса фермы закреплен из плоскости фермы горизонтальными связями (табл. А-5).

Методические указания

1. Установить исходные данные по табл.А-5. По номеру узла определить геометрическую схему фермы на рис. 7 и вычертить ее и расчетную схему узла в тетради.

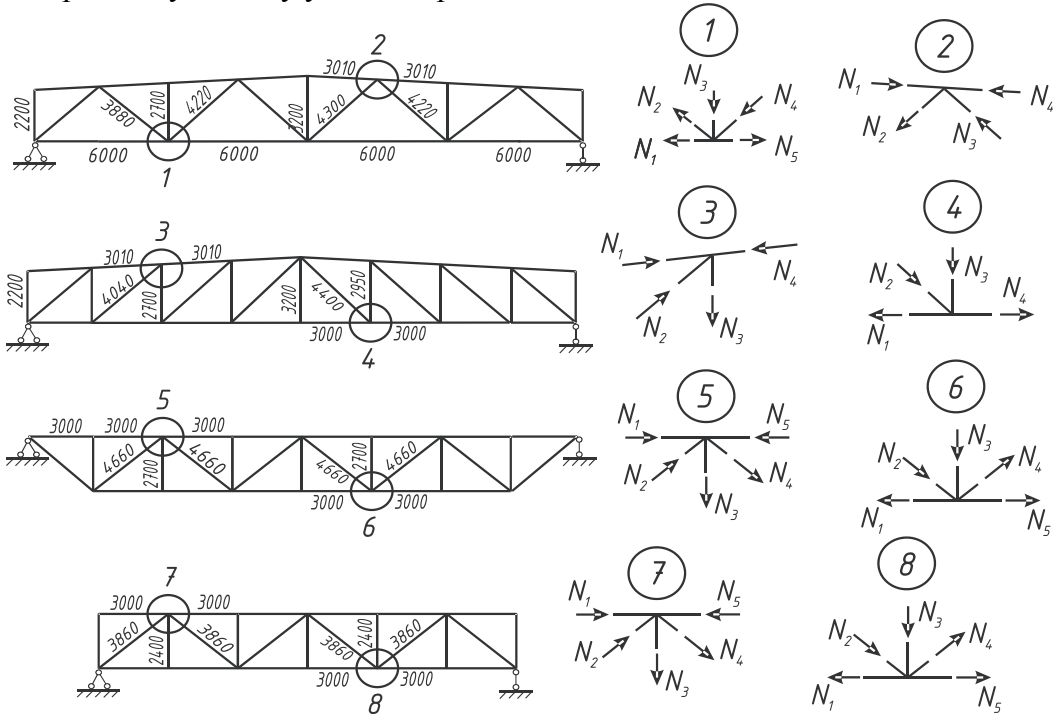


Рисунок 7 – Геометрические схемы ферм и расчетные схемы узлов

2. Для заданной марки стали определить расчетное сопротивление стали по пределу текучести R_y , МПа по табл.Б-1. При этом толщину проката принять предварительно $t=4...20$ мм. По табл.Б-5 определить коэффициент условия работы сжатого и растянутого стержня фермы γ_c .

3. По исходным данным и расчетной схеме узла установить наиболее сжатый стержень фермы. Это может быть верхний пояс, раскос или стойка. В сжатых стержнях вектор усилия направлен к узлу. Геометрическую длину стержня определить по рис.7. В названии расчета указать вид элемента фермы, усилие и длину. *Например: Подбор сечения сжатого стержня верхнего пояса. $N = 700 \text{ кН} = 0,7 \text{ МН}$, $l_{\text{geom}} = 3000 \text{ мм} = 300 \text{ см}$.*

4. Коэффициент продольного изгиба принять предварительно $\varphi = 0,5 \dots 0,7$. Из условия устойчивости определить требуемую площадь сечения сжатого стержня и площадь уголка:

$$A^{mp} = \frac{N}{\varphi \cdot R_y \cdot \gamma_c}, \text{ м}^2 \rightarrow \text{см}^2; \quad A_{\text{угол}}^{mp} = \frac{A^{mp}}{2}, \text{ где } N - \text{МН, } R_y - \text{МПа.}$$

5. По сортаменту в табл.Б-6 принять номер равнополочного уголка и выписать площадь сечения A_{\perp} , см^2 и радиусы инерции i_x , i_y , см. *Например: $\perp 110 \times 8$: $A_{\perp} = 17,2 \text{ см}^2$; $i_x = 3,39 \text{ см}$; $i_y = 4,87 \text{ см}$.*

Если усилие в сжатых элементах невелико ($N \leq 50 \text{ кН}$), то сечение подбирается по максимально допустимой гибкости λ_u . В этом случае

определяют только требуемый радиус инерции: $i_x^{mp} = \frac{l_{ef}}{\lambda_u}$. Затем по

сортаменту подбирают номер уголка, но не менее $\perp 50 \times 5$.

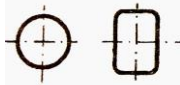
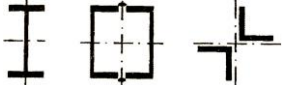
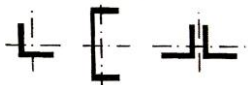
6. Определить расчетную длину сжатого стержня. В плоскости фермы: $l_{ef} = \mu \cdot l_{\text{geom}}$, см, где μ - коэффициент приведения: $\mu = 1$ - для верхнего пояса и опорных раскосов, $\mu = 0,8$ - для промежуточных раскосов и стоек. Расчетная длина сжатого стержня из плоскости фермы: $l_{ef,1} = l_{\text{geom}}$, так как каждый узел закреплен от смещения из плоскости фермы горизонтальными связями.

