Автономная некоммерческая профессиональная образовательная организация

«УРАЛЬСКИЙ ПРОМЫШЛЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ТЕХНИКУМ»

**Методические указания к практическим работам**

**для студентов**

**по дисциплине: «Основы расчета строительных конструкций»**

специальность 08.02.01 «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений»

г. Екатеринбург, 2015 г.

|  |  |
| --- | --- |
| ОДОБРЕНО  Цикловой комиссией  Технологии строительства | Составлено в соответствии с рабочей программой по дисциплине для специальности «Строительство и эксплуатация зданий и сооружений» |
| Председатель комиссии  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Н.Н. Гараева  От «30» мая 2015 г. | Директор  \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_В.И. Овсянников  «30» мая 2015 г. |

Составитель: Гараева Н.Н., преподаватель АН ПОО «Уральский промышленно-экономический техникум».

**ВВЕДЕНИЕ**

Обеспечение надежности является важнейшим требованием, предъявляемым к конструкциям зданий и сооружений.

Поведение строительных конструкций определяется случайными факторами. Статистической изменчивостью обладают нагрузки, свойства материалов конструкции, ее размеры, свойства любой агрессивной среды, под воздействием которой может находиться конструкция. Поэтому проектирование конструкций зданий и сооружений является процессом принятия решений в условиях неопределенности свойств конструкций и внеш-них воздействий на нее.

Вероятностный подход к расчету надежности и долговечности конст-рукций зданий и сооружения учитывает случайный характер свойств кон-структивного элемента и воздействующих на конструктивный элемент факторов (нагрузок, агрессивных сред).

Задача расчета строительных конструкций на надежность заключается в определении вероятности выхода конструкции из строя при заданных ус-ловиях ее работы, либо в нахождении по заданной экономически целесо-образной надежности требуемых размеров конструкции, уровня нагрузок на конструкцию или оптимального срока эксплуатации.

**Цели и задачи дисциплины – требования к результатам освоения дисциплины**

**иметь практический опыт** выполнения расчетов и проектированию строительных конструкций, оснований;

**уметь:** выполнять расчеты нагрузок, действующих на конструкции;

- по конструктивной схеме построить расчетную схему конструкции;

-выполнять статический расчет;

- проверять несущую способность конструкций;

- подбирать сечение элемента от приложенных нагрузок;

- определять размеры подошвы фундамента;

- выполнять расчеты соединений элементов конструкции;

- рассчитывать несущую способность свай по грунту, шаг свай и количество свай в ростверке.

**Знать:**

- документацию на проектирование строительных конструкций из различных материалов и оснований;

- методику подсчета нагрузок;

- правила построения расчетных схем;

- методику определения внутренних усилий от расчетных нагрузок;

- работу конструкций под нагрузкой; прочностные и деформационные характеристики строительных материалов;

- основы расчета строительных конструкций;

- виды соединений для конструкций из различных материалов;

- строительную классификацию грунтов;

- физические и механические свойства грунтов;

- классификацию свай, работу свай в грунте;

- правила конструирования строительных конструкций;

- профессиональные системы автоматизированного проектирования работ для проектирования строительных конструкций.

**Практическая работа №1**

**Расчет нагрузок на 1м2 на 1м.п, на вертикальные конструкции**

**Цель:**научиться собирать нагрузки на элементы зданий

**В результате выполнения практического занятия студент должен**

- ***знать:*** Методы определения расчетных и нормативных нагрузок

- ***уметь:*** собирать и рассчитывать нагрузки на 1 м2 покрытия, перекрытия на фундамент здания и сводить их в таблицу

**Исходные данные:**

|  |  |
| --- | --- |
| ВАРИАНТ №1 Исходные данные: - расстояние между несущими стенами – 6,0 м; - здание 5 этажное, Нэт=2,7м; - толщина стены из силикатного кирпича – 51 см; - ᴦ Киров; Покрытие: - 4 слоя рубероида; - асфальтобетон – 20 мм; - плиты из ячеистого бетона – 100 мм; - 1 слой толя – 1,5 мм; - железобетонная многопустотная плита – 160 мм; Перекрытие: - линолеум – 4 мм; - битумная мастика – 2 мм; - цементно-песчаная стяжка – 10 мм; - железобетонная многопустотная плита – 160 мм. | ВАРИАНТ №2 Исходные данные: - расстояние между несущими стенами – 6,1 м; - здание 4 этажное Нэт=2,7м; - толщина стены из силикатного кирпича – 38 см; - . Псков; Покрытие: -защитный слой гравия – 12 мм; - 4 слоя рубероида; - цементно-песчаная стяжка – 15 мм; - плиты из керамзитобетона – 70 мм; - 1 слой рубероида – 3 мм; - железобетонная многопустотная плита – 220 мм; Перекрытие: - паркет дубовый – 19 мм; - битумная мастика – 2 мм; - цементно-песчаная стяжка – 10 мм; - керамзитобетон – 25 мм; - железобетонная многопустотная плита – 220 мм. |
| ВАРИАНТ №3 Исходные данные: - расстояние между несущими стенами – 6,2 м; - здание 6 этажное Нэт=2,7м; - толщина стены из силикатного кирпича – 64 см; - ᴦ. Кустанай; Покрытие: - 3 слоя рубероида; - литой асфальтобетон – 30мм; - гранулированные шлаки – 60 мм; - 1 слой рубероида – 3 мм; - железобетонная ребристая плита – 60 мм; Перекрытие: - керамическая плитка – 8 мм; - цементно-песчаная стяжка – 15 мм; - шлакобетон – 20 мм; - битумная мастика – 3 мм; - железобетонная ребристая плита – 60 мм. | ВАРИАНТ №4 Исходные данные: - расстояние между несущими стенами – 5,8м; - здание 3 этажное Нэт=2,7м; - толщина стены из керамического кирпича – 51 см; - ᴦ. Якутск; Покрытие: - защитный слой из мраморной крошки – 10 мм; - 4 слоя рубероида на мастике; - цементно-песчаная стяжка – 10 мм; - шлакобетон – 35 мм; - 1 слой пергамина – 2 мм; - железобетонная плоская плита – 100 мм; Перекрытие: - поливинилхлоридная плитка – 4 мм; - цементно-песчаный раствор – 200 мм; - 2 слоя толя на битумной мастике; - железобетонная плоская плита – 100 мм. |
| ВАРИАНТ №5 Исходные данные: - расстояние между несущими стенами – 5,4 м; - здание 7 этажное Нэт=2,7м; - толщина стены из керамического кирпича – 64 см; - ᴦ. Рига; Покрытие: - защитный слой гравия– 12 мм; - 4 слоя рубероида; - цементно-песчаная стяжка – 15 мм; - плиты из керамзитобетона – 70 мм; - 1 слой рубероида; - железобетонная многопустотная плита – 220 мм; Перекрытие: - дощатый пол – 29 мм; - лаги 50х60 мм через 400 мм; - прокладки под лаги из рубероида 100х2,5 мм; - железобетонная многопустотная плита – 220 мм. | ВАРИАНТ №6 Исходные данные: - расстояние между несущими стенами – 6,5 м; - здание 8 этажное Нэт=2,7м; - толщина стены из силикатного кирпича – 38 см; - ᴦ. Свердловск; Покрытие: - защитный слой из мраморной крошки – 10 мм; - 4 слоя рубероида на мастике; - цементно-песчаная стяжка – 10 мм; - шлакобетон – 35 мм; - 1 слой пергамина – 2 мм; - железобетонная плоская плита – 100 мм; Перекрытие: - линолеум – 4 мм; - черный пол из досок – 25 мм; - лаги 40х70 через 300 мм; - прокладки под лаги из пергамина 100х2 мм; - минеральная вата – 30 мм; - железобетонная плоская плита – 100 мм; |
| ВАРИАНТ №7 Исходные данные: - расстояние между несущими стенами – 6,6 м; - здание 8 этажное Нэт=2,7м; - толщина стены из силикатного кирпича – 64 см; - . Уфа; Покрытие: -защитный слой гравия – 12 мм; - 4 слоя рубероида; - цементно-песчаная стяжка – 15 мм; - плиты из керамзитобетона – 70 мм; - 1 слой рубероида – 3 мм; - железобетонная многопустотная плита – 220 мм; Перекрытие: - паркет дубовый – 19 мм; - битумная мастика – 2 мм; - цементно-песчаная стяжка – 10 мм; - керамзитобетон – 25 мм; - железобетонная многопустотная плита – 220 мм. | ВАРИАНТ №8 Исходные данные: - расстояние между несущими стенами – 6,5 м; - здание 5 этажное Нэт=2,7м; - толщина стены из силикатного кирпича – 51 см; - ᴦ. Москва; Покрытие: - 3 слоя рубероида; - литой асфальтобетон – 30мм; - гранулированные шлаки – 60 мм; - 1 слой рубероида – 3 мм; - железобетонная ребристая плита – 60 мм; Перекрытие: - керамическая плитка – 8 мм; - цементно-песчаная стяжка – 15 мм; - шлакобетон – 20 мм; - битумная мастика – 3 мм; - железобетонная ребристая плита – 60 мм. |
| ВАРИАНТ №9 Исходные данные: - расстояние между несущими стенами – 6,0м; - здание 5 этажное Нэт=2,7м; - толщина стены из керамического кирпича – 51 см; - ᴦ. Киев; Покрытие: - защитный слой из мраморной крошки – 10 мм; - 4 слоя рубероида на мастике; - цементно-песчаная стяжка – 10 мм; - шлакобетон – 35 мм; - 1 слой пергамина – 2 мм; - железобетонная плоская плита – 100 мм; Перекрытие: - поливинилхлоридная плитка – 4 мм; - цементно-песчаный раствор – 200 мм; - 2 слоя толя на битумной мастике; - жел9щ ш0езобетонная плоская плита – 100 мм. | ВАРИАНТ №10 Исходные данные: - расстояние между несущими стенами – 5,6 м; - здание 5 этажное Нэт=2,7м; - толщина стены из керамического кирпича – 38 см; - ᴦ. Норильск; Покрытие: - защитный слой гравия– 12 мм; - 4 слоя рубероида; - цементно-песчаная стяжка – 15 мм; - плиты из керамзитобетона – 70 мм; - 1 слой рубероида; - железобетонная многопустотная плита – 220 мм; Перекрытие: - дощатый пол – 29 мм; - лаги 50х60 мм через 400 мм; - прокладки под лаги из рубероида 100х2,5 мм; - железобетонная многопустотная плита – 220 мм. |

**Порядок выполнения практической работы:**

1. Собрать нагрузки на 1м2 покрытия;

- плотность материалов определяем (5, стр.15 приложение № 3);

- коэффициент перегрузки определяем (6, стр.5 таблица №1);

- снеговую нагрузку определяем (6, стр. 30-33 карта͵ стр. 9 таблица №4);

2. Собрать нагрузки на 1м2 перекрытия;

- плотность материалов определяем (5, стр.15 приложение № 3);

- коэффициент перегрузки определяем (6, стр.5 таблица №1);

- временную нагрузку на перекрытие определяем (6, стр. 6, таблица №3);

3. Собрать нагрузки на 1 п.м ленточного фундамента под наружную стену;

4. Данные расчета внести в таблицу.

**Пример:**

Исходные данные:

- расстояние между несущими стенами – 5,5 м;

- здание 4 этажное Нэт=3м;

- толщина стены из керамического кирпича – 51 см;

- ᴦ. Казань;

**Покрытие:**

- защитный слой гравия– 10 мм;

- 3 слоя рубероида;

- цементно-песчаная стяжка – 12 мм;

- плиты из керамзитобетона – 80 мм;

- 1 слой рубероида;

- железобетонная многопустотная плита – 220 мм;

**Перекрытие:**

- дощатый пол – 30 мм;

- лаги 50х60 мм через 400 мм;

- прокладки под лаги из рубероида 100х2,5 мм;

- железобетонная многопустотная плита – 220 мм.

1. Сбор нагрузок на 1м2 покрытия

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование нагрузок | Нормативная нагрузка, кН/м2 | γf | Расчетная нагрузка, кН/м2 |
| I. Постоянные нагрузки |  |  |  |
| 1. защитный слой гравия– δ=10 мм = 0,01 м ρ=1600 кг/м3 = 16 кН/м3 | δхρ = 0,01х16 = 0,16 | 1,2 | 0,16х1,2=0,192 |
| 1. 3 слоя рубероида δ=15 мм = 0,015 м; ρ=600 кг/м3=6 кН/м3 | 0,015х6=0,09 | 1,2 | 0,09х1,2=0,108 |
| 1. цементно-песчаная стяжка δ=12 мм = 0,012 м; ρ=1800 кг/м3 = 18 кН/м3 | 0,012х18=0,216 | 1,3 | 0,216х1,3=0,2808 |
| 1. плиты из керамзитобетона δ=80 мм = 0,08 м; ρ=1600 кг/м3 = 16 кН/м3 | 0,08х16=1,28 | 1,2 | 1,28х1,2=1,536 |
| 1. 1 слой рубероида δ=5 мм = 0,005 м; ρ=600 кг/м3=6 кН/м3 | 0,005х16=0,08 | 1,2 | 0,08х1,2=0,096 |
| 1. железобетонная многопустотная плита δ=110 мм = 0,11 м; ρ=2500 кг/м3 = 25 кН/м3 | 0,11х25=2,75 | 1,1 | 2,75х1,1=3,025 |
| Итого постоянные нагрузки | qн=4,58 |  | qр=5,24 |
| II. Временные нагрузки |  |  |  |
| 1. Снеговая ᴦ.Казань IV р-он стр-ва – 150 кг/м2 = 1,5 кН/м2 | 1,5 | 1,3 | 1,5х1,3=1,95 |
| Итого временные нагрузки | рн=1,5 |  | рн=1,95 |

Nн= qн+ рн=4,58+1,5=6,08 кН/м2

Nр= qр+ рр=5,24+1,95=7,19 кН/м2

2. Сбор нагрузок на 1м2 перекрытия

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование нагрузок | Нормативная нагрузка, кН/м2 | γf | Расчетная нагрузка, кН/м2 |
| I. Постоянные нагрузки |  |  |  |
| 1. дощатый пол– δ=30 мм = 0,03 м ρ=500 кг/м3 = 5 кН/м3 | δхρ = 0,03х5 = 0,15 | 1,3 | 0,15х1,3=0,195 |
| 1. лаги 50х60 мм через 400 мм |  |  |  |
| 1. прокладки под лаги из рубероида 100х2,5 мм |  |  |  |
| 1. железобетонная многопустотная плита δ=110 мм = 0,11 м; ρ=2500 кг/м3 = 25 кН/м3 | 0,11х25=2,75 | 1,1 | 2,75х1,1=3,025 |
| Итого постоянные нагрузки | qн=2,9 |  | qр=3,22 |
| II. Временные нагрузки |  |  |  |
| 1. на перекрытие (жилой дом) – 150 кг/м2 = 1,5 кН/м2 | 1,5 | 1,3 | 1,5х1,3=1,95 |
| Итого временные нагрузки | рн=1,5 |  | рн=1,95 |

Nн= (qн+ рн)х кол.эт. =(2,9+1,5)х4=17,6 кН/м2

Nр= (qр+ рр)х кол.эт. =(3,22+1,95)х4=20,68 кН/м2

3. Сбор нагрузок на 1 п.м ленточного фундамента под наружную стену

Определяем грузовую площадь

Sгр=5,5/2х1=2,75 м2

Рисунок 1 план наружных стен для определения нагрузок

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Наименование нагрузок | Нормативная нагрузка | γf | Расчетная нагрузка, кН |
| На ед.изм кН/м2 | от грузовой площади Sгр, кН |  |  |
| I. Постоянные нагрузки |  |  |  |
| 1. от покрытия (qн=4,58 кН/м2) | 4,58 | 4,58х2,75=12,6 | 1,2 | 12,6х1,2=15,12 |
| 1. от перекрытия (qн=2,9 кН/м2)х кол.эт.= 2,9х4=11,6кН/м2 | 11,6 | 11,6х2,75=31,9 | 1,2 | 31,9х1,2=38,28 |
| 1. от кирпичных стен qн=δстхSгрхНэтхρкирпичахкол.эт.=0,51х2,75х3х16х4=269,28кН |  | 269,28 | 1,1 | 296,21 |
| Итого постоянные нагрузки |  | qн=313,78 |  | qр=349,61 |
| II. Временные нагрузки |  |  |  |  |
| 1. Снеговая ᴦ.Казань IV р-он стр-ва – 150 кг/м2 = 1,5 кН/м2 | 1,5 | 1,5х2,75=4,125 | 1,3 | 4,125х1,3=5,36 |
| 1. на перекрытие (жилой дом) – 150 кг/м2 = 1,5 кН/м2 х кол.эт. = 1,5х4=6 кН/м2 |  | 6х2,75=16,5 | 1,3 | 16,5х1,3=21,45 |
| Итого временные нагрузки |  | qн=20,625 |  | qр=26,81 |

**Nн= qн+ рн=313,78+20,625=334,405 кН**

**Nр= qр+ рр=349,61+26,81=376,42 кН**

**Контрольные вопросы:**

1. Что является нормативной нагрузкой?

2. Что является расчетной нагрузкой?

3. Классификация нагрузок.

4. Для чего применяют коэффициент перегрузки?

5. Основные требования предъявляемые к конструкциям при расчете.

**Практическая работа**

**Расчет изгибаемых элементов металлических и деревянных.**

**Типы задач: подбор сечения, проверка несущей способности, расчет по деформации**.

**Деревянные конструкции, работающие на изгиб.**

**Проверить прочность по нормальным напряжениям и жёсткость балки.**

1. Проверить прочность (несущую способность) по нормальным напряжениям

Основное условие прочности:

**M/ Wрасч ≤Rи m i** **/ γ n**

**Wрасч** – момент сопротивления сечения ( см3), принимается по заданным размерам сечения балки b\*h (см). Для прямоугольного и квадратного сечения но оси **х,**

**Wрасч= b\*h2/6 (см3)**

**M** – изгибающий момент от действующей нормативной нагрузки **M=q l02 /8** (кН\*м);

**q –** равномерно распределённая нагрузка;

**l0  -** расчетная длина бруса;

**Rи** – расчетное сопротивление (кН/см2) принимается в таблице, зависит от;

m п - породы древесины,

-сорта древесины С-1 ,С-2, С-3,

- размеров пиломатериала b\*h,

- вида работы,

- действующей нагрузки по отношению к волокнам,

m в - условий работы.

**γ n** - коэффициент надёжности по назначению сооружения ;

1. **Проверка жесткости по приближённой формуле.**

**ƒ/l=(Mn\*l)/(10E\*I) ≤[ƒ/l];**

**Mn** - изгибающий момент (кН\*м) от действующей нормативной нагрузки;

**Mn= M/ γf;**

**γf .ср -** средне значение коэффициента надёжности по нагрузке;

**E –** модуль упругости древесины равен **E=** 1\*103 (кН/см2);

**I** – момент инерции сечения (см4), зависит от размеров сечения (b\*h). по оси **х** равен, правильной формы

**I= b\*h3/12 (см4);**

Для круглого сечения **I=d4/20(см4);**

**d –** диаметр круглой древесины;

**l**– длина бруса;

**ƒ/l –**относительный прогиб бруса от действующей нормативной нагрузки;

**[ƒ/l] -** предельно допустимыйотносительный прогиб балки;

**Деревянные конструкции, работающие на сжатие.**

**Проверка по несущей способности (устойчивости) сжатой стойки.**

1. Проверить несущей способности (устойчивости)

Основное условие:

**N /φFрасч ≤ Rс\*** **m i** **/γn**

**N –** сжимающее усилие (кН);

**φ –** коэффициент продольного изгиба, учитывающий снижение несущей способности гибких элементов, зависит от гибкости элемента ( **λ**);

**λ= lеƒ/r–** гибкость элемента;

**l0 –** расчетная длина элемента;

**r –** радиус инерции сечения (см) принимается по заданным размерам,

**r =0.29** **b -** длясечений правильнойформы (квадратов и прямоугольников).

**r =0.25** **d (d –** диаметр круглого сечения);

**Fрасч –** площадь сечения (см2) колонны (стойки), принимается по заданным размерам, равна b\*h;

**Rс** – расчетное сопротивление (кН/см2) принимается в таблице по сорту древесины с учетом коэффициентов **mi**;

m п - породы древесины,

-сорта древесины С-1 ,С-2, С-3,

- размеров пиломатериала b\*h,

- вида работы,

- действующей нагрузки по отношению к волокнам,

m в - условий работы.

γ n - коэффициент надёжности по назначению сооружений;

класс ответственности 2, коэффициент γ n=0.95, класс ответственности 3 коэффициент γ n=0.90;



**λ –** должна быть в допустимых пределах,

для отдельно стоящих конструкций **λ** **≤ [λ]=120;**

для второстепенных элементов **[λ]=150;**

для связей **[λ]=200;**

Для определения **φ** коэффициента продольного изгиба, гибкость **λ** сравнивается с величиной 70;

при **λ ≤ 70, φ=1 – α(λ/100)2**; при **λ ˃ 70, φ =А/ λ2;**

**α=0.8; А=3000 –** для древесины,

**А=2500** для фанеры.

**Извлечение из таблицы3СНиП ll-25-80**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Напряженное состояние и характеристика элемента | Обозначения | Расчетное сопротивление, МПа, сорт древесины | | |
| 1 | 2 | 3 |
| 1. Изгиб, сжатие и смятие вдоль волокон: а) элементы прямоугольного сечения (за исключением указанных в подп. «б» и «в ») высотой до 50см.   б) элементы прямоугольного сечения шириной свыше 11-13см.  в) элементы прямоугольного сечения шириной свыше 13см при высоте сечения с выше 13-50см  г) элементы из круглых лесоматериалов без врезок в расчетное сечение | Rи Rс Rсм  Rи Rс Rсм  Rи Rс Rсм  Rи Rс Rсм | 14  15  16  - | 13  14  15  16 | 8.5  10  11  10 |
| 2.Растяжение вдоль волокон:  а) неклееные элементы  б) клееные элементы | Rр  Rр | 10  12 | 7  9 | -  - |
| 3.Сатие и смятие по всей площади поперек волокон | Rс90, Rсм90 | 1.8 | 1.8 | 1.8 |
| 1. Скалывание вдоль волокон   а) при изгибе неклеёных элементов  б) при изгибе клеёных элементов | Rск  Rск | 1.8  1.8 | 1.6  1.5 | 1.6  1.5 |

**Железобетонные конструкции**

**Железобетонные конструкции, работающие на сжатие со случайным эксцентриситетом.**

**Проверка по несущей способности (устойчивости) сжатых стоек и колонн.**

1. Проверить несущей способности (устойчивости) сжатого элемента.
2. Основное условие:

**N ≤ φ(γb1 RbAb +RscAsc)**

**N –** расчетная продольнаясила. (сжимающее усилие) (кН);

**Rb; Rsc –** расчетное сопротивление бетона и сжатой арматуры принимают в таблице по классу бетона и классу арматуры см. табл. 5.2 СП52- 101-2003, табл. 5.7,5.8 СП52- 101-2003.

Извлечение из табл. 5.2 СП52- 101-2003

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид сопротивления | Бетон | Расчетное сопротивление бетона для предельных состояний первой группы **Rb** и **Rbt** МПа, при классе бетона по прочности на сжатие. | | | | | |
| В10 | В15 | В20 | В25 | В30 | В35 |
| Сжатие осевое (призменная прочность), **Rb** | Тяжелый и мелкозернистый | 6.0 | 8.5 | 11.5 | 14.5 | 17 | 19.5 |
| Растяжение осевое, **Rbt** | Тяжелый0.56 | 0.56 | 0.75 | 0.9 | 1.05 | 1.15 | 1.3 |

Извлечение из табл. 5.7,5.8 СП52- 101-2003

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Стержневая арматура классов | Расчетные сопротивления арматуры для предельных состояний первой группы, МПа | | |
| растяжению | | сжатию *Rsc* |
| продольной *Rs* | поперечной (хомутов и отогнутых стержней) *Rsw* |
| А-I | 225 | 175 | 225 |
| А-II | 280 | 225 | 280 |
| А-III диаметром, мм: |  |  |  |
| 6 - 8 | 355 | 285\* | 355 |
| 10-40 | 365 | 290\* | 365 |
| А-IV | 510 | 405 | 450 |
| А-V | 680 | 545 | 500 |
| А-VI | 815 | 650 | 500 |
| Aт-VII | 980 | 785 | 500 |
| А-IIIв с контролем: |  |  |  |
| удлинения и напряжения | 490 | 390 | 200 |
| только удлинения | 450 | 360 | 200 |

**γb1 –** коэффициент учитывает длительно действующую нагрузку, принимается **γb1=0.9.**

**φ –** Коэффициент продольного изгиба, учитывающий снижение несущей способности гибких элементов, зависит от гибкости элемента ( **λ**) см. таблицу табл.6.2 СП52- 101-2003;

**λ= l0/hкол;**

**l0 –** расчетная длина колонны;

**hкол-** сторона сечения колонны;

**Ab, Asc -** площадь сечения сжатого элемента и площадь сечения рабочей арматуры.

**Ab-** сечение колонны **Ab=** **bкол**\* **hкол;**

**Asc –** площадь сечения арматуры, принимается в таблице по количеству и диаметру стержней.

Извлечение из табл.6.2 СП52- 101-2003

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **λ= l0/hкол** | 6 | 10 | 15 | 20 |
| **φ** | 0.92 | 0.9 | 0.83 | 0.7 |

Промежуточные значения коэффициента продольного изгиба **φ** принимается методом интерполяции.

**Общий порядок расчета сечения рабочей арматуры.**

Исходные данные: класс бетона, класс рабочей арматуры, длина колонны **Ɩ**,

действующая нагрузка **N,** размеры сечения колонны **bкол**\* **hкол,**

1. Устанавливается расчетная схема работы.
2. Принимается расчетная длина колонны **l0 (** при шарнирном закреплении расчетная длина равна высоте этажа).
3. По классу бетона и арматуры определяются расчетное сопротивление бетона на сжатие **Rb** с учетом коэффициента условий работы **γb1=0.9**

табл. 5.2 СП52- 101-2003 ирасчетное сопротивление сжатой арматуры **Rsc.** 5.8 СП52- 101-2003

1. Определяется гибкость колонны **λ= l0/hкол** по таблице Табл.6.2 СП52- 101-2003 **φ –** коэффициент продольного изгиба, учитывающий снижение несущей способности гибких элементов.
2. Определяется площадь поперечного сечения колонны **Ab=** **bкол**\* **hкол.**
3. Из основной формулы в предельном состоянии определяем **Asc**

**N =φ(γb1 RbAb +RscAsc);**

**Asc =( N- φ γb1RbAb)/ φRsc; по Asc** принимается 4стержня диаметр стержней должен быть не менее 12мм, процент армирования µ не более 3%

µ=( **Asc/Ab )\*100% ≤ µ=3%**

при минусовом результате **Asc,** армирование производится по минимальному проценту армирования **µmin;**

**µmin=0.5%(0.005);**

**Asc = (µmin\*Ab)**→ 4ø не менее 12мм.

### Практическая работа

### Тема: Стальные колонны

Цель. Научиться подбирать сечение стальной колонны, проверять устойчивость принятого сечения, конструировать узлы.

Приобретаемые умения. Умение подобрать сечение и проверить устойчивость стальной колонны, навыки конструирования узлов, работы с нормативно- справочной и учебной литературой.

Литература.

1. СП 16.13330.2011. Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-23-81\*.
2. ГОСТ 26020-83. Сортамент стальных двутавров с параллельными гранями полок.
3. В.И. Сетков. Строительные конструкции. - М.: ИНФРА-М, 2013г.-446 с.

Норма времени. 4 часа.

Отчетный материал. Одна решенная задача

Контрольные вопросы

1. Назовите основные части стальной колонны.
2. Поясните порядок подбора сечения стальной колонны из прокатного двутавра.
3. Поясните, что обозначают буквенные символы: **Ry , γc , ℓef , λ, λu , φ, A** . Как их определить и от чего они зависят?
4. Укажите наиболее эффективный прокатный профиль длясжатых элементов.
5. Объясните, в чем заключается потеря общей и местной устойчивости стальной колонны.
6. Назовите факторы, влияющие на несущую способность стальной колонны.
7. Поясните конструкцию жесткого или шарнирного сопряжения колонны с фундаментом.
8. Поясните конструкцию жесткого или шарнирного сопряжения балки с колонной.

**Задача.** Подобрать сечение стальной колонны из двутавра с параллельными гранями полок; разработать эскиз сечения, оголовка и базы колонны согласно заданной расчетной схеме: стр.103,105 [3].

Дано:марка стали; тип двутавра: **К**- колонный или **Ш**- широкополочный; расчетная схема колонны; сетка колонн - **ℓ\*а**, м; высота этажа **Нэт**,м; постоянная и временная нагрузка – **gn**и **pn** , кПа; коэффициенты надежности по нагрузке – **γf1**  и **γf2** (табл. А-7).

Методические указания

1. Определить полную расчетную нагрузку на колонну с грузовой площади, равной произведению пролета на шаг:

**N=(gn·γf1+ pn·γf2)·ℓ·а** , кН →МН.

1. По таблице табл. Е-1 определить расчетное сопротивление стали по пределу текучести **Ry** , МПа. При этом толщину фасона принять предварительно t = 2…20мм. По табл. Е-2 принять коэффициент условия работы **γс** . Определить модуль упругости прокатной стали по таблице Г.10 [1]: Е= 2,06·105МПа.
2. Принять предварительно коэффициент продольного изгиба

**φ**= 0,5…0,7.

1. Из условия устойчивости определить требуемую площадь сечения: ****, м2 → см2.
2. По требуемой площади сечения **Атр** по сортаменту широкополочных или колонных двутавров (табл. И-2) принять с запасом номер профиля и выписать размеры и площадь принятого сечения и минимальный радиус инерции: **А**, см2→ м2; **imin** , см.

Стойки

Рисунок 4

Коэффициенты расчётной длины стальных колонн

1. Расчетная длина колонны определяется по формуле: **ℓef=μ·ℓ**, где **ℓ=**Нэт+0,15м. Коэффициент расчётной длины колонн **μ** зависит от условий закрепления их концов и определяется по таблице 30 [1]:
2. Определить гибкость принятого сечения колонны:  и условную гибкость: . Если , то коэффициент продольного изгиба **φ** = 1.
3. Если условная гибкость , коэффициент продольного изгиба **φ** определить по таблице К-1 настоящего пособия для типа сечения ***b***.

типы сеч МК

1. Определить предельную гибкость колонны по таблице 32, п.4 [1], для этого вычислить коэффициент ; . Сравнить: , сделать вывод. Если условие не выполняется, следует увеличить размеры сечения и сделать перерасчет с п. 5.
2. Проверить устойчивость принятого сечения колонны по формуле 7 [1]: , сделать вывод. Если устойчивость не обеспечена, следует увеличить сечение и сделать перерасчет с п. 5.
3. Если устойчивость обеспечена, проверить экономичность принятого сечения. Определить коэффициент недогруза: . Если **k** < 10%, сечение принято экономично; если **k** = 10…15% - удовлетворительно;

если **k** >15%, сечение принято неэкономично и следует выполнить перерасчет с п. 7, уменьшив номер профиля.

1. Разработать эскиз оголовка и базы колонны согласно заданной расчетной схеме, см. стр. 77, 78, 103, 105 [3] .
2. Ответить на контрольные вопросы.

**Практическая работа**

### Тема: Подбор сечения деревянной стойки

Цель. Научиться подбирать сечение деревянной стойки, проверять прочность и устойчивость принятого сечения.

Приобретаемые умения. Подбор сечения сжатого деревянного элемента, проверка прочности и устойчивости стойки, работа с нормативно-справочной литературой и блок-схемами.

Литература.

1. СП 64.13330.2011. Деревянные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II -25-80.
2. ГОСТ 24454-80\*Е. Рекомендуемый сортамент пиломатериалов.
3. В.И. Сетков. Строительные конструкции. - М.: ИНФРА-М, 2013г.- 446 с.

Норма времени. 2 часа.

Отчетный материал. Одна решенная задача.

Контрольные вопросы

1. Какие проверки выполняют для сжатых деревянных стоек?
2. Поясните, что обозначают буквенные символы: Rс, mn, mв, **λ,** **φ,** Fнт. Как их определить и от чего они зависят?
3. Как учитываются пороки древесины в расчете?
4. Как учитывается влажность среды и условия эксплуатации в расчете?
5. Какое сечение лесоматериалов является оптимальным для стоек?
6. Укажите способы защиты деревянной стойки от гниения при тех условиях эксплуатации, которые указаны в вашем варианте.
7. Назовите способы защиты древесины от возгорания.
8. Назовите диаметры, длины и их градацию для бревен строительных, подтоварников и жердей.
9. Какие пиломатериалы называют обрезными? Что такое обзол?
10. Какие грани доски называют пластью, кромкой, ребром?
11. Как учесть явление сбега в расчете бревенчатых стоек?
12. Каков порядок проверки устойчивости деревянных стоек?
13. Как подобрать сечение деревянных элементов (порядок расчета)?

**Задача.** Подобрать сечение сжатой стойки из бревна или бруса.

Дано:расчетная схема стойки; расчетное усилие N, кН; длина стойки ℓ,м; тип сечения - бревно или брус; порода древесины; условия эксплуатации (табл. А-8).

Методические указания

1. Определить расчетное сопротивление древесины сжатию **Rстб,** МПа по табл. табл. Е-4 для сосны и ели 2 сорта. Для бруса задаются размерами сечения, например, b=11…13см. Для других пород древесины, кроме сосны и ели, следует определить коэффициент перехода **mп** по табл. Е-3. В зависимости от условий эксплуатации определить коэффициент условия работы **mв** по табл. Е-5. С учетом всех коэффициентов расчетное сопротивление древесины будет равно: **Rс= Rстб· mп· mв** , МПа→кПа
2. ***Подбор сечения.*** Предварительно задаются коэффициентом продольного изгиба **φ**=0,5…0,7 и определяют требуемую площадь и размеры сечения из условия устойчивости: ,м2 →см2; Например, ;

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | для бруса:  , см, |  | для бревна , см. |
| ;  Размеры сечения бруса следует округлить до ближайшего значения по сортаменту (табл. И-3). Примем b = h=12,5см; | | Диаметр бревна следует округлить в сторону увеличения кратно 2см при d=14…26см и кратно 1см при d≤13см | |

|  |  |
| --- | --- |
| Бревно | Можно округлить диаметр в меньшую сторону и учесть явление сбега – 0,8см на 1м длины. Например, при ℓ=4м диаметр бревна в расчетном сечении равен: |

1. ***Проверка принятого сечения.*** Если размеры сечения бруса отличаются от ранее принятых b=11…13см, следует уточнить расчетное сопротивление древесины Rc по таблице Е-4. Далее определяется площадь принятого сечения: **F=b·h**,см2 →м2 – для бруса; - для бревна.
2. Расчетная длина стойки: **ℓ0= μ0·ℓ** , м →см. Коэффициент приведения **μ0** определяется согласно п. 6.23 [1] (рис.5).