7. Определить гибкость стержня: $\lambda_x = \frac{l_{ef}}{i_x}$, $\lambda_y = \frac{l_{ef,1}}{i_y}$. Принять

наибольшее значение и вычислить условную гибкость: $\bar{\lambda} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}}$.

Если $\bar{\lambda} < 0,4$, то коэффициент продольного изгиба $\varphi = 1$.

8. Если условная гибкость $\bar{\lambda} \geq 0,4$, то коэффициент продольного изгиба φ определяется по табл.Б-7 настоящего пособия для типа сечения c .

Типы сечений		
<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
		

9. Определить предельную гибкость сжатого стержня фермы, для

этого вычислить коэффициент $\alpha = \frac{N}{\varphi \cdot A \cdot R_y \cdot \gamma_c}$.

Для верхнего пояса фермы: $\lambda_u = 180 - 60 \cdot \alpha$.

Для раскосов и стоек: $\lambda_u = 210 - 60 \cdot \alpha$.

Сравнить: $\lambda \leq \lambda_u$, сделать вывод. Если условие не выполняется, следует увеличить размеры сечения и сделать перерасчет с п. 5.

10. Если для сжатых элементов раскосов и стоек получилось $\lambda \geq 60$, то принять $\gamma_c = 0,8$ - табл.Б-5. В противном случае остается $\gamma_c = 1$, в том числе и для верхнего пояса.

11. Проверить устойчивость принятого сечения: $\sigma = \frac{N}{\varphi \cdot 2A_{ye}} \leq R_y \cdot \gamma_c$,

где N – МН, A_{ye} – м², R_y – МПа, сделать вывод. Если устойчивость не выполняется, следует увеличить номер уголка и сделать перерасчет с п.5.

12. Если устойчивость обеспечена, проверить экономичность принятого

сечения: $K = \frac{R_y \cdot \gamma_c - \sigma}{R_y \cdot \gamma_c} \cdot 100\%$. Если $K \leq 5\%$, сечение принято

экономично; если $5\% < K \leq 10\%$, сечение принято удовлетворительно; если $K > 10\%$, экономичность принятого сечения не обеспечена, требуется уменьшить номер уголка и сделать перерасчет с п.5. Иногда, ввиду ограниченности сортамента, не удастся подобрать экономичное сечение, тогда следует указать это в выводе.

13. Расчет сварных швов сжатого стержня. Уголок крепится к фасонке двумя швами: по обуху и по перу. Определить катеты швов (рис.4):

$k_f^{o\delta} \leq 1,2 \cdot t_{\min}$; $k_f^n \leq 0,9 \cdot t_{ye}$, где t_{\min} - минимальная толщина свариваемых элементов, уголка или фасонки. Катет шва округлить в сторону уменьшения кратно 1мм при $k_f \leq 10$ мм и кратно 2мм при $k_f > 10$ мм и принять не менее $k_f^n \geq 4$ мм.

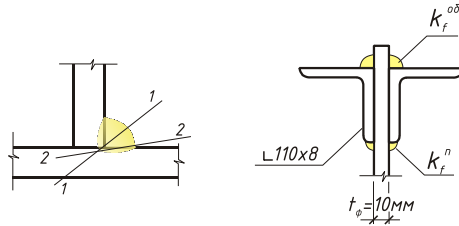


Рисунок 8 - Расчетные сечения и катеты сварных швов.

1-1- сечение по металлу шва; 2-2- сечение по металлу границы сплавления

14. По марке стали определить R_{yn} и R_{un} - нормативное сопротивление (табл.Б-1). По величине R_{yn} принять тип электрода по табл. Б-8. Определить расчетное сопротивление углового сварного шва по металлу шва R_{wf} , МПа по табл. Б-3 в зависимости от типа электрода. Вычислить расчетное сопротивление углового сварного шва по металлу границы сплавления: $R_{wz} = 0,45 \cdot R_{un}$, МПа.

15. Коэффициент глубины провара для ручной сварки: $\beta_f = 0,7$, $\beta_z = 1,0$. Для стали с расчётным сопротивлением $R_y \leq 285$ МПа проверить, соблюдается ли условие: $1,1 \cdot R_{wz} \leq R_{wf} \leq R_{wz} \cdot \frac{\beta_z}{\beta_f}$.

Если условие не соблюдается, изменить тип электрода.

16. Проверить, соблюдается ли условие: $\frac{\beta_f \cdot R_{wf}}{\beta_z \cdot R_{wz}} \leq 1$.

Если да, то расчёт производится из условия среза по металлу шва.