Расч сх стоек

Рис.5. Расчетные схемы стоек

1. Радиус инерции сечения: **i=0,29b**, см- для бруса, где b- меньший размер сечения, **i=0,25d** – для бревна.
2. Определить гибкость стойки и сравнить с предельно допустимой величиной (см. табл.17 [1]) : , где **λ**макс=120- для основных элементов, **λ**макс =150- для второстепенных. Если условие не выполняется и сечение не удовлетворяет условию гибкости, следует увеличить размеры сечения и пересчитать п.3, 5 и 6.
3. Определить коэффициент продольного изгиба по формуле 7 или 8 [1]. Если **λ**≤70, то , где а=0,8. Если **λ>**70, то , где А=3000.
4. Устойчивость стойки проверяем по формуле 6 [1]:  , кПа →МПа, где Fрас=F; здесь **Rc**– с учетом коэффициентов **mn** и **mв** . Сделать вывод. Если условие не выполняется, следует увеличить размеры сечения и пересчитать с п. 3.
5. Если условие выполняется, устойчивость обеспечена. В этом случае следует проверить экономичность. Коэффициент недозагружения: . Если К ≤ 25%, сечение принято экономично; если К > 25%, экономичность принятого сечения не обеспечена, требуется уменьшить размеры сечения стойки и сделать перерасчет с п.3. Иногда, ввиду ограниченности сортамента, не удается подобрать экономичное сечение, тогда следует указать это в выводе.

**Практическая работа**

### Тема: Железобетонные колонны

Цель. Научиться определять площадь сечения рабочей арматуры колонны и конструировать каркас колонны.

Приобретаемые умения. Расчет и конструирование внецентренно сжатых элементов прямоугольного сечения при малом эксцентриситете, работа с нормативно-справочной литературой.

Литература. 1. СП 52-101-03 Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. Госстрой России. - М., 2003г.

2. В.И. Сетков. Строительные конструкции. - М.: ИНФРА-М, 2013г.

Норма времени. 4 часа.

Отчетный материал. Одна решенная задача

Контрольные вопросы

1. Поясните, какие элементы называют центрально- и внецентренно сжатыми.
2. Приведите примеры центрально- и внецентренно сжатых элементов.
3. Объясните, какова роль продольных и поперечных стержней в колонне.
4. Назовите различные типы армирования колонн.
5. Обоснуйте экономическую эффективность увеличения класса бетона сжатых элементов.
6. Укажите, какие классы арматуры применяют для продольных и поперечных стержней колонн.
7. Поясните, целесообразно ли применять высокопрочную арматуру в колонне.
8. Объясните, что обозначают буквенные символы: **Rb** , **Rs** , **Rsc** , **φ**, ***μs*** , **λ** , **ℓ0** .
9. Поясните, от чего зависит выбор расчетной схемы колонны.
10. Поясните, как обеспечить жесткость стыка колонны с фундаментом.
11. От чего зависит площадь рабочей арматуры колонны?
12. Что следует предпринять, если в расчете получилось: **As ≤ 0**?
13. От чего зависит шаг хомутов в колонне?
14. Напишите формулу для определения процента армирования колонны ***μs.***
15. Назовите тип армирования в оголовке и стержне колонны.

**Задача.** Определить площадь сечения рабочей арматуры колонны, диаметр и шаг поперечной арматуры. Вычертить эскиз каркаса и оголовка колонны.

Дано:расчетная схема колонны; расчетное усилие **N**, кН; высота этажа **Нэт**, м; класс бетона и арматуры; размеры сечения колонны **bк\*hк** , см. (табл. А-9).

Методические указания

1. Определить расчетные характеристики материалов по табл. Е.6, Е-7: расчетное сопротивление бетона на сжатие с учетом коэффициента условия работы при длительном действии нагрузки: ****; расчетное сопротивление продольной арматуры на сжатие **Rsc**, МПа→ кПа.
2. Определить расчетную длину колонны: **ℓ0=μ·ℓ**. Длина колонны с жестким опиранием в нижнем конце: **ℓ=Нэт+(0,15…0,5)** м, где 0,15…0,5 м- расстояние от уровня чистого пола до обреза фундамента. Для колонн с шарнирным опиранием в нижнем конце: **ℓ=Нэт**. Коэффициент проведения **μ** зависит от расчетной схемы колонны.

Стойки

Рис.6. Расчетные схемы железобетонных колонн

3. Вычислить гибкость колонны с округлением до целого числа: , где **hк**- меньший размер сечения колонны. Если получится **λ** = 6…20, следует учесть явление продольного изгиба колонны введением коэффициента **φ**. При длительном действии нагрузки коэффициент **φ** определяется по табл. 3.2-1 [1] или по табл. К-2 настоящего пособия.

4. Требуемую площадь сечения рабочей арматуры колонны определить по формуле: **** , где  Например,

****

5. По требуемой площади следует принять по сортаменту арматуры (табл. И-1) 4 или 6 рабочих стержней с запасом, расположив их по коротким сторонам сечения (рис.7). Например, примем 4Ø28А400 с Аs=24,63см2 или 6Ø22А400 с Аs=22,81см2

Сеч ж-б кол

Рис. 7. Размещение арматуры в сечении колонны

6. Определить процент армирования колонны  и сравнить его максимальным и минимальным значением: , где *μ*max=3%. Минимальный процент армирования определяется по таблице:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 5 | 7 | 9 | 11 | 13 | 15 | 17 | 19 | 21 | 25 |
| μmin,% | 0,1 | 0,115 | 0,13 | 0,145 | 0,16 | 0,175 | 0,19 | 0,205 | 0,22 | 0,25 |

Если получится *μ*s<*μ*min , следует увеличить диаметр рабочей арматуры колонны.

Если получится *μ*s>*μ*max , следует проверить несущую способность колонны по формуле:

.

7. Определить диаметр и шаг поперечной арматуры колонны. В сварных каркасах диаметр поперечной арматуры принимается из условия сварки по диаметру продольной арматуры (прил. Л). Поперечную арматуру в колонне устанавливают с целью предотвращения выпучивания продольной арматуры с шагом:  и мм. Шаг принять с округлением в сторону уменьшения кратно 50мм. Если µ>3%, поперечную арматуру следует устанавливать с шагом и мм. Например, **s=15d**=15·22=440мм<500, примем s=400мм.

8. Вычертить эскиз каркаса и оголовка колонны – стр. 125 [2].

Эскиз карк кол

Рис. 8. Эскиз каркаса колонны

1. Ответить на контрольные вопросы.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

**Индивидуальные задания для студентов**

|  |  |
| --- | --- |
| Таблица А-1 | Расчетные характеристики прокатной стали |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар. | Марка стали | Номер уголка | № вар. | Марка стали | Номер уголка |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| 1 | С 235 | **∟**50**x**5 | 16 | С 245 | **∟**160**x**12 |
| 2 | С 245 | **∟**56**x**5 | 17 | С 255 | **∟**200**x**10 |
| 3 | С 255 | **∟**63**x**6 | 18 | С 245 | **∟**200**x**13 |
| 4 | С 255 | **∟**63**x**4 | 19 | С 285 | **∟**200**x**14 |
| 5 | С 285 | **∟**70**x**5 | 20 | С 345 | **∟**200**x**16 |
| 6 | С 345 | **∟**70**x**6 | 21 | С 385 | **∟**200**x**20 |
| 7 | С 385 | **∟**75**x**5 | 22 | С 235 | **∟**200**x**12 |
| 8 | С 235 | **∟**75**x**6 | 23 | С 245 | **∟**200**x**13 |
| 9 | С 245 | **∟**80**x**6 | 24 | С 255 | **∟**100**x**7 |
| 10 | С 255 | **∟**80**x**7 | 25 | С 235 | **∟**100**x**8 |
| 11 | С 255 | **∟**90**x**6 | 26 | С 285 | **∟**100**x**10 |
| 12 | С 285 | **∟**90**x**7 | 27 | С 345 | **∟**110**x**10 |
| 13 | С 345 | **∟**160**x**10 | 28 | С 355 | **∟**125**x**9 |
| 14 | С 385 | **∟**160**x**12 | 29 | С 235 | **∟**140**x**9 |
| 15 | С 345 | **∟**180**x**11 | 30 | С 345 | **∟**140**x**10 |

|  |  |
| --- | --- |
| Таблица А-2 | Расчетные характеристики древесины |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар | Сорт | Порода | Сечение | усл. экспл. |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** |
| 1 | 1 | Ель | 100**x**100 | 2 |
| 2 | 2 | Сосна | 100**x**125 | 3 |
| 3 | 3 | Пихта | 125**x**150 | 1 |
| 4 | 1 | Береза | 150**x**150 | 4 |
| 5 | 2 | Дуб | 150**x**175 | 2 |
| 6 | 3 | Лиственница | 175**x**175 | 2 |
| 7 | 1 | Бук | 175**x**200 | 3 |
| 8 | 2 | Осина | 200**x**200 | 2 |
| 9 | 3 | Ясень | 100**x**100 | 3 |
| 10 | 1 | Клен | 100**x**125 | 4 |
| 11 | 2 | Кедр сибирский | 125**x**150 | 3 |
| 12 | 3 | Сосна | 150**x**150 | 4 |
| 13 | 1 | Пихта | 175**x**175 | 3 |
| 14 | 2 | Тополь | 200**x**200 | 2 |
| 15 | 3 | Граб | 100**x**125 | 3 |
| 16 | 1 | Липа | 100**x**150 | 2 |
| 17 | 2 | Бук | 150**x**200 | 4 |
| 18 | 3 | Осина | 200**x**250 | 2 |
| 19 | 1 | Ясень | 150**x**150 | 3 |
| 20 | 2 | Клен | 100**x**100 | 4 |
| 21 | 3 | Кедр сибирский | 100**x**125 | 3 |
| 22 | 1 | Сосна | 125**x**125 | 4 |
| 23 | 2 | Пихта | 150**x**150 | 2 |
| 24 | 3 | Береза | 150**x**175 | 4 |
| 25 | 1 | Дуб | 100**x**175 | 2 |
| 26 | 2 | Лиственница | 100**x**200 | 1 |
| 27 | 3 | Ясень | 150**x**200 | 1 |
| 28 | 1 | Клен | 100**x**150 | 2 |
| 29 | 2 | Пихта | 150**x**150 | 3 |
| 30 | 3 | Береза | 100**x**175 | 4 |

|  |  |
| --- | --- |
| Таблица А-3 | Расчетные характеристики каменной кладки |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар | Матер кладки | Марка камня | Марка раств. | Сеч. в кирп. (см) | № вар | Матер кладки | Марка камня | Марка раств. | Сеч. в кирп. (см) |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 1 | А | 75 | 50 | 1,5x2,0 | 16 | Г | 100 | 75 | 40x60см |
| 2 | А | 100 | 50 | 1,5x2,5 | 17 | Г | 150 | 100 | 60x80см |
| 3 | А | 125 | 50 | 1,5x3,0 | 18 | Г | 100 | 50 | 60x40см |
| 4 | А | 150 | 50 | 2,0x2,0 | 19 | Г | 75 | 75 | 40x80см |
| 5 | А | 200 | 50 | 2,0x2,5 | 20 | Г | 50 | 75 | 60x80см |
| 6 | Б | 100 | 150 | 2,0x3,0 | 21 | Д | 200 | В12,5 | 50x70см |
| 7 | Б | 125 | 150 | 2,0x3,5 | 22 | Д | 250 | В7,5 | 70x90см |
| 8 | Б | 150 | 150 | 1,5x1,5 | 23 | Д | 50 | В3,5 | 80x80см |
| 9 | Б | 200 | 150 | 1,5x2,0 | 24 | Д | 100 | В2,5 | 50x50см |
| 10 | Б | 300 | 150 | 1,5x2,5 | 25 | Д | 100 | В7,5 | 60x100см |
| 11 | В | 75 | 100 | 1,5x3,0 | 26 | А | 35 | 10 | 1,5x2,0 |
| 12 | В | 100 | 100 | 2,0x2,0 | 27 | А | 50 | 10 | 1,5x2,5 |
| 13 | В | 125 | 100 | 2,0x2,5 | 28 | А | 75 | 10 | 2,0x3,0 |
| 14 | В | 150 | 100 | 2,0x3,0 | 29 | А | 100 | 25 | 2,5x3,0 |
| 15 | В | 200 | 100 | 2,0x3,5 | 30 | А | 125 | 25 | 3,0x3,5 |

Материал кладки: **А**- кирпич керамический;

**Б**- кирпич силикатный; **В**- керамические камни;

**Г**- пустотелые бетонные камни; **Д**- бутобетон.

|  |  |
| --- | --- |
| Таблица А-4 | Расчетные характеристики бетона и арматуры |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар | Класс бетона | Класс арматуры | № вар | Класс бетона | Класс арматуры |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| 1 | В10 | А 240 | 16 | В30 | А 240 |
| 2 | В15 | А 300 | 17 | В35 | А 300 |
| 3 | В20 | А 400 | 18 | В40 | А 400 |
| 4 | В25 | А 500 | 19 | В45 | А 500 |
| 5 | В30 | В 500 | 20 | В50 | В 500 |
| 6 | В35 | А 240 | 21 | В55 | А 240 |
| 7 | В40 | А 300 | 22 | В25 | А 300 |
| 8 | В45 | А 400 | 23 | В10 | А 400 |
| 9 | В35 | А 500 | 24 | В15 | А 500 |
| 10 | В55 | В 500 | 25 | В20 | В 500 |
| 11 | В45 | А 240 | 26 | В25 | А 240 |
| 12 | В10 | А 300 | 27 | В30 | А 300 |
| 13 | В15 | А 400 | 28 | В35 | А 400 |
| 14 | В20 | А 500 | 29 | В40 | А 500 |
| 15 | В25 | В 500 | 30 | В45 | В 500 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Сбор нагрузок на 1 м2междуэтажного перекрытия** | Назначение здания | **6** | Архив | Администр. | Школа | Спортзал | Детсад | Бытовой корпус | Ресторан | Гостиница | Поликлиника | Зал ожидания | Налоговая инспекция | Столовая | Лицей | Горсуд | Ломбард |
| Марка плиты перекр. | **5** | ПК 63.10 | ПК 60.10 | ПК 63.15 | ПК 60.15 | ПК 48.12 | ПК 51.12 | ПК 48.18 | ПК 51.18 | ПК 57.10 | ПК 54.10 | ПК 57.15 | ПК 54.15 | ПК 57.12 | ПК 54.12 | ПК 57.18 |
| Толщина тепло-зв.-из. слоя, мм | **4** | Paroc, 50 | ГВЛ, 2 слоя | Перлит, 100 | Rockwооl, 75 | Roofmate, 75 | Пенополистирол, 75 | Paroc, 125 | Перлит, 60 | Paroc, 50 | URSAFOAM, 75 | Пенополистирол, 50 | ГВЛ, 2 слоя | ДВП, 24 | Пенополистирол, 50 | Paroc, 75 |
| Толщ. стяжки мм | **3** | 40 | 25 | 30 | - | 45 | 50 | 30 | 40 | 15 | 25 | 35 | 30 | 20 | 40 | 25 |
| Тип пола | **2** | Ламинат | Линолеум | Паркет | Дощатый | Линолеум | Керамич. плитка | Паркет | Ламинат | Линолеум | Бетонный | Керамич. плитка | Линолеум | Паркет | Керамич. плитка | ДВП |
| Таблица А-5 |
| № вар | **1** | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Сбор нагрузок на 1 м2междуэтажного перекрытия** | Назначение здания | **6** | Выставочный зал | Диспансер | Пансионат | Магазин | Турфирма | Тренажерный зал | Биржа | Лаборатория | Офис | Кафе | Концертный зал | Казарма | Дом цветов | Рыбоохрана | Военкомат |
| Марка плиты перекр. | **5** | ПК 54.18 | ПК 51.10 | ПК 48.10 | ПК 51.15 | ПК 48.15 | ПК 63.12 | ПК 60.12 | ПК 63.18 | ПК 60.18 | ПК 63.10 | ПК 60.10 | ПК 57.12 | ПК 51.18 | ПК 54.15 | ПК 48.12 |
| Толщина тепло-зв.-из. слоя, мм | **4** | МВП, 80 | Roofmate, 65 | ДВП, 24 | МВП, 125 | Paroc, 40 | URSA,80 | Пенопласт, 50 | ДВП, 24 | МВП, 50 | Paroc, 70 | Пенополистирол, 100 | Эковата, 75 | МВП, 40 | ГВЛ, 2 слоя | Isover, 60 |
| Толщ. стяжки мм | **3** | 30 | 25 | 45 | 15 | 40 | - | 15 | 35 | 45 | 30 | 15 | - | 20 | 30 | - |
| Продолжение тб. А-5 | Типпола | **2** | Ламинат | ДВП | Линолеум | Керамич. плитка | Паркет | Дощатый | Ламинат | Линолеум | Паркет | Бетонный | Паркет | Дощатый | ДВП | Линолеум | Дощатый |
| № вар | **1** | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 |