Определить длину сварного шва на обухе и на пере:

$$\ell_w^{o\delta} = \frac{0,7 \cdot N}{2\beta_f \cdot k_f^{o\delta} \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} + 0,01 \text{ м} \rightarrow \text{мм}; \quad \ell_w^n = \frac{0,3 \cdot N}{2\beta_f \cdot k_f^n \cdot R_{wf} \cdot \gamma_c} + 0,01 \text{ м} \rightarrow \text{мм},$$

где 0,7 и 0,3 – коэффициенты распределения усилий на обухе и на пере (0,75 и 0,25 для неравнобоких уголков); γ_c - коэффициент

условий работы стержня, п.9 задачи. В формуле к расчетной длине шва добавлено $0,01m = 1cm$ – на непровар. Полученное значение конструктивной длины шва следует округлить в сторону увеличения кратно 10мм. Должно быть $\ell_w^{об} \geq 4 \cdot k_f^{об} \geq 50mm$. При определении длины сварных швов верхнего и нижнего пояса следует взять разницу усилий в элементах, лежащих на одной прямой, так как стержень в узле не прерывается и шов испытывает разницу усилий. *Например, для узла 1, 5 и 7: $N = |N_5 - N_1|$ для узла 2, 3 и 4: $N = |N_4 - N_1|$.*

Принятые размеры швов указывают на чертеже в мм. *Например, $k_f^{об} - \ell_w^{об} = 12 - 170$; $k_f^n - \ell_w^n = 8 - 130$.*

17. Подбор сечения растянутого стержня следует начать с выбора стержня. В растянутых стержнях вектор усилия направлен от узла. Если в узле сходятся два стержня нижнего пояса, то сечение пояса определяется по максимальному усилию в этих стержнях. *Например, $N_1 = 500кН$, $N_5 = 800кН$, при подборе сечений принять $N = N_5 = 800кН = 0,8МН$.* Геометрическую длину стержня определить по геометрической схеме фермы. *Например, $\ell_{geom} = 6000mm = 600cm$.* Расчетное сопротивление стали и коэффициент условий работы определены в п.2.

18. Определить требуемую площадь сечения растянутого стержня и площадь одного уголка из условия прочности: $A_{mp} = \frac{N}{R_y \cdot \gamma_c}, m^2 \rightarrow cm^2$;

$$A_{yz}^{mp} = \frac{A_{mp}}{2}, \text{ где } N - МН, R_y - МПа.$$

19. По сортаменту (табл.Б-6) принять номер равнополочного уголка и выписать площадь сечения A_{yz}, cm^2 и радиусы инерции i_x, i_y, cm .

20. Проверить прочность принятого сечения: $\sigma = \frac{N}{2A_{yz}} \leq R_y \cdot \gamma_c$, где

$$N - МН, A_{yz} - m^2. \text{ Сделай вывод.}$$

21. В целях удобства транспортировки и монтажа гибкость растянутых элементов ограничивается: $\lambda_x = \frac{\ell_{ef}^x}{i_x} \leq \lambda_u = 400$, где $\ell_{ef}^x = \ell_{geom}$.

22. Расчет сварных швов растянутого стержня выполняется так же, как и сжатого, см. п. 12 и 15.
23. Конструирование узла фермы начинается с проведения осей геометрической схемы. Оси в узле центрируются. Для принятых уголков растянутого и сжатого стержня определить по сортаменту положение центра тяжести сечения - x_0 , см. Построение лучше начать с верхнего или нижнего пояса. От оси стержня отложить расстояние x_0 в масштабе $M 1:10$ и провести грань уголка. От грани уголка отложить b - ширину полки и провести очертание другой грани уголка. Так наносят контуры всех уголков, сходящихся в узле. Расстояние между контурами стержней в узле должно быть не менее 50мм из-за опасности пережога фасонки. Затем нанести в масштабе длины сварных швов на обушке и на пере. Очертание фасонки проводят так, чтобы на ней поместились все сварные швы. Фасонка должна быть простейшей формы- в виде прямоугольника или трапеции. Образец выполнения эскиза узла см. в приложении В.

Практическая работа №20

Подбор сечения стержней деревянной фермы

Цель: Научиться выполнять подбор сечения и проверку прочности растянутого и сжатого стержня деревянной фермы с ослаблениями.

Исходные данные: Индивидуальные задания, табл. А-6

Приобретаемые умения: Подбор сечения и проверка прочности растянутого деревянного стержня с ослаблениями, работа с нормативно – справочной литературой.

Норма времени: 6 часов

Отчетный материал: Одна решенная задача.

Задача. Подобрать сечение двух стержней деревянной фермы, соединенных в узле болтом: растянутого стержня нижнего пояса и сжатого раскоса из бруса.

Дано: расчетное усилие в растянутом и сжатом стержне N_1, N_2 , кН; геометрическая длина сжатого стержня $l_{\text{геом}}$, см; порода древесины;

группа конструкции по условиям эксплуатации; диаметр болта d_b , мм; (табл.А-6) .

Методические указания

1. Для подбора сечения растянутого стержня определить расчетное сопротивление древесины сосны и ели 1 сорта растяжению $R_p^{mб}$, МПа по табл.Б-4. Для другой породы древесины определить коэффициент перехода m_n по табл.Б-9. По группе конструкций определить коэффициент условий работы m_e , табл.Б-10. Расчетное сопротивление древесины с учетом всех коэффициентов: $R_p = R_p^{mб} \cdot m_n \cdot m_e$, МПа \rightarrow кПа .

2. Из условия прочности определить требуемую площадь сечения:

$$F_{тр} = \frac{N_1}{R_p}, м^2 \rightarrow см^2 . \text{Определить требуемые размеры сечения бруса:}$$

$$b_{mp} = h_{mp} = \sqrt{(F_{тр} + (15...20))}, см , \text{ где } 15...20см^2 - \text{запас площади сечения с учетом ослабления отверстиями под болты.}$$

3. Принять размеры сечения бруса по сортаменту, табл. Б-11.

4. Определить площадь принятого сечения бруса: $F = b \cdot h$, $см^2$, площадь ослабления: $F_{осл} = b \cdot d_{\delta}$, $см^2$ и площадь сечения с учетом ослабления:

$$F_{ин} = F - F_{осл}, см^2 \rightarrow м^2 .$$

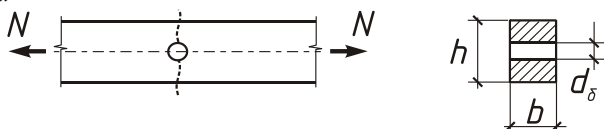


Рисунок 9 - Схема работы и сечение растянутого деревянного стержня с ослаблением.

5. Проверить прочность принятого сечения: $\sigma = \frac{N_1}{F_{ин}} \leq R_p$, кПа \rightarrow МПа ,

где R_p - с учетом коэффициентов m_n и m_e . Сделать вывод. Если условие не выполняется, следует увеличить сечение и сделать перерасчет с п.5.

6. Подбор сечения сжатого стержня. Определить расчетное сопротивление древесины сосны и ели 1-го сорта сжатию $R_c^{mб}$, МПа

по табл. Б-4 настоящего пособия, задаваясь предварительно шириной сечения $b = 11...13 \text{ см}$ с учетом коэффициентов m_n и m_g :

$$R_c = R_c^{mb} \cdot m_n \cdot m_g, \text{ МПа} \rightarrow \text{кПа}.$$

7. Определить требуемую площадь и размеры сечения сжатого стержня: $F_{mp} = \frac{N_2}{\phi \cdot R_c}, \text{ м}^2 \rightarrow \text{см}^2$, где $\phi = 0,5...0,7$ - принять предварительно.

$b_{mp} = h_{mp} = \sqrt{F_{mp} + (15...20)}, \text{ см}$. Размеры сечения следует округлить до ближайшего значения по сортаменту (табл.Б-11).

8. Если ширина сечения бруса отличается от ранее принятой $b = 11...13 \text{ см}$, следует уточнить расчетное сопротивление древесины R_c по табл. Б-4.

9. Определить площадь принятого сечения бруса $F = b \cdot h, \text{ см}^2$, площадь ослабления $F_{осл} = b \cdot d_{\sigma}, \text{ см}^2$ и площадь сечения с учетом ослабления $F_{итм} = F - F_{осл}, \text{ см}^2 \rightarrow \text{м}^2$.

10. Проверить прочность принятого сечения бруса:

$$\sigma = \frac{N_2}{F_{итм}} \leq R_c, \text{ кПа} \rightarrow \text{МПа}. \text{ Сделать вывод.}$$

11. Определить процент ослабления и расчетную площадь сечения.

Если $\frac{F_{осл}}{F} \cdot 100\% \leq 25\%$, то $F_{расч} = F$; если $\frac{F_{осл}}{F} \cdot 100\% > 25\%$, то

$$F_{расч} = \frac{4}{3} \cdot F_{итм}.$$

12. Определить радиус инерции сечения: $i_x = 0,29h, \text{ см}$.

13. Определить гибкость сжатого стержня и сравнить с предельно допустимой величиной: $\lambda = \frac{\ell_0}{i_x} \leq \lambda_{макс}$, где $\ell_0 = \ell_{geom}, \text{ см}$; $\lambda_{макс} = 150$ - для сжатого раскоса.

14. Определить коэффициент продольного изгиба. Если $\lambda \leq 70$, то

$$\phi = 1 - a \cdot \left(\frac{\lambda}{100} \right)^2, \text{ где } a = 0,8. \text{ Если } \lambda > 70, \text{ то } \phi = \frac{A}{\lambda^2}, \text{ где } A = 3000.$$

15. Проверить устойчивость стойки: $\sigma = \frac{N}{\phi \cdot F_{расч}} \leq R_c, \text{ кПа} \rightarrow \text{МПа}$, где R_c

- см. п.8. Сделать вывод. Если условие не выполняется, следует увеличить размеры сечения и пересчитать с п. 10.

16. Проверить экономичность принятого сечения. Если $k = \frac{R_c - \sigma}{R_c} \cdot 100\% \leq 25\%$, экономичность обеспечена. Если $k > 10\%$, следует уменьшить размеры сечения и пересчитать с п.10.

Приложение А

Таблица А-1 Расчет и конструирование стыкового сварного шва

№ вар.	N, кН	Марка стали	t, мм	№ вар.	N, кН	Марка стали	t, мм
1	300	345	6	16	160	275	12
2	290	275	8	17	170	245	8
3	280	245	10	18	175	235	10
4	270	235	6	19	180	345	6
5	260	345	8	20	185	275	12
6	250	275	10	21	190	275	10
7	240	245	6	22	195	245	6
8	230	235	8	23	200	235	12
9	220	345	10	24	250	345	10
10	210	275	6	25	255	275	6
11	200	245	8	26	260	275	12
12	190	235	10	27	265	245	10
13	180	345	6	28	270	235	6
14	170	275	8	29	275	345	8
15	160	245	10	30	280	275	10

Таблица А-2 Расчет и конструирование углового сварного шва

№ вар.	Уголок	t, мм	Марка стали	N, кН	№ вар.	Уголок	t, мм	Марка стали	N, кН
1	90x6	12	235	160	16	90x6	12	235	160
2	110x8	8	245	170	17	110x8	8	245	170
3	140x9	10	345	180	18	140x9	10	345	180
4	100x8	12	275	190	19	100x8	12	275	190
5	140x10	8	285	200	20	140x10	8	285	200
6	90x6	10	235	210	21	90x6	10	235	210
7	110x8	12	345	220	22	110x8	12	345	220
8	140x9	8	255	230	23	140x9	8	255	230
9	100x8	10	275	240	24	100x8	10	275	240
10	140x10	12	345	250	25	140x10	12	345	250
11	90x6	8	235	260	26	90x6	8	235	260
12	110x8	10	245	270	27	110x8	10	245	270
13	140x9	12	255	280	28	140x9	12	255	280
14	100x8	8	275	290	29	100x8	8	275	290
15	140x10	10	345	300	30	140x10	10	345	300