|  |  |
| --- | --- |
| Таблица А-6 | Сбор нагрузок на 1 м2 покрытия, балку и колонну |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  вар | Вид кров. матер. | Толщ. стяжки, мм | Толщ. утепл., мм | Толщ. ж/б плиты мм | Район стр-ва | ℓ,  м | а,  м |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** |
| 1 | Бикрост | 30 | Пенополистирол, 100 | 120 | Нижний Новгород | 5,7 | 5,1 |
| 2 | Линокром | 40 | Paroc, 150 | 140 | Псков | 5,4 | 4,8 |
| 3 | Техноэласт | 50 | МВП, 140 | 100 | Бабаево | 7,0 | 5,4 |
| 4 | Экофлекс | 45 | Перлит, 90 | 160 | Тамбов | 6,0 | 5,4 |
| 5 | Катепал-тупла | 35 | Ursafoam, 125 | 110 | В.Устюг | 6,3 | 5,7 |
| 6 | Бикрост | 25 | Пенополистирол, 180 | 130 | Троцко-Печорск | 5,7 | 6,0 |
| 7 | Линокром | 30 | Roofmate, 150 | 150 | Сокол | 5,7 | 5,1 |
| 8 | Техноэласт | 40 | Paroc, 75 | 100 | Орел | 5,4 | 6,0 |
| 9 | Экофлекс | 50 | Ursafoam, 80 | 110 | Кадуй | 6,3 | 4,8 |
| 10 | Бикрост | 45 | Roofmate, 125 | 120 | Казань | 6,6 | 4,8 |
| 11 | Линокром | 35 | МВП, 120 | 130 | Устюжна | 6,0 | 5,7 |
| 12 | Техноэласт | 25 | Paroc, 250 | 140 | Тюмень | 5,7 | 4,2 |
| 13 | Экофлекс | 30 | Перлит, 140 | 150 | Сямжа | 7,2 | 5,1 |
| 14 | Катепал-тупла | 40 | Пенопласт, 250 | 160 | Якутск | 5,1 | 5,4 |
| 15 | Бикрост | 50 | Пенополистирол, 170 | 100 | Вытегра | 4,5 | 5,1 |
| 16 | Линокром | 25 | Ursafoam, 130 | 110 | Рязань | 4,8 | 5,7 |
| 17 | Техноэласт | 35 | МВП, 150 | 120 | Грязовец | 7,8 | 6,3 |
| 18 | Экофлекс | 45 | Paroc, 300 | 130 | Тикси | 6,0 | 6,6 |
| 19 | Бикрост | 30 | Roofmate, 90 | 140 | Тотьма | 7,6 | 6,3 |
| 20 | Катепал-тупла | 40 | Ursafoam, 280 | 150 | Магадан | 8,0 | 4,8 |
| 21 | Линокром | 50 | Перлит, 240 | 160 | Шексна | 7,4 | 5,6 |
| 22 | Техноэласт | 25 | Пенопласт, 100 | 100 | Владимир | 6,0 | 5,7 |
| 23 | Экофлекс | 35 | МВП, 160 | 110 | Вологда | 5,0 | 5,7 |
| 24 | Бикрост | 45 | Paroc, 140 | 120 | Смоленск | 7,5 | 5,4 |
| 25 | Линокром | 30 | Ursafoam, 110 | 130 | Кадников | 8,4 | 6,3 |
| 26 | Катепал-тупла | 40 | Пенополиуретан, 110 | 140 | Нарьян- Мар | 7,7 | 4,2 |
| 27 | Техноэласт | 50 | Ursafoam, 150 | 150 | Череповец | 7,2 | 6,3 |
| 28 | Бикрост | 25 | Roofmate, 100 | 160 | Иркутск | 5,4 | 6,0 |
| 29 | Линокром | 35 | Paroc, 120 | 130 | Чагода | 6,3 | 5,7 |
| 30 | Техноэласт | 45 | МВП, 130 | 150 | Киров | 8,1 | 5,4 |

|  |  |
| --- | --- |
| Таблица А-7 | Подбор сечения стальной колонны |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар | Марка стали | Тип двут | Расч схема | Сетка колонн  **ℓ\*а**, м | **Нэт**, м | **gn**, кПа | **pn** , кПа | γf1 | γf2 |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** | **10** |
| 1 | C245 | К | Стойка | 9 x 21 | 5,4 | 2,0 | 3,5 | 1,1 | 1,2 |
| 2 | C235 | Ш | 15 x 9 | 7,2 | 3,4 | 3,8 | 1,2 | 1,3 |
| 3 | C245 | К | 12 x 15 | 6,0 | 4,2 | 3,3 | 1,1 | 1,4 |
| 4 | C235 | Ш | 12 x 12 | 8,4 | 2,2 | 4,0 | 1,1 | 1,3 |
| 5 | C245 | К | 18 x 12 | 9,0 | 3,1 | 3,5 | 1,2 | 1,4 |
| 6 | C235 | Ш |  | 12 x24 | 8,2 | 2,2 | 4,3 | 1,1 | 1,2 |
| 7 | C245 | К | 18 x 9 | 9,6 | 3,0 | 2,7 | 1,2 | 1,3 |
| 8 | C235 | Ш | 21 x 12 | 6,5 | 3,6 | 2,9 | 1,1 | 1,4 |
| 9 | C245 | К | 21 x 12 | 7,4 | 2,5 | 4,3 | 1,1 | 1,3 |
| 10 | C235 | Ш | 12 x 15 | 5,7 | 3,1 | 3,8 | 1,2 | 1,4 |
| 11 | C245 | К |  | 24 x 6 | 9,1 | 2,8 | 4,6 | 1,1 | 1,2 |
| 12 | C235 | Ш | 12 x 12 | 8,5 | 3,3 | 4,2 | 1,2 | 1,3 |
| 13 | C245 | К | 9 x 21 | 7,6 | 3,9 | 4,0 | 1,1 | 1,4 |
| 14 | C235 | Ш | 18 x 9 | 6,6 | 3,4 | 5,1 | 1,1 | 1,3 |
| 15 | C245 | К | 15 x 9 | 8,5 | 2,4 | 4,7 | 1,2 | 1,4 |
| 16 | C235 | Ш |  | 6 x 24 | 3,6 | 3,3 | 4,6 | 1,1 | 1,2 |
| 17 | C245 | К | 9 x 18 | 4,2 | 3,0 | 5,1 | 1,2 | 1,3 |
| 18 | C235 | Ш | 12 x 18 | 3,5 | 2,7 | 4,5 | 1,1 | 1,4 |
| 19 | C245 | К | 15 x 18 | 3,0 | 3,2 | 4,6 | 1,1 | 1,3 |
| 20 | C235 | Ш | 9 x 21 | 4,5 | 4,0 | 3,7 | 1,2 | 1,4 |
| 21 | C245 | К |  | 6 x 24 | 7,3 | 3,9 | 5,1 | 1,1 | 1,2 |
| 22 | C235 | Ш | 12 x12 | 8,2 | 2,4 | 5,2 | 1,2 | 1,3 |
| 23 | C245 | К | 18 x 9 | 9,1 | 2,7 | 4,8 | 1,1 | 1,4 |
| 24 | C235 | Ш | 21 x 12 | 8,0 | 3,3 | 5,2 | 1,2 | 1,3 |
| 25 | C245 | К | 9 x 24 | 8,4 | 4,1 | 2,6 | 1,2 | 1,4 |
| 26 | C235 | Ш |  | 18 x 9 | 5,1 | 2,6 | 5,3 | 1,1 | 1,2 |
| 27 | C245 | К | 15 x 12 | 6,2 | 3,8 | 4,6 | 1,2 | 1,3 |
| 28 | C235 | Ш | 9 x 12 | 5,7 | 2,7 | 5,1 | 1,2 | 1,4 |
| 29 | C245 | К | 21 x 9 | 7,2 | 3,2 | 4,0 | 1,1 | 1,3 |
| 30 | C235 | Ш | 6 x 24 | 6,0 | 3,4 | 5,2 | 1,2 | 1,4 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Таблица А-8 | | Подбор сечения деревянной стойки | | | | | |
|  | | | | | |  | | |
| №  вар | Расчетная схема | **N**, кН | **ℓ**, м | Тип сечения | Порода | | Класс условий эксплуатац. | |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | | **7** | |
| 1 |  | 80 | 2,5 |  | Кедр сиб. | | 3 | |
| 2 | 180 | 4,0 | Сосна | | 4 | |
| 3 | 100 | 4,2 | Пихта | | 2 | |
| 4 | 230 | 3,8 | Береза | | 3 | |
| 5 | 150 | 3,2 | Ель | | 1 | |
| 6 |  | 240 | 6,0 |  | Сосна | | 2 | |
| 7 | 150 | 5,4 | Липа | | 3 | |
| 8 | 170 | 5,8 | Тополь | | 1 | |
| 9 | 120 | 4,8 | Береза | | 2 | |
| 10 | 190 | 5,0 | Кедр сиб | | 4 | |
| 11 | Стойка | 110 | 5,0 |  | Липа | | 1 | |
| 12 | 120 | 4,8 | Ольха | | 2 | |
| 13 | 140 | 5,2 | Береза | | 2 | |
| 14 | 180 | 2,8 | Ель | | 3 | |
| 15 | 130 | 4,0 | Тополь | | 1 | |
| 16 |  | 190 | 4,0 |  | Пихта | | 1 | |
| 17 | 200 | 4,4 | Лиственница | | 2 | |
| 18 | 80 | 4,6 | Бук | | 3 | |
| 19 | 110 | 3,3 | Граб | | 2 | |
| 20 | 75 | 4,8 | Береза | | 4 | |
| 21 |  | 60 | 2,3 |  | Дуб | | 2 | |
| 22 | 70 | 2,5 | Сосна | | 4 | |
| 23 | 80 | 2,4 | Береза | | 3 | |
| 24 | 90 | 2,5 | Кедр сиб | | 1 | |
| 25 | 100 | 2,6 | Ель | | 3 | |
| 26 | Стойка | 150 | 3,5 |  | Лиственница | | 1 | |
| 27 | 220 | 3,6 | Пихта | | 3 | |
| 28 | 240 | 4,4 | Береза | | 2 | |
| 29 | 170 | 4,6 | Граб | | 4 | |
| 30 | 160 | 4,8 | Бук | | 3 | |

|  |  |
| --- | --- |
| Таблица А-9 | Подбор рабочей арматуры в железобетонной колонне |

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № вар | Расчетная схема колонны | **Нэт**, м | Расчетное усилие **N**, кН | Класс | | Сечение колонны **b\*h**, см |
| бетона | арма  туры |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **6** | **7** | **8** |
| 1 | Стойки | 4,2 | 1600 | В25 | А300 | 30 x 40 |
| 2 | 5,4 | 1700 | В15 | А400 | 40 x 40 |
| 3 | 5,4 | 1600 | В20 | А300 | 40 x 40 |
| 4 | 6,0 | 1000 | В20 | А400 | 30 x 30 |
| 5 | 7,2 | 1300 | В25 | А300 | 40 x 40 |
| 6 | Стойки | 5,4 | 1150 | В20 | А400 | 40 x 40 |
| 7 | 4,8 | 1200 | В25 | А300 | 30 x 30 |
| 8 | 6,0 | 800 | В15 | А400 | 30 x 30 |
| 9 | 5,7 | 1400 | В25 | А300 | 30 x 30 |
| 10 | 6,0 | 1100 | В20 | А400 | 40 x 40 |
| 11 | Стойки | 4,8 | 950 | В15 | А300 | 30 x 30 |
| 12 | 8,4 | 1180 | В20 | А400 | 40 x 40 |
| 13 | 6,6 | 1650 | В25 | А300 | 30 x 30 |
| 14 | 7,6 | 1560 | В20 | А400 | 30 x 40 |
| 15 | 6,0 | 1750 | В15 | А300 | 40 x 40 |
| 16 | Стойки | 4,0 | 650 | В15 | А400 | 30 x 30 |
| 17 | 4,2 | 1150 | В20 | А300 | 40 x 40 |
| 18 | 3,8 | 1450 | В25 | А400 | 30 x 40 |
| 19 | 3,5 | 1350 | В20 | А300 | 30 x 30 |
| 20 | 4,0 | 1400 | В20 | А400 | 40 x 40 |
| 21 | Стойки | 9,6 | 1540 | В20 | А300 | 30 x 40 |
| 22 | 12,2 | 1620 | В15 | А400 | 40 x 40 |
| 23 | 11,4 | 1570 | В25 | А300 | 30 x 30 |
| 24 | 14,4 | 1350 | В20 | А400 | 40 x 40 |
| 25 | 12,0 | 1080 | В15 | А300 | 30 x 40 |
| 26 |  | 3,3 | 1050 | В20 | А400 | 40 x 40 |
| 27 | 2,8 | 1300 | В25 | А300 | 30 x 30 |
| 28 | 2,5 | 1210 | В20 | А400 | 30 x 30 |
| 29 | 2,7 | 1160 | В20 | А300 | 30 x 40 |
| 30 | 3,0 | 1230 | В15 | А400 | 40 x 40 |

|  |  |
| --- | --- |
| Приложение Б | **Плотность некоторых строительных материалов** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Наименование строительных материалов | Плотность ρ, кг/м3 |
| 1 | Бетон тяжелый | 2200…2400 |
| 2 | Железобетон | 2500 |
| 3 | Каменная кладка | 1700 |
| 4 | Асфальтобетон литой (в стяжках) | 1800 |
| 5 | Керамзитобетон | 900…1600 |
| 6 | Древесина (сосна, ель) | 500 |
| 7 | Дуб, береза | 700 |
| 8 | Сталь | 7800 |
| 9 | Фанера | 700 |
| 10 | Цементно- песчаный раствор | 2000 |
| 11 | Керамическая плитка | 2700 |
| 12 | Ламинат t=7…8мм | 700 |
| 13 | Паркет t=2…25мм | 500 |
| 14 | Линолеум t=3мм | 1100…1600 |
| 15 | Плиты ДВП t=3,2мм | 700 |
| 16 | Листы ГКЛ t=16мм, ГВЛ t=13мм | 1100 |
| 17 | Утеплитель URSA, PAROС | 60…75 |
| 18 | Мин-ватные плиты полужесткие | 125 |
| 19 | Мин-ватные плиты жесткие | 250 |
| 20 | Эковата | 300 |
| 21 | Плиты ДВП изоляционные, t=24мм | 250 |
| 22 | Пенопласт | 15…25 |
| 23 | Пенополистирол ПСБ-С (ГОСТ 15588-86) | 35 |
| 24 | Керамзит | 300…500 |
| 25 | Перлит | 250 |
| 26 | Вермикулит | 250…400 |
| 27 | Rockwооl | 110…160 |
| 28 | Roofmate | 30 |
| 29 | URSAFOAM | 60…75 |
| 30 | Isover | 50…80 |
| 31 | Катепал-тупла | 1200 |
| 32 | Бикрост, Линокром | 1200 |
| 33 | Техноэласт, Экофлекс | 1150 |
| 34 | Рубероид t=3мм | 600 |
| 35 | Битум | 1050 |

|  |  |
| --- | --- |
| Приложение В | **Масса плит перекрытия** |

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № | Марка плиты | Масса, кг | № | Марка плиты | Масса, кг |
| 1 | ПК 63.10 | 1825 | 13 | ПК 63.15 | 2950 |
| 2 | ПК 60.10 | 1725 | 14 | ПК 60.15 | 2800 |
| 3 | ПК 57.10 | 1650 | 15 | ПК 57.15 | 2675 |
| 4 | ПК 54.10 | 1575 | 16 | ПК 54.15 | 2525 |
| 5 | ПК 51.10 | 1475 | 17 | ПК 51.15 | 2400 |
| 6 | ПК 48.10 | 1400 | 18 | ПК 48.15 | 2250 |
| 7 | ПК 63.12 | 2200 | 19 | ПК 63.18 | 3350 |
| 8 | ПК 60.12 | 2100 | 20 | ПК 60.18 | 3175 |
| 9 | ПК 57.12 | 2000 | 21 | ПК 57.18 | 3025 |
| 10 | ПК 54.12 | 1900 | 22 | ПК 54.18 | 2875 |
| 11 | ПК 51.12 | 1800 | 23 | ПК 51.18 | 2700 |
| 12 | ПК 48.12 | 1700 | 24 | ПК 48.18 | 2550 |

**Практическая работа**

**Расчет армированной каменной кладки**

**1 Цель работы**

Подбор размеров квадратного поперечного сечения (подбор сеток) столба.

В результате изучения темы студент должен:

*иметь практический опыт:*

* подбора строительных конструкций и разработки несложных узлов и деталей конструктивных элементов зданий;
* выполнения расчетов и проектирования строительных конструкций и оснований*.*

*уметь:*

* проверять несущую способность конструкций;
* подбирать сечение элемента от приложенных нагрузок.