Таблица А-3 Соединения элементов ДК на нагелях

№ вар	вхс, мм	а, град	N, кН	d_n , мм	№ вар	вхс, мм	а, град	N, кН	d_n , мм
1	200x75	40	34	14	16	175x50	32	34,5	14
2	175x50	25	32	12	17	150x75	50	36,8	16
3	150x75	32	20	14	18	175x100	32	33,5	18
4	175x100	50	38	16	19	225x75	45	22	20
5	225x75	32	34,5	18	20	200x100	25	31,5	12
6	200x100	45	36,8	20	21	125x60	32	34,8	12
7	125x60	25	33,5	12	22	125x50	40	46,2	14
8	125x50	32	22	12	23	150x75	32	44,3	12
9	150x75	40	31,5	14	24	175x50	60	25	20
10	175x50	32	34,8	12	25	200x100	60	36	22
11	200x100	60	46,2	20	26	225x125	32	40,8	16
12	225x125	60	44,3	22	27	175x75	40	34,5	18
13	175x75	32	25	16	28	200x75	32	36,8	18
14	200x75	40	36	18	29	175x60	32	33,5	14
15	175x60	32	40,8	18	30	175x50	50	22	16

Таблица А-4 Соединения элементов ДК на лобовой врубке

№ вар	вхн, мм	α , град	N, кН	№ вар	вхн, мм	α , град	N, кН
1	100x100	20	10,5	16	60x100	25	15,0
2	100x150	25	19,0	17	75x100	20	18,3
3	100x175	40	22,0	18	75x125	30	16,0
4	60x100	35	20,0	19	100x125	25	18,5
5	50x125	50	18,0	20	75x100	30	17,8
6	100x100	55	19,0	21	75x100	40	17,0
7	100x125	60	21,0	22	100x150	45	19,5
8	100x150	45	22,0	23	75x125	30	18,7
9	100x125	30	18,5	24	75x100	20	16,2
10	100x150	40	18,0	25	100x150	25	23,4
11	75x125	35	17,0	26	100x100	30	16,0
12	200x250	30	35,0	27	150x200	40	17,0
13	100x175	45	20,0	28	100x125	45	16,7
14	100x125	30	19,0	29	75x100	35	14,8
15	75x125	35	17,0	30	100x100	50	21,0

Таблица А-5 Расчет узла стропильной фермы

№ вар	№ узла	N ₁ , кН	N ₂ , кН	N ₃ , кН	N ₄ , кН	N ₅ , кН	Марка стали
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1	400	300	100	150	700	С 235
2	2	300	330	150	600	-	С 245
3	3	400	250	400	500	-	С 255
4	4	650	350	130	700	-	С 275
5	5	400	400	350	200	150	С 285
6	6	500	350	100	200	400	С 235
7	7	0	500	250	200	450	С 245
8	8	500	275	100	150	350	С 255
9	1	600	450	150	225	250	С 275
10	2	400	360	300	530	-	С 285
11	3	300	500	200	200	-	С 235
12	4	300	200	160	400	-	С 245
13	5	600	600	0	300	200	С 255
14	6	350	275	150	300	250	С 275
15	7	0	600	300	400	500	С 285
16	8	650	350	200	300	400	С 235
17	1	700	500	210	280	800	С 245
18	2	450	245	220	570	-	С 255
19	3	600	380	350	400	-	С 275
20	4	470	275	145	450	-	С 285
21	5	300	300	0	180	420	С 235
22	6	400	240	280	160	550	С 245
23	7	0	450	220	300	630	С 255
24	8	360	110	250	220	510	С 275
25	1	500	370	120	290	440	С 285
26	2	380	325	110	420	-	С 235
27	3	620	450	380	480	-	С 245
28	4	100	290	155	450	-	С 255
29	5	500	500	0	360	400	С 275
30	6	430	120	250	400	490	С 285

Таблица А-6 Подбор сечения стержней деревянной фермы

№ вар.	N ₁ , кН	N ₂ , кН	ℓ _{геом} , см	Порода	Группа констр.	Диам. болта
1	80	55	240	Сосна	2	12
2	60	65	200	Липа	2	14
3	70	75	220	Тополь	3	16
4	80	85	190	Кедр сиб.	1	20
5	90	95	250	Ель	2	22
6	55	80	230	Осина	2	12
7	65	60	210	Пихта	3	14
8	75	70	180	Тополь	1	16
9	85	80	250	Листвен.	4	18
10	95	90	240	Береза	3	20
11	100	70	200	Бук	4	18
12	110	125	220	Граб	2	16
13	120	80	190	Береза	3	20
14	90	115	250	Сосна	2	14
15	80	100	230	Кедр сиб.	1	12
16	105	100	210	Ель	3	16
17	115	110	180	Листвен.	2	18
18	125	120	250	Бук	4	20
19	95	90	240	Пихта	1	14
20	85	80	200	Липа	3	12
21	70	105	220	Осина	2	14
22	125	115	190	Граб	1	20
23	80	65	250	Тополь	4	14
24	115	95	230	Сосна	3	18
25	100	85	210	Пихта	1	16
26	75	55	180	Осина	2	14
27	110	85	250	Ясень	3	18
28	65	70	260	Тополь	1	12
29	120	100	270	Дуб	4	20
30	105	75	210	Береза	3	16