*знать:*

* методику определения внутренних усилий от расчетных нагрузок;
* работу конструкций под нагрузкой;
* прочностные и деформационные характеристики строительных материалов;
* основы расчета строительных конструкций;

Выполнение практических работ позволяет формировать следующее профессиональные и общие компетенции:

ПК 1.3 Выполнять несложные расчеты и конструирование строительных конструкций.

ПК 1.4 Участвовать в разработке проекта производства работ с применением информационных технологий.

**2 Основные теоретические положения**

**2.1 Расчёт центрально сжатых столбов из неармированной кладки**

Базовая расчётная формула для центрально сжатых каменных столбов имеет вид

≤ *,* (1)

где *N* – расчётная продольная сила;

*R* –расчётное сопротивление сжатию кладки,определяемое по таблице1Приложения В;

*mg* –коэффициент,учитывающий влияние пластических деформацийкладки при воздействии длительной нагрузки:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| = 1 − |  | (2) |  |
|  |  |

где – коэффициент, зависящий от гибкости элемента и вида каменной кладки, принимаемый по таблице В3;

*Ng* ***–***расчётная продольная сила от длительно действующей нагрузки;

* ***–*** расчётная продольная сила от всей нагрузки;*А* ***–***площадь поперечного сечения столба;

*φ* −коэффициент продольного изгиба,определяется в зависимости от *α* и

λ*h* по таблице В3, где *α* - упругая характеристика кладки, определяемая по таблице В4;

*λh* ***–***гибкость столба,определяемая по формуле:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| = |  | *,* | (3) |  |
|  |  |

где *l0* ***–*** расчётная длина столба;

*h* –меньшая сторона сечения колонны(для колонн непрямоугольногосечения) гибкость определяется по формуле:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| = |  | , | (4) |  |
|  |  |

где – радиус инерции сечения.

ГБОУ

Расчётные высоты стен и столбов *l0* назначаются в зависимости от условий их опирания на горизонтальные опоры (балки, плиты).

Для кирпичных колонн могут быть решены 2 типа задач: подбор размеров сечения столба (тип 1) и проверка несущей способности (тип 2).

*Общий порядок расчета. Определение размеров сечения кирпичного столба (тип 1) (центрально-сжатого, неармированного)*

1. Определяют нагрузку на кирпичный столб (в простейших задачах она может быть задана).
2. Устанавливают (если она не задана) расчетную схему столба.
3. Задаются следующими параметрами:

а) наименованием и маркой кирпича, обычно марка кирпича принимается от М50 до Ml50;

б) наименованием и маркой раствора, обычно марки раствора принимаются от М25 до М75.

1. Определяют расчетное сопротивление сжатию кладки *R.*
2. Определяют упругую характеристику кладки α.
3. Предварительно принимают значение коэффициента φ = 0,8−0,9 и, предполагая, что размеры сечения будут больше 30 см, принимают значение коэффициента *mg* = 1.
4. Из формулы 1 определяем площадь поперечного сечения:

≥

* 1. Назначают размеры сечения столба, при этом следует учитывать размеры кирпичей (камней); сечение колонн из кирпича принимают не менее 380
* 380 мм и далее, добавляя по 130 мм (ширина кирпича 120 мм +10 мм шов).

1. Проверяют принятое сечение:

а) определяют коэффициент *тg*. Обычно колонны имеют меньший размер сечения больше 30 см, тогда коэффициент *mg* = 1. Вместе с тем при проектировании возможны случаи, когда меньший размер сечения менее 30 см или радиус инерции для элементов непрямоугольного сечения меньше 8,5 см, тогда необходимо определять значение коэффициента по формуле 2.

б) определяют гибкость по формуле 3(4) и по таблице В3 определяют коэффициент продольного изгиба φ;

в) определяют площадь принятого сечения столба; в случае если принятое сечение столба меньше 0,3 м2, расчетное сопротивление необходимо умножать на коэффициент условия работы γ*с* = 0,8 (СНиП II-22-81).

1. Проверяют несущую способность кирпичного столба по формуле 1. Если условие удовлетворено, то расчет закончен, если нет, то изменяют

марки кирпича, раствора или увеличивают размеры столба с учетом размеров кирпича (камня) и расчет повторяют до тех пор, пока не будет удовлетворено условие.

* сущности, проверка принятого сечения (пп. 9, 10 порядка расчета) и является проверкой несущей способности (задача 2-го типа).

*Правила конструирования неармированных столбов*

1. Размеры поперечного сечения колонн принимают с учётом размеров кирпича. Обычно не менее 380х380мм (1,5 кирпича х1,5 кирпича) и

далее 510х510мм (2х2), 640х640мм (2,5х2,5) и т.д.

1. На верхнюю часть кирпичного столба могут укладываться железобетонные подушки, которые способствуют распределению напряжений от балок по кирпичной кладке. Их можно принимать без расчёта толщиной 14-22см.
2. В нижней части, между кирпичной кладкой и фундаментом выполняется гидроизоляция.

**2.2Расчёт центрально сжатых колонн, армированных при помощи сеток (сетчатое армирование).**

Расчёт элементов с сетчатым армированием при центральном сжатии производят по формуле:

≤

,

(5)

где *R* −расчётное сопротивление при центральном сжатии, *sk*

определяемое для армированной кладки из кирпича всех видов и керамических камней со щелевидными вертикальными пустотами по формуле:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | = + |  |  | , | (6) |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  | ≤ 2 , | |  |  |  |  |
| где | *R* | –расчётное сопротивление сжатию | | | | неармированной |  |
| кладки; |  |  |  |  |  |  |  |
| *Rs* | ***–*** | расчётное сопротивление | | арматуры, для | | арматуры класса |  |

Вр-I принимается с коэффициентом условий работы *γcs****=*** 0,6;

* – процент армирования по объёму, для сеток с квадратными ячейками из арматуры площадью сечения *Ast* с размером ячейки *с* при расстоянии между сетками по высоте *S* определяется по формуле:

= 100, (7)

Процент армирования кладки с сетчатой арматурой при центральном сжатии не должен превышать определённого по формуле:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| = 50 |  |  | ≥ 0,1%, | | | (8) |  |
|  |  |  |
| Упругую характеристику кладки с сетчатым армированием *αsk* | | | | | | |  |
| определяют по формуле*:* | | |  |  |  |  |  |
| = | | |  |  | *,* | (9) |  |
|  |  |
| где *Ru* ***–*** временное сопротивление (средний предел прочности) сжатию | | | | | | |  |
| кладки***,*** определяемое по формуле: | | |  |  |  |  |  |
| *Ru* = *kR,* | | | | | | (10) |  |

*Rsku*

где *k* ***–*** коэффициент, принимаемый по таблице В5.

*–* временное сопротивление(средний предел прочности)сжатиюармированной кладки из кирпича или камней при высоте ряда не более 150мм; для кладки с сетчатой арматурой определяется по формуле:

= + *,* (11)

где *Rsn* ***–*** нормативное сопротивление арматуры, в армированной кладке принимаемые для арматуры класса В500 с коэффициентом условия работы 0,6.

*Общий порядок расчёта центрально-сжатой каменной колонны с сетчатым армированием*

В практике встречаются два типа задач:

1. подбор арматурных сеток в колонны известного сечения и с принятыми материалами;
2. проверка несущей способности имеющейся армированной колонны.

*Подбор арматурных сеток*

Производят расчет неармированной колонны, и если после определения ее несущей способности выясняется, что действующее усилие *N* > φ*,* то несущая способность не обеспечена. Можно увеличить несущую способность колонны за счет постановки сетчатой арматуры:

1. Принимают класс арматуры сеток (рекомендуется В500I). Определяют расчетное и нормативное сопротивления арматуры с коэффициентом условия работы *RS*γ*CS*. Арматура класса В500 выпускается диаметрами 3-12 мм и имеет расчетное сопротивление *RS* = 415 МПа и нормативное сопротивление *RSn* = 500 МПа (Таблица В6); коэффициент условия работы γ*CS* = 0,6.
2. Находят отношение *а* = *N/*φ; отношение показывает, во сколько раз следует увеличить расчетное сопротивление каменной кладки, чтобы несущая способность оказалась выполненной. Учитывают, что увеличение расчетного сопротивления возможно не более чем в два раза.

сетки: Ø3 *− Ast* Приложение Г);

1. Определяют требуемое расчетное сопротивление армированной кладки *RSk* = *Ra*;приравнивают полученное значение к формуле(6)и получают
   * + ∙ =

из полученного соотношения определяют требуемый процент ар-мирования µ (%):

=

устанавливают процент армирования µ, его значение принимается не менее 0,1%.

* 1. Принимают шаг постановки арматурных сеток *S*; сетки могут устанавливаться в каждом ряду кладки или через несколько рядов (но не более чем через 5); если сетки ставятся в каждом ряду, *S* = 7,7 см (для одинарного кирпича), если через два ряда — увеличиваем шаг вдвое и т.д.

1. Определяют площадь сечения арматуры *АSt,* из которой сделаны

= 0,071 см2; Ø4 − *Ast*, = 0,126 см2; Ø5 *− Ast* = 0,195 см2 (см.

1. Находят требуемый шаг стержней в сетках из уравнения (7)

с = 2 100

назначают шаг стержней (шаг *с,* принимается от 30 до 120 мм с градацией через 5 мм);

*Проверка подобранного сечения колонны с сетчатым армированием*

1. Уточняют процент армирования, подставляя в формулу (7) принятые

значения шага стержней и шага сеток = 100 и проверяют ограничения процента армирования:

* + 50 ;
* 0.1%
* если процент армирования меньше минимального, увеличивают количество арматуры за счет уменьшения шага стержней в арматурных сетках, шага постановки сеток или увеличения диаметра арматуры;
* если процент армирования больше предельного, следует изменить сечение колонны или принять более прочные материалы для каменной кладки и провести расчет

1. Уточняют величину расчетного сопротивления

2

= + 100

9. Находят упругую характеристику кладки при наличии сетчатого армирования:

= ,

где α − упругая характеристика неармированной кладки,

2

= ; = + 100

10. Определяют коэффициент продольного изгиба (смотри таблицу В3), при определении φ вместо упругой характеристики α принимают *αsk.*

1. Проверяют несущую способность армированной кладки:

≤

Если несущая способность не обеспечена, увеличивают насыщение столба арматурой и повторяют расчет.

Задачи типа 2 сводятся к проверке подобранного сечения армокаменного столба.

**Некоторые правила конструирования кирпичных (каменных) столбов с сетчатым армированием**

1. Количество сетчатой арматуры (процент армирования) должно составлять не менее 0,1% и не превышать определенного по формуле (8).
2. Диаметр сетчатой арматуры обычно назначается 3, 4, 5 мм.
3. Расстояние между стержнями сетки должно быть не более 12 см и не менее 3 см.
4. Материалы для кирпичной кладки:

* марка кирпича, как правило, не менее М50;
* марка раствора не ниже М50;
* класс арматуры, как правило, В500.

1. Швы кладки должны иметь толщину, превышающую толщину сетки не менее чем на 4 мм.
2. Арматурные сетки ставятся не больше чем через пять рядов кирпичной кладки (40 см).
3. Для проверки наличия арматурных сеток в кладке и контроля правильности их укладки они должны быть уложены так, чтобы концы стержней выступали на 3−10 мм за поверхность кладки.
4. Сетчатое армирование эффективно только при гибкости столбов *l*0/*h* ≤ 15, при больших значениях гибкости сетчатое армирование практически не повышает прочность кладки.
5. **Задача**

*Практическая работа № 14.*

Рассчитать кирпичный центрально-сжатый неармированный столб.

*Практическая работа № 15.*

Рассчитать кирпичный центрально-сжатый армированный столб.

**4 Ход работы**

**4.1 Получение исходных данных**

По таблице Б1 (приложение Б) выбрать вариант задания для выполнения практической работы №14.

По таблице Б2 (приложение Б) выбрать вариант задания для выполнения практической работы №15.

Номер варианта соответствует порядковому номеру студента в журнале группы.

**4.2 Расчет центрально-сжатого неармированного кирпичного столба** Последовательность выполнения:

* Определяем расчетное сопротивление кладки;
* Определяем упругую характеристику кладки;

• Предварительно принимаем значение коэффициента и задаемся коэффициентом ;

* Определяем требуемую площадь сечения каменного столба;
* Задаемся размерами столба и определяем фактическую площадь;
* Определяем гибкость колонны и коэффициент продольного изгиба;
* Выполняем проверку прочности принятого сечения.

**4.3 Расчет центрально-сжатого армированного столба** Последовательность выполнения:

* Определяем расчетное сопротивление кладки;

• Принимаем упругую характеристику кладки и коэффициент ;

* Определяем площадь поперечного сечения столба и коэффициент условия работы;
* Определяем гибкость столба и соответствующий коэффициент продольного изгиба;
* Принимаем вариант армирования;
* Определяем расчетные сопротивление арматуры;
* Определяем процент необеспеченности прочности;
* Определяем требуемое расчетное сопротивление армированной

кладки;

* Определяем необходимый процент армирования;
* Определяем требуемый шаг стержней в сетках;
* Уточняем процент армирования;
* Определяем расчетное сопротивление армированной кладки;
* Определяем упругую характеристику армированной кладки;
* Определяем гибкость и коэффициент продольного изгиба армированного столба;
* Выполняем проверку несущей способности.

**4.4 Оформление отчета**

Отчет оформляется на листах формата А4 в соответствии со структурой:

* титульный лист;
* исходные данные;
* расчет столба.

Пример оформления практических работ представлен в приложении А.

**5 Контрольные вопросы**

1. Расчетные предельные состояния кладки;
2. Расчет прочности центрально-сжатых элементов;
3. Расчет прочности кладки на местное сжатие;
4. Расчет кладки на изгиб, растяжение и срез;
5. Способы армирования каменной кладки;
6. Конструирование и расчет элементов с сетчатым армированием;
7. Расчет элементов с продольным армированием;
8. Особенности элементов с комплексным армированием;
9. Конструирование и расчет элементов, усиленных обойм

**Тема: «Расчет и конструирование ферм»**

**Задание:**

I.

Произвести расчет усилий в элементах фермы графическим способом – путем построения диаграммы Максвелла-Кремоны.

II. Определить размеры сечения стержней фермы, выполненной из древесины. III. Рассчитать и подобрать сечение элементов металлической фермы.

IV. Для сварной металлической фермы произвести расчет и конструирование узла. На выполнение данной работы отводится 8 часов.

**Цели:**

1. Обучение методам определения размеров элементов конструкции по найденным в ходе расчетов внутренним усилиям.
2. Развитие логического мышления и умения делать выводы.
3. Воспитание самостоятельности при принятии технических решений и аккуратности при выполнении чертежей.

**I. Расчет усилий в элементах фермы графическим способом –**

**путем построения диаграммы Максвелла-Кремоны.**

Смысл диаграммы Максвелла-Кремоны заключается в последовательном постро-ении силовых многоугольников для каждого узла фермы и совмещении их на одном чертеже.

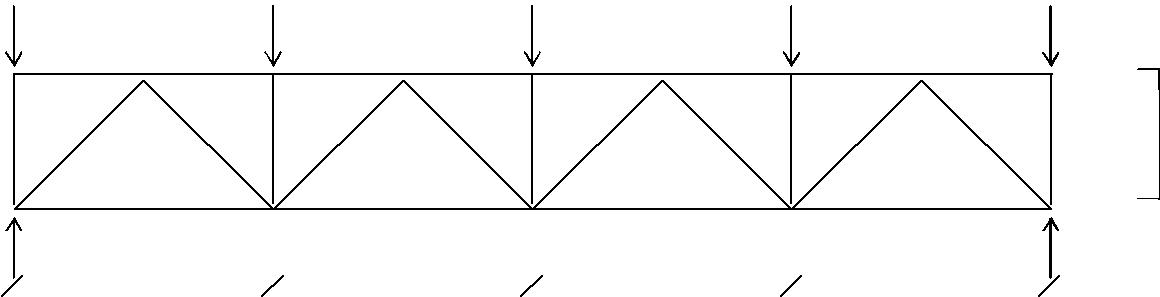
Порядок построения диаграммы Максвелла-Кремоны:

1. Вычерчиваем ферму в масштабе (например 1:200). Прикладываем нагрузку (Р =

10 Кн).