Приложение Б

Таблица Б-1. Нормативные и расчетные сопротивления при растяжении, сжатии и изгибе листового, широкополосного универсального и фасонного проката по табл.В.5
СП 16.13330.2011 Стальные конструкции

Сталь	Толщина проката, мм	Нормативное сопротивление проката, Н/мм ²		Расчетное сопротивление проката, Н/мм ²	
		R_{yn}	R_{in}	R_y	R_u
C235	От 2 до 8	235	360	230/225	350/345
C245	" 2 " 20	25	70	240/235	360/350
	Св. 20 " 30	235	370	230/225	360/350
C255	От 2 " 20	245	370	240/235	360/350
	Св. 20 " 40	235	370	230/225	360/350
C285	От 2 " 10	275	390	270/260	380/370
	Св. 10 " 20	265	380	260/250	370/360
C345	От 2 " 20	325	470	320/310	460/450
	Св. 20 " 40	305	460	300/290	450/440
	" 40 " 80	285	450	280/270	440/430
	" 80 " 100	265	430	260/250	420/410
C345К	От 4 " 10	345	470	335/330	460/450
C375	" 2 " 20	355	490	345/340	480/465
	Св. 20 " 40	335	480	325/320	470/455
C390	От 4 " 50	390	540	380/370	525/515
C440	" 4 " 30	440	590	430/420	575/560
	Св. 30 " 50	410	570	400/390	555/540
C590 C590К	От 10" 40	590	685	575/560	670/650

Таблица Б-2. Материалы для сварки

Марка стали	Типы электродов по ГОСТ 9467-75*
C235, C245, C255, C275, C285	Э42; Э46
C345	Э50А

Таблица Б-3. Нормативные и расчетные сопротивления металла швов сварных соединений с угловыми швами по табл.Г.2 СП 16.13330.2011 Стальные конструкции

Типы электродов по ГОСТ 9467-75*	$R_{wf}, МПа$
Э42, Э42А	180
Э46, Э46А	200
Э50, Э50А	215

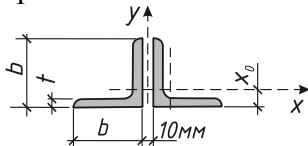
Таблица Б-4. Расчетные сопротивления древесины сосны и ели по табл.3 СП 64.13330.2011 Деревянные конструкции

Напряженное состояние и характеристика элементов	Обозначение	Расчетные сопротивления, МПа, для сортов (классов) древесины		
		1/К26	2/К24	3/К16
1. Изгиб, сжатие и смятие вдоль волокон:				
а) элементы прямоугольного сечения (за исключением указанных в подпунктах “б”, “в”) высотой до 50 см	$R_{и}, R_{с}, R_{см}$	14	13	8,5
б) элементы прямоугольного сечения шириной свыше 11 до 13 см при высоте сечения свыше 11 до 50 см	$R_{и}, R_{с}, R_{см}$	15	14	10
в) элементы прямоугольного сечения шириной свыше 13 см при высоте сечения свыше 13 до 50 см	$R_{и}, R_{с}, R_{см}$	16	15	11
г) элементы из круглых лесоматериалов без врезок в расчетном сечении	$R_{и}, R_{с}, R_{см}$	-	16	10
2. Растяжение вдоль волокон:				
а) неклееные элементы	R_p	10	7	-
4. Смятие поперек волокон местное:				
а) в опорных частях конструкций, лобовых врубках и узловых примыканиях элементов	$R_{см90}$	3	3	3
5. Скалывание вдоль волокон:				
в) в лобовых врубках для максимального напряжения	$R_{ск}$	2,4	2,1	2,1

Таблица Б-5. Коэффициенты условий работы элементов стальных конструкций по табл.1 СП 16.13330.2011 Стальные конструкции

Элементы конструкций	Коэффициент условий работы γ_c
1. Балки сплошного сечения и сжатые элементы ферм перекрытий под залами театров, клубов, кинотеатров, под трибунами, под помещениями магазинов, книгохранилищ и архивов и т.п. при временной нагрузке, не превышающей вес перекрытий	0,9
2. Колонны общественных зданий и опор водонапорных башен	0,95
3. Сжатые основные элементы (кроме опорных) решетки составного таврового сечения из двух уголков в сварных фермах покрытий и перекрытий при расчете на устойчивость указанных элементов с гибкостью $\lambda > 60$	0,8
4. Растянутые элементы (затяжки, тяги, оттяжки, подвески) при расчете на прочность по неослабленному сечению	0,9
5. Растянутые элементы (затяжки, тяги, оттяжки, подвески) при расчете на прочность по неослабленному сечению	0,9
6. Элементы конструкций из стали с пределом текучести до 440 Н/м ² , несущие статическую нагрузку, при расчете на прочность по сечению, ослабленному отверстиями для болтов (кроме фрикционных соединений)	1,1

Таблица Б-6. Уголки стальные горячекатанные равнополочные
Сортамент по ГОСТ 8509-93