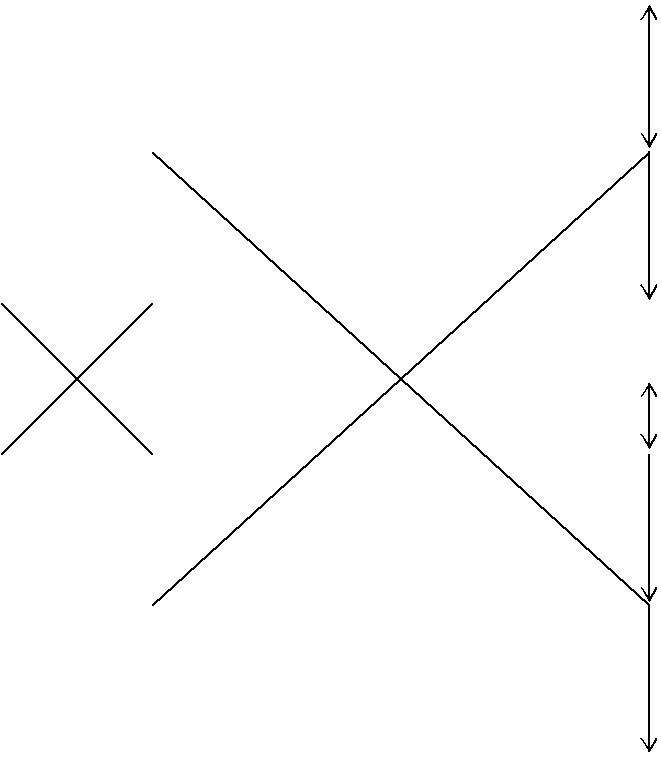
1. Определяем опорные реакции. Так как нагрузка на ферму симметрична, вели-чины опорных реакций определяем по формуле:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| VA = VB = | | 1 | ∑ *Pi* | = | 1 |  5*P*  | 1 | . 5 . 10 = 25 кН | |  |  |  |  |
|  |  | 2 |  |  |  |  |
|  | 2 | |  | 2 | |  |  |  |  |  |  |  |
| Р | С | | Р |  | D | |  | Р | E | Р | F | Р |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |



|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | 1 | 3 | 4 | 6 | 7 | 9 | 10 |  | 12 |  | 3000 |  |
| В | 2 |  |  | 5 |  | 8 |  | 11 |  | G |  |
|  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  | A | | |  |  |  |  |  |
| VA |  | 6000 |  | 6000 |  |  | 6000 |  | 6000 |  | VB |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | В |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  | 3 | | |  |  | C, 1 | |  |



|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 6 | 4 | |  |  | D |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  | 5 | | 2 |  |  |  |
|  |  |  |  |  | А |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  | 8 | | 11 |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| 7 | 9 | |  |  | Е |  |
|  | 10 | |  |  | F, 12 |  |
|  |  |  |  |

G

Рисунок 1

* 1. Обозначаем поля на схеме фермы. Полем называется часть плоскости, ограни-ченная стержнем фермы или векторами сил. Внутренние поля обозначаем цифрами, внешние – буквами. Выбираем масштаб сил (например 1 см = 5 Кн).
  2. Из произвольной точки А строим многоугольник внешних сил, обходя ферму по часовой стрелке. Откладываем в принятом масштабе сил все внешние силы, в резуль-тате получается замкнутый силовой многоугольник А-В-С-D-E-F-G-A, превратившийся
* связи с параллельностью внешних сил в отрезок прямой.
  1. Построение силовых многоугольников для каждого узла фермы. Так как для каждого узла можно составить только два независимых уравнения равновесия (проекция всех сил, сходящихся в узле на вертикальную и горизонтальную оси), то построить за-мкнутый силовой многоугольник удастся лишь для узлов, в которых сходятся не более двух стержней с неизвестными усилиями. Для этого мысленно вырезаем узел, в котором сходятся стержни С-1 и 1-В. Из точки В на диаграмме проводим линию, параллельную стержню 1-В, а из точки С проводим линию, параллельную стержню С-1. Таким обра-зом, видим, что линии пересекаются в точке С, т.е. точка 1 совпадает с точкой С. Это означает, что усилие в стержне С-1 равно нулю, а усилие в стержне 1-В равно внешней силе В-С (т.е. силе Р = 10 кН).

Следующим узлом с двумя неизвестными усилиями является узел нижнего пояса фермы, в котором сходятся стержни В-1, 1-2 и 2-А. Рассматриваем эти стержни, обходя узел по часовой стрелке. На силовом многоугольнике диаграммы уже есть В-1. Для определения усилия 1-2 из точки 1 необходимо провести линию, параллельную стержню 1-2, затем рассмотрим стержень 2-А. Для этого из точки А на силовом многоугольнике проведем линию, параллельную стержню 2-А, на пересечении этих двух линий находит-ся точка 2.

Следующим рассматриваем узел верхнего пояса фермы, в котором сходятся че-тыре стержня. Два стержня (2-1 и 1-С) уже определены, а усилия в стержнях С-3 и 3-2 определяем построением силовых многоугольников методом параллельного переноса. Таким же образом строим всю диаграмму Максвелла-Кремоны.

* 1. Определение усилий в стержнях.

Абсолютная величина усилия выражается на диаграмме длиной отрезка, соеди-няющего точки, соответствующие полям фермы (т.е. усилие в стержне 1-2 определяется на диаграмме величиной отрезка 1-2, выраженной в масштабе сил).

Для определения знака усилий в стержнях рассматриваем каждый узел и называ-ем усилие по номерам полей в порядке обхода узла по часовой стрелке. Если при рас-смотрении узла усилие на диаграмме Максвелла-Кремоны направлено к рассматривае-мому узлу на схеме фермы, то будет сжатие (знак минус), если же наоборот – растяжение (знак плюс).

Например, усилие в стержне В-1 на диаграмме выражается отрезком В-1. Таким образом данной нумерации усилия на диаграмме соответствует направление от точки В

к точке 1, сопоставляя его со схемой фермы, получаем, что усилие направлено к узлу, т.е. стержень В-1 сжат.

Полученные результаты заносят в таблицу 1.

**II. Расчет и подбор сечения элементов металлической фермы**

Стержни стальных ферм выполняют из спаренных равнополочных уголков, со-единенных в узлах на сварке с помощью фасонок.

Площадь поперечного сечения всего стержня (двух уголков) определяем по фор-

муле:

Атр  **  *N*  ** , где

*R y* *c*

N – усилие в стержне, кН.

** - коэффициент продольного изгиба; ** = 0,5.

Ry – расчетное сопротивление прокатной стали, Ry = 225 МПа

* *с* - коэффициент условий работы элементов
  1. для сжатых элементов ** *с* = 0,8
  2. для растянутых элементов ** *с* = 1,05

Требуемая площадь поперечного сечения одного уголка определяется по формуле:

Атр1  1 Атр

2

По полученному значению площади единичного уголка в соответствии с прило-жением 2 находим номер профиля. Результаты заносим в таблицу 1.

**Расчетная таблица**

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **Номер** | **Усилие N, кН** | | **Деревянная ферма** | | **Металлическая ферма** | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Элемент** | **Сжатие** | **Растяже-** | **Атр, см2** | **b x h, см** | *с* | **Атр, см2** |  |  |
| **стержня** | **профиль** |  |
|  |  | **(-)** | **ние (+)** |  |  |  |  |  |  |
|  | С-1 | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
| пояс | С-3 | 30 |  | 33 |  |  | 3,3 | 2  45 х 4 |  |
| D-4 | 30 |  | 33 |  |  | 3,3 |  |  |
| D-6 | 40 |  | 44 | 6 х 10 | 0,8 | 4,4 |  |  |
|  |  |  |
| Верхний |  | 2  50 х 5 |  |
| Е-7 | 40 |  | 44 |  |  | 4,4 |  |
|  |  |  |  |  |
| Е-9 | 30 |  | 33 |  |  | 3,3 |  |  |
|  |  |  |  |  |
| F-10 | 30 |  | 33 |  |  | 3,3 | 2  45 х 4 |  |
|  |  |  |  |  |
|  | F-12 | 0 |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Нижнийпояс | 2-А |  | 15 | 25 |  |  | 1,27 | 2  45 х 3 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5-А |  | 35 | 58,3 | 6 х 10 | 1,05 | 2,96 | 2  50 х 5 |  |
| 8-А |  | 35 | 58,3 |  |  | 2,96 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11-А |  | 15 | 25 |  |  | 1,27 | 2  45 х 3 |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | В-1 | 10 |  | 11 |  |  | 1,1 |  |  |
|  | 1-2 | 22 |  | 24 |  |  | 2,4 |  |  |
|  | 3-4 | 10 |  | 11 |  |  | 1,1 |  |  |
|  | 4-5 | 7 |  | 7,8 |  | 0,8 | 0,8 |  |  |
|  | 6-7 | 10 |  | 11 |  |  | 1,1 | 2  45 х 3 |  |
| Решетка | 8-9 | 7 |  | 7,8 | 5 х 7,5 |  | 0,8 |  |  |
| 9-10 | 10 |  | 11 |  |  | 1,1 |  |  |
| 11-12 | 22 |  | 24 |  |  | 2,4 |  |  |
|  | 12-G | 10 |  | 11 |  |  | 1,1 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  | 2-3 |  | 22 | 36,7 |  |  | 1,86 |  |  |
|  | 5-6 |  | 7 | 11,7 |  |  | 0,59 | 2  45 х 3 |  |
|  | 7-8 |  | 7 | 11,7 |  | 1,05 | 0,59 |  |  |
|  | 10-11 |  | 22 | 36,7 |  |  | 1,86 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**III. Расчет и конструирование узла стальной фермы**

Стержни ферм запроектированы из равнополочных уголков, соединенных в узлах на сварке с помощью фасонок. Для соединения стержней принимаем ручную сварку с коэффициентом ** *f* = 0,7 и коэффициентом условий работы шва ** *wf* = 1. Расчетное со-

противление срезу угловых швов *Rwf* = 180 МПа.

Размеры и очертание фасонок определяют из условия размещения сварных швов. Толщина фасонок зависит от усилия в элементе и определяется по приложению 3 таб-лица 5.

1. Расчет узла.

* рассматриваемом узле к верхнему поясу примыкают два раскоса: - стержень 1-2 (2  45 х 3; N = 22 кН – сжатие)

- стержень 2-3 (2  45 х 3; N = 22 кН – растяжение)

* соответствии с таблицей 5 приложения 3 толщина фасонки составляет 8 мм. Уголки стержня 1-2 прикрепляем к фасонке двусторонним угловым швом. Катет

шва принимаем по таблице 6 приложения 3 – это катет шва по обушку уголка. Катет шва по перу равен толщине полки самого уголка: *k* *fo* = 4 мм; *k* *fp* = 3 мм. Усилия в эле-

менте распределяются не равномерно по сечению: на обушок приходится 70% нагрузки, на перо – 30%. Следовательно: усилия на обушке N0 = 0,7 . N = 0,7 . 22 = 15,4 кН; усилия на пере Nр = 0,3 . N = 0,3 . 22 = 6,6 кН.

Расчетная длина сварного углового шва по условию среза металла шва определя-ется по формуле:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| L *w* |  |  |  |  | *N* |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2  ** *f*  *k* *f*  *Rwf*  ** *c* | | | | ***wf* |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
| Расчетная длина шва на обушок: | | | | | | | | | |  |
| L *wо* | = |  |  |  | 15,4 10 | 3 |  |  | = 0,02 м |  |
|  |  |  0,7 |  0,004 180 | 10 6 |  |  |  |
|  | 2 | | |  0,8 1 | | |  |
| Расчетная длина шва на перо: | | | | | | | | | |  |
| L *wp* |  | |  |  | 6,6 103 | |  |  | = 0,011 м |  |
|  |  0,7 |  0,003 180 | 106 |  0,8 1 | |  |
|  | 2 | | |  |  |

Полная длина сварного шва за счет возможного непровара по концам принимает-ся (для углового шва) равной расчетной длине, увеличенной на 1 см.

Полная длина шва по обушку:

L *о* = L *wо* + 1 см = 0,02 + 0,01 = 0,03 м

Полная длина шва по перу:

L *р* = L *wp* + 1 см = 0,011 + 0,01 = 0,021 м

Полная длина углового сварного шва должна быть не меньше 4 . *k* *f* + 1 см и не меньше 50 мм, но не больше 60 . *k* *f* + 1 см.

Принимаем L *о* = 50 мм; L *р* = 50 мм.

Аналогично рассчитываем сварные швы крепления стержня 2-3. *k fо* = 4мм; *k fр* = 3мм.

No = 0,7 . N = 0,7 . 22 = 15,4 кН Np = 0,3 . N = 0,3 . 22 = 6,6 кН

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| L *wо* | = |  | 15,4 103 |  |  |  | = 0,015 м. | |  |
|  |  0,7  0,004 180 106 | 1,05 |  |  |  |
|  | 2 | | 1 | | |  |  |
| L *wp* | = |  | 6,6 103 |  |  |  | = 0,008 м. | |  |
|  |  0,7  0,003 180 106 | 1,05 |  |  |  |
|  | 2 | | 1 | | |  |  |
| L *о* | = 0,015 + 0,01 = 0,025 м; | | | | L *о* | | | = 50 мм |  |
| L *р* | = 0,008 + 0,01 = 0,018 м; | | | | L *р* | | | = 50 мм |  |

Крепление фасонки к поясному элементу рассчитываем на разность усилий в со-седних панелях пояса

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| L *w* | = |  |  |  | *N* п *N* л | |  |  |  |  |  |  |
| 2** *f*  *k* *f*  *k* *wf*  ** *c*  ** *wf* | | | | | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
| Nп = NС-3 = 30 кН | | | | | | | |  |  |  |  |  |
| Nл = N1-С = 0 | | | | | |  |  |  |  |  |  |  |
| *k fo* | = 4 мм; | | | | *k fp* = 3мм | | |  |  |  |  |  |
| Nо = (30 – 0) . | | | | | | 0,7 = 21 кН | |  |  |  |  |  |
| Nр = (30 – 0) . | | | | | | 0,3 = 9 кН | |  |  |  |  |  |
| L *wo* | = |  |  |  |  | 21 103 |  |  |  | = 0,026 м | |  |
|  |  |  0,7 |  0,004 180 10 6 | | |  0,8 |  |  |
|  | 2 | | | 1 | |  |  |
| L *wp* | = |  |  |  |  | 9 103 |  |  |  | = 0,015 м | |  |
|  |  |  0,7 |  0,003 180 10 6 | | |  0,8 |  |  |
|  | 2 | | | 1 | |  |  |
| L *о* | = 0,026 + 0,01 = 0,036 м; | | | | | | | |  | L *о* | = 50 мм |  |
| L *р* | = 0,015 + 0,01 = 0,025 м; | | | | | | | |  | L *р* | = 50 мм |  |

2. Конструирование узла.

Конструирование начинают с нанесения схемы узла: оси сходящихся в нем эле-ментов, затем контуры последних, начиная с пояса. С осевыми линиями схемы совме-щают линии центров тяжести элементов. Для нанесения контуров уголков от осевых ли-ний откладывают в сторону обушка уголка расстояние Zо. От проведенной на этом расстоянии линии откладывают в противоположную сторону полную ширину уголка b (по приложению 2).

После нанесения контура элементов показывают обрез уголков решетки так, что-бы в сварных узлах между краями пояса и элементов решетки оставался зазор 40-50 мм для уменьшения влияния усадки швов. Такое же расстояние желательно соблюдать между краями соседних элементов решетки в узлах. Обрезают торец уголка перпенди-кулярно к его оси.

Следующая операция по конструированию узлов заключается в нанесении свя-зей, крепящих элементы к фасонке, - сварных швов. В зависимости от расположения швов назначают очертания фасонок, стремясь к наиболее простому очертанию их: пря-моугольник, прямоугольная трапеция, параллелограмм. Входящие углы в фасонках не-допустимы; длинные и узкие, далеко выступающие части фасонки малонадежны и не рекомендуются к применению.

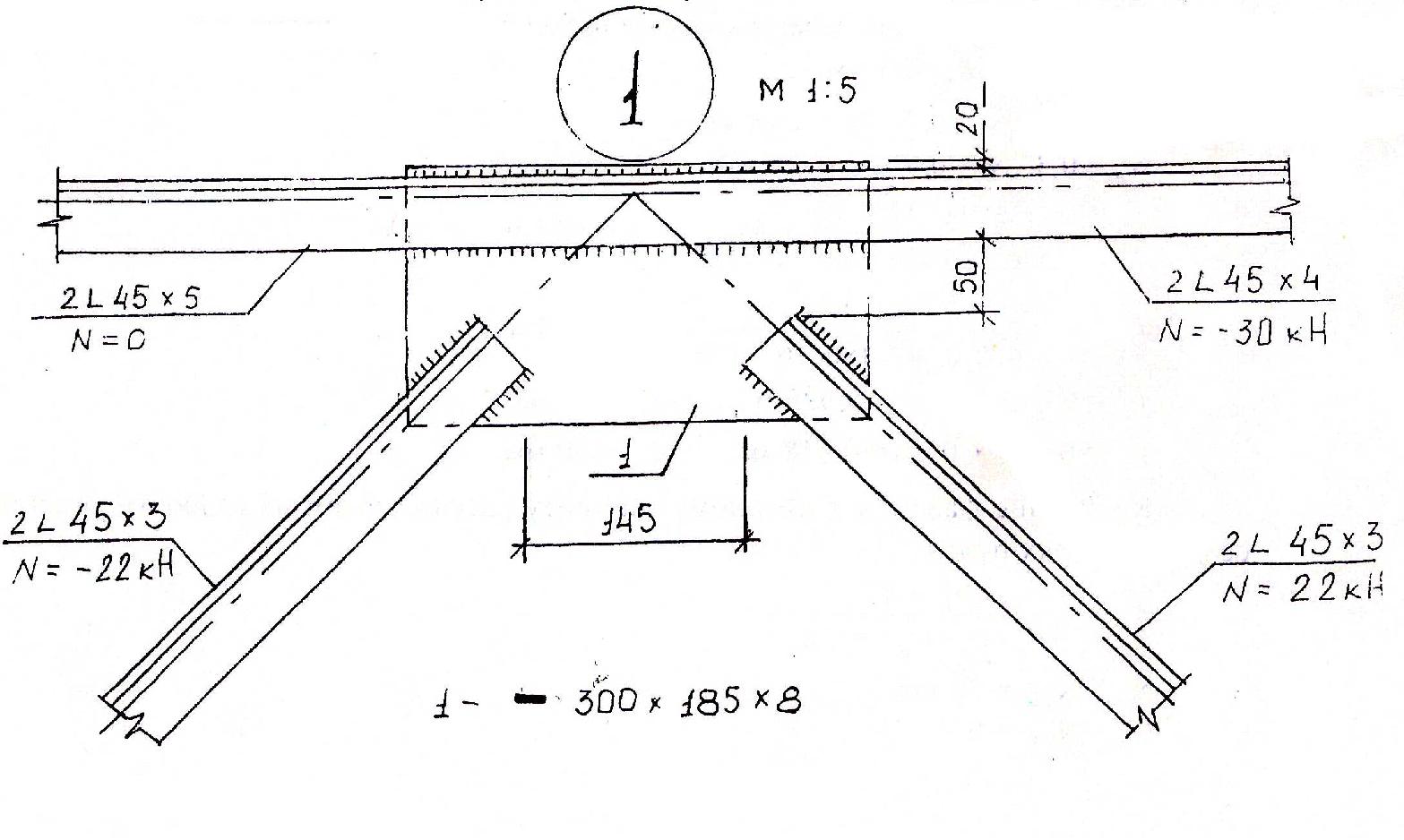


Рисунок 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *Приложение 1* | | | |  |
| Таблица 2 - Сортамент равнополочных уголков по ГОСТ 8509-72 | | | | | | | | | | | | | | | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | *Обозначения:* | | | |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | b – |  | ширина полки; | | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | d – |  | толщина полки; | | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | R – | | радиус внутреннего закругления; | | | | | |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | r – |  | радиус закругления полки; | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | I – |  | момент инерции; | | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | i – |  | радиус инерции; | | |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | z0 – | | расстояние от центра тяжести до полки. | | | | | | |  |
|  |  | Размеры | | |  |  | F |  |  |  | Справочные величины для осей | | | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | сечения |  | х – х | |  |  | х0 – х0 | | y0 – y 0 | |  | х1 – х1 |  |  |
|  | b | d |  | R | r |  |  | *I X* | *i X* | *I X* 0макс | | | *i X* 0макс | *I y*0мин | *i y*0мин |  | *I X*1 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | z0 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Номерпрофиля |  |  |  |  |  | Площадь | 2 | Массам1длины | 4 |  |  |  | 4 |  | 4 |  |  | 4 |  |  |
|  |  | мм | |  |  | см | см |  | см | | см | см | см |  | см | см |  |
|  |  |  |  | см | | кг |  |  |  |
|  |  | 3 |  |  |  | 2,65 | | 2,08 | 5,13 | 1,39 |  | 8,13 | | 1,75 | 2,12 | 0,89 |  | 9,04 | 1,21 |  |
| 4,5 | 45 | 4 |  | 5 | 1,7 | 3,48 | | 2,73 | 6,63 | 1,38 |  | 10,5 | | 1,74 | 2,74 | 0,89 |  | 12,1 | 1,26 |  |
|  |  | 5 |  |  |  | 4,29 | | 3,37 | 8,03 | 1,37 |  | 12,7 | | 1,72 | 3,33 | 0,88 |  | 15,3 | 1,30 |  |
|  |  | 3 |  |  |  | 2,96 | | 2,32 | 7,11 | 1,55 |  | 11,3 | | 1,95 | 2,95 | 1,00 |  | 12,40 | 1,33 |  |
| 5 | 50 | 4 |  | 5,5 | 1,8 | 3,89 | | 3,05 | 9,21 | 1,54 |  | 14,6 | | 1,94 | 3,80 | 0,99 |  | 16,6 | 1,38 |  |
|  |  | 5 |  |  |  | 4,80 | | 3,77 | 11,2 | 1,53 |  | 17,8 | | 1,92 | 4,63 | 0,98 |  | 20,9 | 1,42 |  |
| 5,6 | 56 | 4 |  | 6 | 2 | 4,38 | | 3,44 | 13,1 | 1,73 |  | 20,8 | | 2,18 | 5,41 | 1,11 |  | 23,3 | 1,52 |  |
| 5 |  | 5,41 | | 4,25 | 16,0 | 1,72 |  | 25,4 | | 2,16 | 6,59 | 1,10 |  | 29,2 | 1,57 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 4 |  |  |  | 4,96 | | 3,90 | 18,9 | 1,95 |  | 29,9 | | 2,45 | 7,81 | 1,25 |  | 33,1 | 1,69 |  |
| 6,3 | 63 | 5 |  | 7 | 2,3 | 6,13 | | 4,81 | 23,1 | 1,94 |  | 36,6 | | 2,44 | 9,52 | 1,25 |  | 41,5 | 1,74 |  |
|  |  | 6 |  |  |  | 7,28 | | 5,72 | 27,1 | 1,93 |  | 42,9 | | 2,43 | 11,2 | 1,24 |  | 50,0 | 1,78 |  |
|  |  | 4,5 |  |  |  | 6,20 | | 4,87 | 29,0 | 2,16 |  | 46,0 | | 2,72 | 12,0 | 1,39 |  | 51,0 | 1,88 |  |
|  |  | 5 |  |  |  | 6,86 | | 5,38 | 31,9 | 2,16 |  | 50,7 | | 2,72 | 13,2 | 1,39 |  | 56,7 | 1,90 |  |
| 7 | 70 | 6 |  | 8 | 2,7 | 8,15 | | 6,39 | 37,6 | 2,15 |  | 59,6 | | 2,71 | 15,5 | 1,38 |  | 68,4 | 1,94 |  |
|  |  | 7 |  |  |  | 9,42 | | 7,39 | 43,0 | 2,14 |  | 68,2 | | 2,69 | 17,8 | 1,37 |  | 80,1 | 1,99 |  |
|  |  | 8 |  |  |  | 10,7 | | 8,37 | 48,2 | 2,13 |  | 76,4 | | 2,68 | 20,0 | 1,37 |  | 91,9 | 2,02 |  |
|  |  | 5 |  |  |  | 7,39 | | 5,80 | 39,5 | 2,31 |  | 62,6 | | 2,91 | 16,4 | 1,49 |  | 69,6 | 2,02 |  |
|  |  | 6 |  |  |  | 8,78 | | 6,89 | 46,6 | 2,30 |  | 73,9 | | 2,90 | 19,3 | 1,48 |  | 83,9 | 2,06 |  |
| 7,5 | 75 | 7 |  | 9 | 3 | 10,1 | | 7,96 | 53,3 | 2,29 |  | 84,6 | | 2,89 | 22,1 | 1,48 |  | 98,3 | 2,10 |  |
|  |  | 8 |  |  |  | 11,5 | | 9,02 | 59,8 | 2,28 |  | 94,9 | | 2,87 | 24,8 | 1,47 |  | 113 | 2,15 |  |
|  |  | 9 |  |  |  | 12,8 | | 10,1 | 66,1 | 2,27 |  | 105 | | 2,86 | 27,5 | 1,46 |  | 127 | 2,18 |  |
|  |  | 5,5 |  |  |  | 8,63 | | 6,78 | 52,7 | 2,47 |  | 83,6 | | 3,11 | 21,8 | 1,59 |  | 93,2 | 2,17 |  |
| 8 | 80 | 6 |  | 9 | 3 | 9,38 | | 7,36 | 57,0 | 2,47 |  | 90,4 | | 3,11 | 23,5 | 1,58 |  | 102 | 2,19 |  |
| 7 |  | 10,8 | | 8,51 | 65,3 | 2,45 |  | 104 | | 3,09 | 27,0 | 1,58 |  | 119 | 2,23 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 8 |  |  |  | 12,3 | | 9,65 | 73,4 | 2,44 |  | 116 | | 3,08 | 30,3 | 1,57 |  | 137 | 2,27 |  |
|  |  | 6 |  |  |  | 10,6 | | 8,33 | 82,1 | 2,78 |  | 130 | | 3,50 | 34,0 | 1,79 |  | 145 | 2,43 |  |
| 9 | 90 | 7 |  | 10 | 3,3 | 12,3 | | 9,64 | 94,3 | 2,77 |  | 150 | | 3,49 | 38,9 | 1,78 |  | 169 | 2,47 |  |
| 8 |  | 13,9 | | 10,9 | 106 | 2,76 |  | 168 | | 3,48 | 43,8 | 1,77 |  | 194 | 2,51 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 9 |  |  |  | 15,6 | | 12,2 | 118 | 2,75 |  | 186 | | 3,46 | 48,6 | 1,77 |  | 219 | 2,55 |  |
|  |  | 6,5 |  |  |  | 12,8 | | 10,1 | 122 | 3,09 |  | 193 | | 3,88 | 50,7 | 1,99 |  | 214 | 2,68 |  |
|  |  | 7 |  |  |  | 13,8 | | 10,8 | 131 | 3,08 |  | 207 | | 3,88 | 54,2 | 1,98 |  | 231 | 2,71 |  |
|  |  | 8 |  |  |  | 15,6 | | 12,2 | 147 | 3,07 |  | 233 | | 3,87 | 60,9 | 1,98 |  | 265 | 2,75 |  |
| 10 | 100 | 10 |  | 12 | 4 | 19,2 | | 15,1 | 179 | 3,05 |  | 284 | | 3,84 | 74,1 | 1,96 |  | 333 | 2,83 |  |
|  |  | 12 |  |  |  | 22,8 | | 17,9 | 209 | 3,03 |  | 331 | | 3,81 | 86,9 | 1,95 |  | 402 | 2,91 |  |
|  |  | 14 |  |  |  | 26,3 | | 20,6 | 237 | 3,00 |  | 375 | | 3,78 | 99,3 | 1,94 |  | 472 | 2,99 |  |
|  |  | 16 |  |  |  | 29,7 | | 23,3 | 264 | 2,98 |  | 416 | | 3,74 | 112 | 1,94 |  | 542 | 3,06 |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Размеры | | |  |  | F |  |  |  | Справочные величины для осей | | | | |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  | сечения |  | х – х | | х0 – х0 | | y0 – y 0 | |  | х1 – х1 |  |  |
|  | b | d |  | R | r |  |  | *I X* | *i X* | *I X* 0макс | *i X* 0макс | *I y*0мин | *i y*0мин |  | *I X*1 |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  | z0 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Номерпрофиля |  |  |  |  |  | Площадь | 2 | Массам1длины | 4 |  | 4 |  | 4 |  |  | 4 |  |  |
|  |  | мм | |  |  | см | см | см | см | см | см |  | см | см |  |
|  |  |  |  | см | | кг |  |  |
| 11 | 110 | 7 |  | 12 | 4 | 15,2 | | 11,9 | 176 | 3,40 | 279 | 4,29 | 72,7 | 2,19 |  | 308 | 2,69 |  |
| 8 |  | 17,2 | | 13,5 | 198 | 3,39 | 315 | 4,28 | 81,8 | 2,18 |  | 353 | 3,00 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 8 |  |  |  | 19,7 | | 15,5 | 294 | 3,87 | 467 | 4,87 | 122 | 2,49 |  | 516 | 3,36 |  |
|  |  | 9 |  |  |  | 22,0 | | 17,3 | 327 | 3,86 | 520 | 4,86 | 135 | 2,48 |  | 582 | 3,40 |  |
| 12,5 | 125 | 10 |  | 14 | 4,6 | 24,3 | | 19,1 | 360 | 3,85 | 571 | 4,84 | 149 | 2,47 |  | 649 | 3,45 |  |
| 12 |  | 28,9 | | 22,7 | 422 | 3,82 | 670 | 4,82 | 174 | 2,46 |  | 782 | 3,53 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 14 |  |  |  | 33,4 | | 26,2 | 482 | 3,80 | 764 | 4,78 | 200 | 2,45 |  | 716 | 3,61 |  |
|  |  | 16 |  |  |  | 37,8 | | 29,6 | 539 | 3,78 | 853 | 4,75 | 224 | 2,44 |  | 1051 | 3,68 |  |
|  |  | 9 |  |  |  | 24,7 | | 19,4 | 466 | 4,34 | 739 | 5,47 | 192 | 2,79 |  | 818 | 3,78 |  |
| 14 | 140 | 10 |  | 14 | 4,6 | 27,3 | | 21,5 | 512 | 4,33 | 814 | 5,46 | 211 | 2,78 |  | 911 | 3,82 |  |
|  |  | 12 |  |  |  | 32,5 | | 25,5 | 602 | 4,31 | 957 | 5,43 | 248 | 2,76 |  | 1097 | 3,90 |  |
|  |  | 10 |  |  |  | 31,4 | | 24,7 | 774 | 4,96 | 1229 | 6,25 | 319 | 3,19 |  | 1356 | 4,30 |  |
|  |  | 11 |  |  |  | 34,4 | | 27,0 | 844 | 4,95 | 1341 | 6,24 | 348 | 3,18 |  | 1494 | 4,35 |  |
|  |  | 12 |  |  |  | 37,4 | | 29,4 | 913 | 4,94 | 1450 | 6,23 | 376 | 3,17 |  | 1633 | 4,39 |  |
| 16 | 160 | 14 |  | 16 | 5,3 | 43,3 | | 34,0 | 1046 | 4,92 | 1662 | 6,20 | 431 | 3,16 |  | 1911 | 4,47 |  |
|  |  | 16 |  |  |  | 49,1 | | 38,5 | 1175 | 4,89 | 1866 | 6,17 | 485 | 3,14 |  | 2191 | 4,55 |  |
|  |  | 18 |  |  |  | 54,8 | | 43,0 | 1299 | 4,87 | 2061 | 6,13 | 537 | 3,13 |  | 2472 | 4,63 |  |
|  |  | 20 |  |  |  | 60,4 | | 47,4 | 1419 | 4,85 | 2248 | 6,10 | 589 | 3,12 |  | 2756 | 4,70 |  |
| 18 | 180 | 11 |  | 16 | 5,3 | 38,8 | | 30,5 | 1216 | 5,60 | 1933 | 7,06 | 500 | 3,59 |  | 2128 | 4,85 |  |
| 12 |  | 42,2 | | 33,1 | 1317 | 5,59 | 2093 | 7,04 | 540 | 3,58 |  | 2324 | 4,89 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 12 |  |  |  | 47,1 | | 37,0 | 1823 | 6,22 | 2896 | 7,84 | 749 | 3,99 |  | 3182 | 5,37 |  |
|  |  | 13 |  |  |  | 50,9 | | 39,9 | 1961 | 6,21 | 3116 | 7,83 | 805 | 3,98 |  | 3452 | 5,42 |  |
|  |  | 14 |  |  |  | 54,6 | | 42,8 | 2097 | 6,20 | 3333 | 7,81 | 861 | 3,97 |  | 3722 | 5,46 |  |
| 20 | 200 | 16 |  | 18 | 6 | 62,0 | | 48,7 | 2363 | 6,17 | 3755 | 7,78 | 970 | 3,96 |  | 4264 | 5,54 |  |
|  |  | 20 |  |  |  | 76,5 | | 60,1 | 2871 | 6,12 | 4560 | 7,78 | 1182 | 3,93 |  | 5355 | 5,70 |  |
|  |  | 25 |  |  |  | 94,3 | | 74,0 | 3466 | 6,06 | 5494 | 7,63 | 1438 | 3,91 |  | 6733 | 5,89 |  |
|  |  | 30 |  |  |  | 111,5 | | 87,6 | 4020 | 6,00 | 6351 | 7,55 | 1688 | 3,89 |  | 8130 | 6,07 |  |
| 22 | 220 | 14 |  | 21 | 7 | 60,4 | | 47,4 | 2814 | 6,83 | 4470 | 8,60 | 1159 | 4,38 |  | 4941 | 5,93 |  |
| 16 |  | 68,6 | | 53,8 | 3175 | 6,81 | 5045 | 8,58 | 1306 | 4,36 |  | 5661 | 6,02 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 16 |  |  |  | 78,4 | | 61,5 | 4717 | 7,76 | 7492 | 9,78 | 1942 | 4,98 |  | 8286 | 6,75 |  |
|  |  | 18 |  |  |  | 87,7 | | 68,9 | 5247 | 7,73 | 8337 | 9,75 | 2158 | 4,96 |  | 9342 | 6,83 |  |
|  |  | 20 |  |  |  | 97,0 | | 76,1 | 5765 | 7,71 | 9160 | 9,72 | 2370 | 4,94 |  | 10401 | 6,91 |  |
| 25 | 250 | 22 |  | 24 | 8 | 106,1 | | 83,3 | 6270 | 7,69 | 9961 | 9,69 | 2579 | 4,93 |  | 11464 | 7,00 |  |
|  |  | 25 |  |  |  | 119,7 | | 94,0 | 7006 | 7,65 | 11125 | 9,64 | 2887 | 4,91 |  | 13064 | 7,11 |  |
|  |  | 28 |  |  |  | 133,1 | | 104,5 | 7717 | 7,61 | 12244 | 9,59 | 3190 | 4,89 |  | 14674 | 7,23 |  |
|  |  | 30 |  |  |  | 142,0 | | 111,4 | 8177 | 7,59 | 12965 | 9,56 | 3389 | 4,89 |  | 15753 | 7,31 |  |