Номер уголка	b	t	Площадь сечения А, см ²	Справочные значения величин для осей				x ₀ , см	Масса 1 м, кг
				x - x		y - y			
				I _x , см ⁴	W _x , см ³	i _x , см	i _y , см		
мм									
5	50	3	2,96	7,11	1,94	1,55	2,39	1,33	2,32
		4	3,89	9,21	2,54	1,54	2,43	1,38	3,05
		5	4,80	11,20	3,13	1,53	2,45	1,42	3,77
		6	5,69	13,07	3,69	1,52	2,48	1,46	4,47
5,6	56	4	4,38	13,10	3,21	1,73	2,66	1,52	3,44
		5	5,41	15,97	3,96	1,72	2,69	1,57	4,25
6,3	63	4	4,96	18,86	4,09	1,95	2,93	1,69	3,90
		5	6,13	23,10	5,05	1,94	2,96	1,74	4,81
		6	7,28	27,06	5,98	1,93	2,99	1,78	5,72
7	70	4,5	6,20	29,04	5,67	2,16	3,22	1,88	4,87
		5	6,86	31,94	6,27	2,16	3,23	1,90	5,38
		6	8,15	37,58	7,43	2,15	3,25	1,94	6,39
		7	9,42	42,98	8,57	2,14	3,28	1,99	7,39
		8	10,67	48,16	9,68	2,12	3,29	2,02	8,37
7,5	75	5	7,39	39,53	7,21	2,31	3,42	2,02	5,80
		6	8,78	46,57	8,57	2,30	3,44	2,06	6,89
		7	10,15	53,34	9,89	2,29	3,47	2,10	7,96
		8	11,50	59,84	11,18	2,28	3,49	2,15	9,02
		9	12,83	66,10	12,43	2,27	3,51	2,18	10,07
8	80	5,5	8,63	52,68	9,03	2,47	3,64	2,17	6,78
		6	9,38	56,97	9,80	2,47	3,65	2,19	7,36
		7	10,85	65,31	11,32	2,45	3,67	2,23	8,51
		8	12,30	73,36	12,80	2,44	3,69	2,27	9,65
9	90	6	10,61	82,10	12,49	2,78	4,04	2,43	8,33
		7	12,28	94,30	14,45	2,77	4,06	2,47	9,64
		8	13,93	106,11	16,36	2,76	4,08	2,51	10,93
		9	15,60	118,00	18,29	2,75	4,11	2,55	12,20
10	100	6,5	12,82	122,10	16,69	3,09	4,43	2,68	10,06
		7	13,75	130,59	17,90	3,08	4,45	2,71	10,79
		8	15,60	147,19	20,30	3,07	4,47	2,75	12,25
		10	19,24	178,95	24,97	3,05	4,52	2,83	15,10

		12	22,80	208,90	29,47	3,03	4,56	2,91	17,90
		14	26,28	237,15	33,83	3,00	4,60	2,99	20,63
		16	29,68	263,82	38,04	2,98	4,64	3,06	23,30
11	110	7	15,15	175,61	21,83	3,40	4,85	2,96	11,89
		8	17,20	198,17	24,77	3,39	4,87	3,00	13,50
12,5	125	8	19,69	294,36	32,20	3,87	5,46	3,36	15,46
		9	22,00	327,48	36,00	3,86	5,48	3,40	17,30
		10	24,33	359,82	39,74	3,85	5,52	3,45	19,10
		12	28,89	422,23	47,06	3,82	5,55	3,53	22,68
		14	33,37	481,76	54,17	3,80	5,59	3,61	26,20
		16	37,77	538,56	61,09	3,78	5,63	3,68	29,65
14	140	9	24,72	465,72	45,55	4,34	6,1	3,76	19,41
		10	27,33	512,29	50,32	4,33	6,12	3,82	21,45
		12	32,49	602,49	59,66	4,31	6,16	3,90	25,50
16	160	10	31,43	774,24	66,19	4,96	6,91	4,30	24,67
		11	34,42	844,21	72,44	4,95	6,93	4,35	27,02
		12	37,39	912,89	78,62	4,94	6,95	4,39	29,35
		14	43,57	1046,47	90,77	4,92	6,98	4,47	34,20
		16	49,07	1175,19	102,64	4,89	7,03	4,55	38,52
		18	54,79	1290,24	114,24	4,87	7,06	4,63	43,01
		20	60,40	1418,85	125,60	4,85	7,11	4,70	47,41
18	180	11	38,80	1216,44	92,47	5,60	7,74	4,85	30,47
		12	42,19	1316,62	100,41	5,59	7,76	4,89	33,12
20	200	12	47,10	1822,78	124,61	6,22	8,55	5,37	36,97
		13	50,85	1960,77	134,44	6,21	8,58	5,42	39,92
		14	54,60	2097,00	144,17	6,20	8,6	5,46	42,80
		16	61,98	2362,57	163,37	6,17	8,64	5,54	48,65
		20	76,54	2871,47	200,37	6,12	8,72	5,70	60,08
		25	94,29	3466,21	245,59	6,06	8,81	5,89	74,02
		30	111,54	4019,60	288,57	6,00	8,9	6,07	87,56

Таблица Б-7. Коэффициенты φ продольного изгиба центрально-сжатых стальных элементов по приложению Д.1 СП 16.13330.2011

Условная гибкость $\bar{\lambda}$	Коэффициенты φ для типа сечения			Условная гибкость $\bar{\lambda}$	Коэффициенты φ для типа сечения			Условная гибкость $\bar{\lambda}$	Коэффициенты φ для типа сечения		
	a	b	c		a	b	c		a	b	c
0,4	999	998	992	3,8	530	487	430	7,2	147		
0,6	994	986	950	4,0	475	453	401	7,4	139		
0,8	981	967	929	4,2	431	421	375	7,6	132		
1,0	968	948	901	4,4	393	392	351	7,8	125		
1,2	954	927	878	4,6	359	359	328	8,0	119		
1,4	938	905	842	4,8	330	330	308	8,5	105		
1,6	920	881	811	5,0	304	304	289	9,0	094		
1,8	900	855	778	5,2	281	281	271	9,5	084		
2,0	877	826	744	5,4	261		255	10,0	076		
2,2	851	794	709	5,6	242		240	10,5	069		
2,4	820	760	672	5,8	226			11,0	063		
2,6	785	722	635	6,0	211			11,5	057		
2,8	747	683	598	6,2	198			12,0	053		
3,0	704	643	562	6,4	186			12,5	049		
3,2	660	602	526	6,6	174			13,0	045		
3,4	615	562	492	6,8	164			14,0	039		
3,6	572	524	460	7,0	155						

Примечание: Значение коэффициентов φ в таблице увеличены в 1000 раз

Таблица Б-8. Материалы для сварки, соответствующие стали по табл. Г.1 СП 16.13330.2011

Сталь	Типы электродов по ГОСТ 9467
$R_{yn} < 290 \text{ МПа}$	Э 42; Э 42 А, Э 46, Э 46А
$290 \leq R_{yn} < 590 \text{ МПа}$	Э 50, Э 50А

Таблица Б-9. Коэффициенты перехода m_n по табл. 5
СП 64.13330.2011

Древесные породы	Коэффициент m_n для расчетных сопротивлений		
	растяжению, изгибу, сжатию и смятию вдоль волокон $R_p, R_{и}, R_c, R_{см}$	сжатию и смятию поперек волокон $R_{с90}, R_{см90}$	Скальванию $R_{ск}$
<u>Хвойные</u>			
1. Лиственница	1,2	1,2	1
2. Кедр сибирский	0,9	0,9	0,9
3. Кедр Красноярского края, сосна веймутова	0,65	0,65	0,65
4. Пихта	0,8	0,8	0,8
<u>Твердые лиственные</u>			
5. Дуб	1,3	2	1,3
6. Ясень, клен, граб	1,3	2	1,6
7. Акация	1,5	2,2	1,8
8. Береза, бук	1,1	1,6	1,3
9. Вяз, ильм	1	1,6	1
<u>Мягкие лиственные</u>			
10. Ольха, липа, осина, тополь	0,8	1	0,8

Таблица Б-10. Коэффициенты условия работы m_b по табл. 7
СП 64.13330.2011

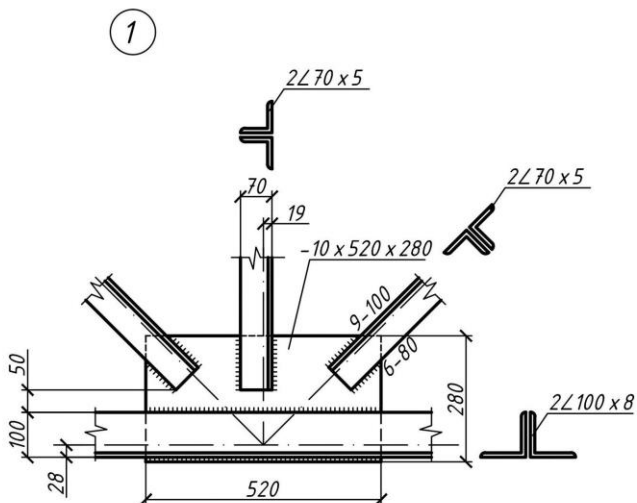
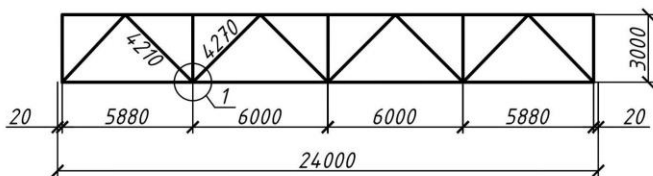
Условия эксплуатации (по таблице 1 СП)	1А и 1	2	3	4
Коэффициент m_b	1	0,9	0,85	0,75

Таблица Б-11. Сортамент пиломатериалов хвойных пород
по ГОСТ 24454-80

Толщина	Ширина, мм								
	75	100	125	150	175	200	225	250	275
16	75	100	125	150	-	-	-	-	-
19	75	100	125	150	175	-	-	-	-
22	75	100	125	150	175	200	225	-	-
25	75	100	125	150	175	200	225	250	275
32	75	100	125	150	175	200	225	250	275
40	75	100	125	150	175	200	225	250	275
44	75	100	125	150	175	200	225	250	275
50	75	100	125	150	175	200	225	250	275
60	75	100	125	150	175	200	225	250	275
75	75	100	125	150	175	200	225	250	275
100	-	100	125	150	175	200	225	250	275
125	-	-	125	150	175	200	225	250	-
150	-	-	-	150	175	200	225	250	-
175	-	-	-	-	175	200	225	250	-
200	-	-	-	-	-	200	225	250	-
250	-	-	-	-	-	-	-	250	-

Приложение В. Пример оформления чертежа МК

ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ СХЕМА ФЕРМЫ



Должность	Фамилия	Подпись	Дата
Студент	Иванов И.		02.03.17
Преподаватель	Мирошниченко Е. А.		06.03.17

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №

СТРОПИЛЬНАЯ
ФЕРМА

СТАЛЬ С 255

Стадия	Масса	Масштаб
У	—	1:200 1:10
Лист 1	Листов 1	
ВСК 255 гр.		