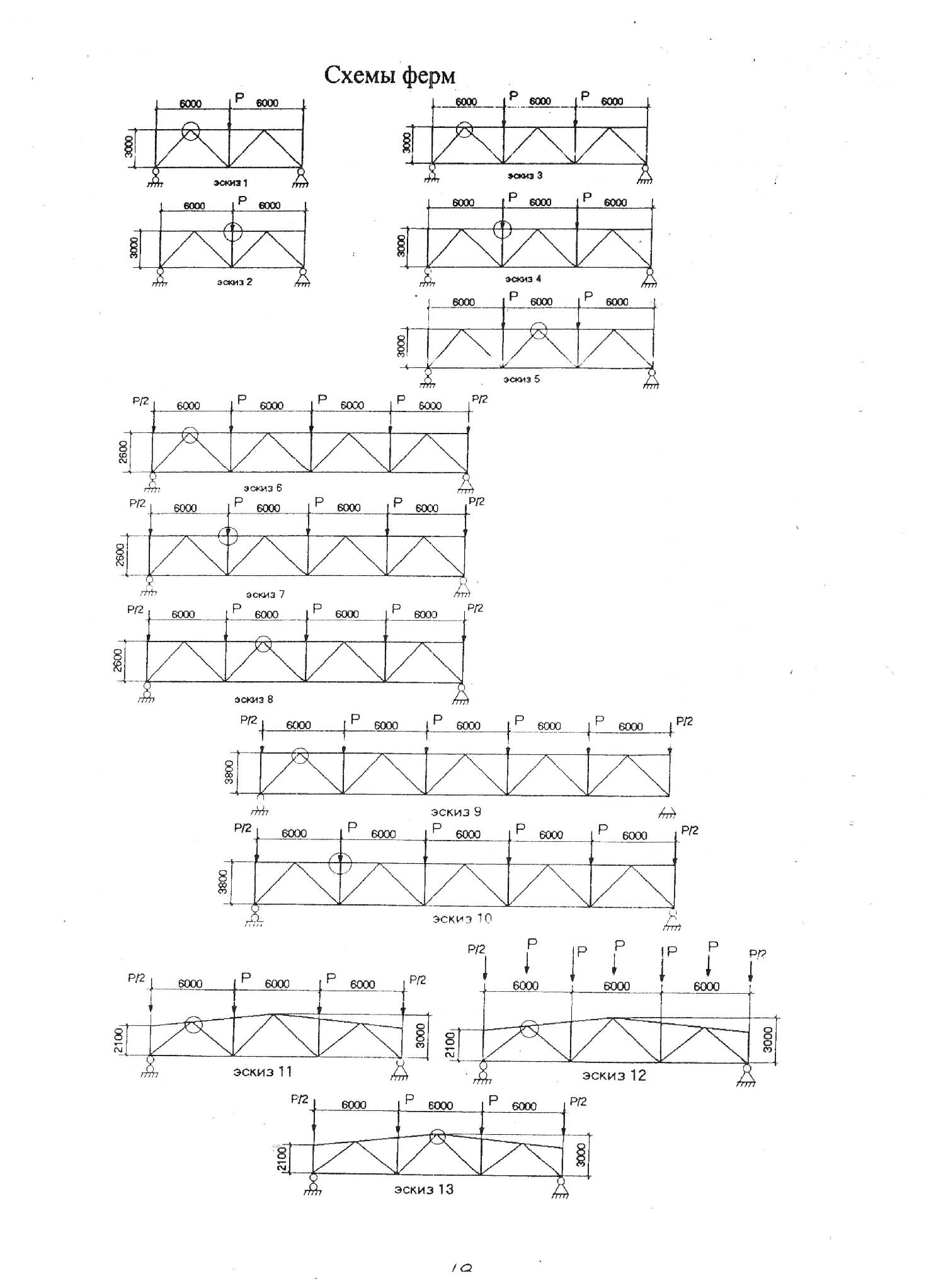
|  |  |
| --- | --- |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

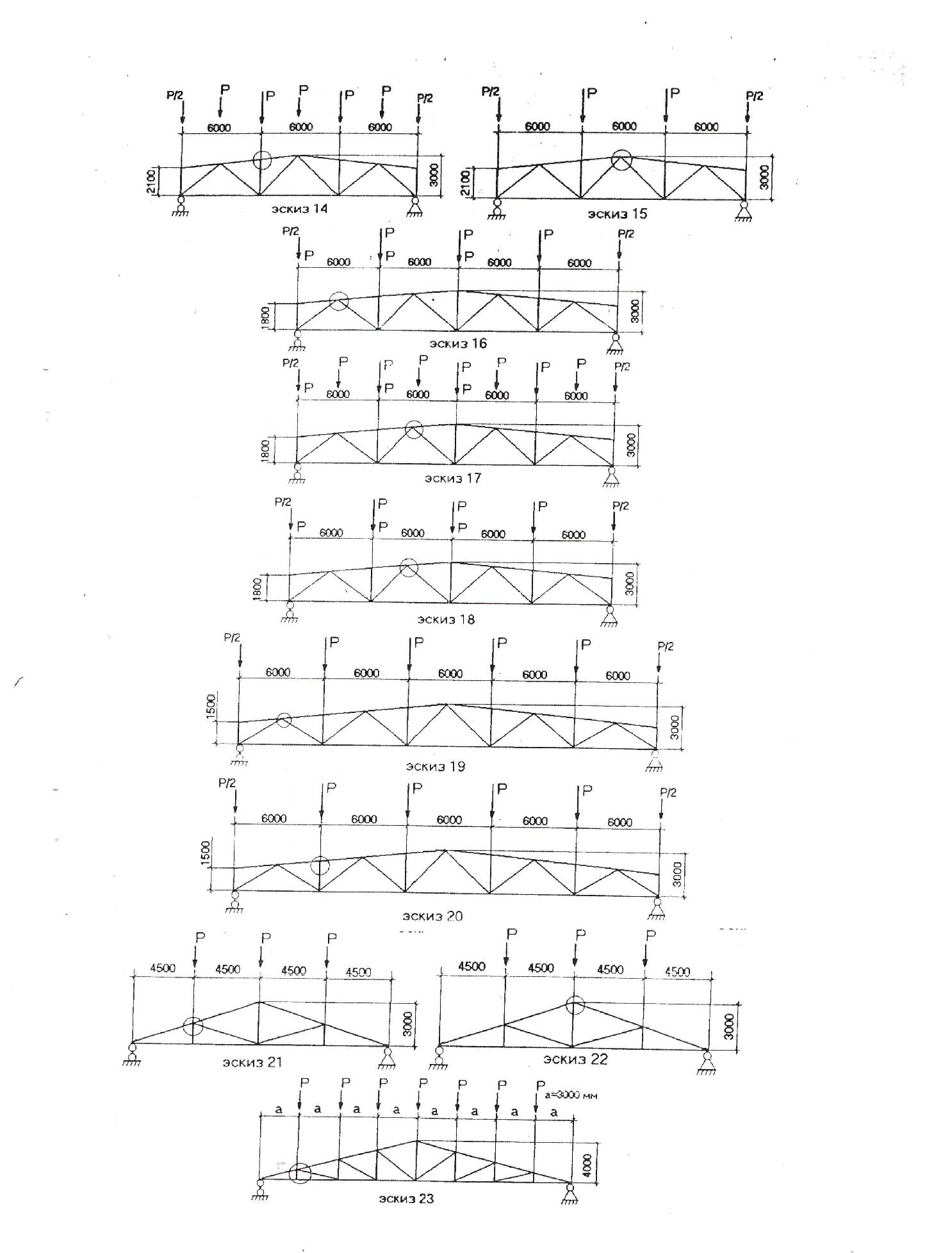
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  | *Приложение 2* | |  |
|  | **Таблицы для расчета узла стальной фермы** | | | | | |  |  |  |
| Таблица 3 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Толщина фа- | 8 | 10 | 12 | 16 |  | 16 |  | 18 |  |
| сонки t, мм |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Расчетное уси- |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| лие в стержне | до 250 | 251 – 400 | 401 – 600 | 601 – 1000 |  | 1001 – 1400 |  | 1401 – 1800 |  |
| N, кН |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  | Минимальные катеты швов *k* *f* , мм, при толщине | | | | | | |  |
| Вид соединения | Вид сварки | более толстого из свариваемых элементов t, мм | | | | | | |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  | 4-5 | 6-10 | 11-16 | 17-22 | 23-32 | 33-40 | 41-80 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Тавровое с двусто- | Ручная | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 |  |
| ронними угловыми |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| швами; нахлесточ- | Автоматическая | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |  |
| ное и угловое | и полуавтомати- |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |  |
|  |  |
|  | ческая |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Тавровое с одно- | Ручная | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 12 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| сторонними угло- | Автоматическая |  |  |  |  |  |  |  |  |
| выми швами | и полуавтомати- | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |  |
| ческая |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  | |  |  |  |  |  |
|  | | | | |  |  |  |  |
|  |  |  | |  |  |  | |  |
|  |  |  |  |  |  | *Приложение 3* | |  |
|  |  | **Исходные данные для расчета** | | |  |  |  |  |
| Таблица 5 |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Номер | Схема фермы | | Нагрузка | Номер | Схема фермы | | Нагрузка |  |
| варианта | Р, кН | варианта | Р, кН |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | эскиз 1 |  | 600 | 16 | эскиз 16 |  | 250 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2 | эскиз 2 |  | 200 | 17 | эскиз 17 |  | 180 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 3 | эскиз 3 |  | 800 | 18 | эскиз 18 |  | 300 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 4 | эскиз 4 |  | 600 | 19 | эскиз 19 |  | 280 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 | эскиз 5 |  | 400 | 20 | эскиз 20 |  | 320 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 6 | эскиз 6 |  | 240 | 21 | эскиз 21 |  | 140 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 7 | эскиз 7 |  | 250 | 22 | эскиз 22 |  | 120 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 8 | эскиз 8 |  | 180 | 23 | эскиз 23 |  | 100 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 9 | эскиз 9 |  | 150 | 24 | эскиз 24 |  | 80 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 10 | эскиз 10 |  | 170 | 25 | эскиз 25 |  | 60 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 11 | эскиз 11 |  | 280 | 26 | эскиз 26 |  | 40 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 12 | эскиз 12 |  | 400 | 27 | эскиз 27 |  | 90 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 13 | эскиз 13 |  | 220 | 28 | эскиз 28 |  | 70 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 14 | эскиз 14 |  | 240 | 29 | эскиз 29 |  | 50 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 15 | эскиз 15 |  | 320 | 30 | эскиз 30 |  | 30 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |

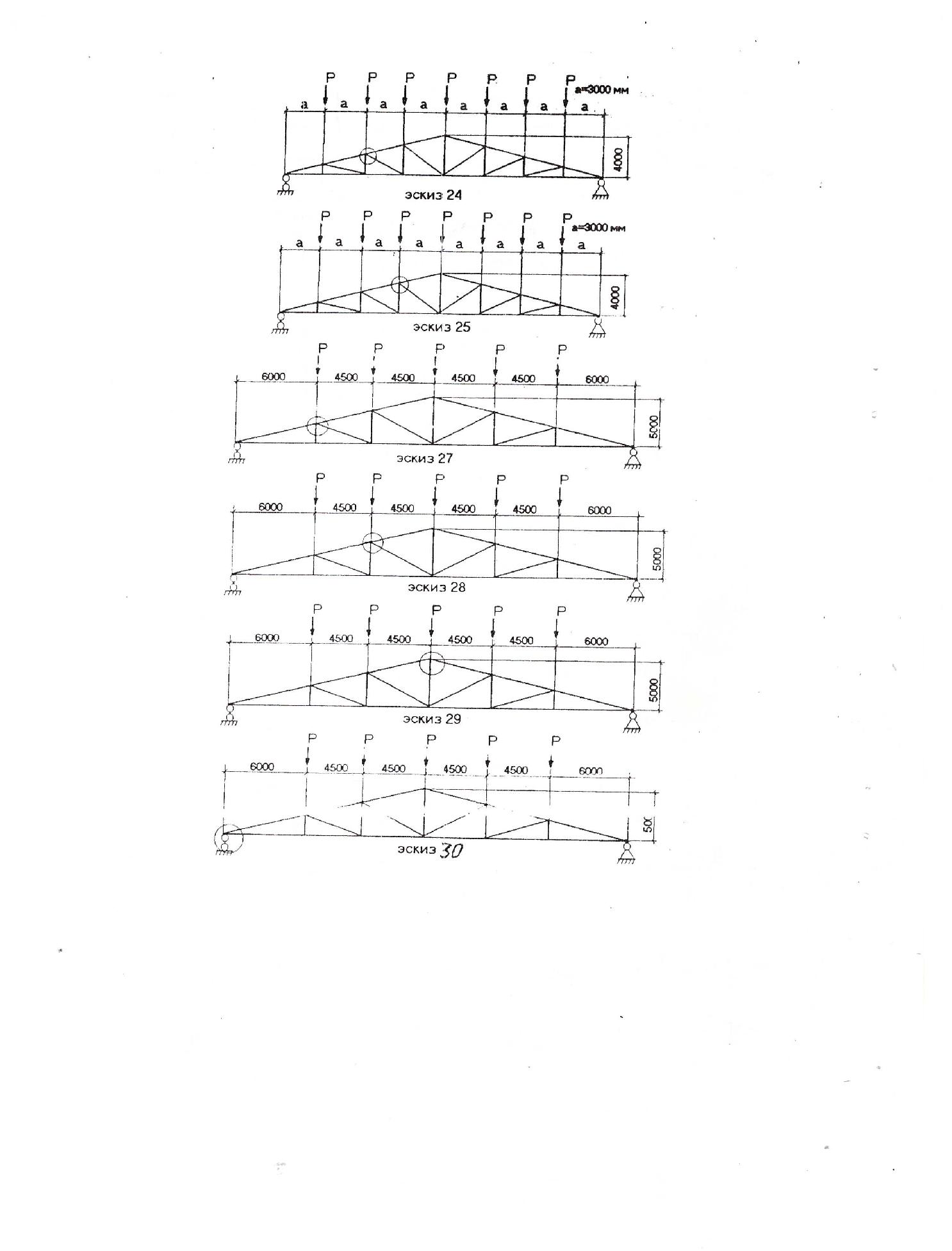




ГБОУ СПО «ТПТ»

Методические указания к выполнению практической работы №8

«Расчет стальных ферм» Cтр. 18 из 19



**Список литературы**

1. Долгун А.И. «Строительные конструкции» [Текст]: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 432 с.
2. Сербин Е.П. “ Строительные конструкции. Практикум.” [ Текст]: учебное пособие для студ. учреждений сред. проф. образования – М.: Издательский центр «Академия», 2012. – 256 с.

Расчет деревянных стоек, каменных столбов и стен на центральное и внецентренное сжатие.

Цель работы: Изучить основы расчета кирпичных столбов. Научится подбирать размеры сечения столба и если необходимо армирование.

Произвести подбор размеров кирпичного столба. Нагрузку принять по результатам практической работы №1. Материалы принять самостоятельно, со

гласно регламентациям, приведёнными выше, Расчетную длину l принять по таблице согласно варианту.

Исходные данные: L=470 см.

Кладка выполнена из кирпича глиняного, пластического прессования; марка кирпича М100; марка раствора М50.

N=408,3 кН

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image012.png

Решение:

l0 = l · µ = 470 · 1 = 470 см

Находим расчетное сопротивление сжатию кладки:

R=1,5МПа = 0,15 кН/см2

Определяем упругую характеристику:

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image013.png

Задаемся коэффициентами:

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image014.png

Определяем требуемую площадь сечения столба:

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image015.png

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image016.png

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image017.png

Принимаем столб сечением 64http://www.refsru.com/images/referats/8827/image018.pngсм

Находим площадь столба:

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image019.png

Определяем коэффициенты: http://www.refsru.com/images/referats/8827/image020.png

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image021.pngh ≥38 см

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image022.png, т.к. А> 3000

Определяем гибкость:

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image023.png

Определяем коэффициент продольного изгиба http://www.refsru.com/images/referats/8827/image024.png

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image025.png

|  |  |
| --- | --- |
| 6 | 0,98 |
| 7,34 | 0,926 |
| 8 | 0,92 |

Рассчитываем принятый кирпичный столб на устойчивость:

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image026.png

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image027.png

Устойчивость обеспечена

**Практическая работа**

**Расчет стальной центрально – сжатой колонны**

Цель работы: Изучить основы расчета колонн. Научиться выполнять проверку устойчивости и подбирать сечение стальной колонны из прокатного двутавра.

Исходные данные: N=2500кН

Сталь С245

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image028.png

Н=580см

Решение:

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image029.png

Находим расчетную длину колонн:

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image030.png

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image031.png

Определяем расчет сопротивления стали:

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image032.png

Задаемся гибкостью http://www.refsru.com/images/referats/8827/image033.png

Определяем http://www.refsru.com/images/referats/8827/image034.pngметодом интрополяции:

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image001.pnghttp://www.refsru.com/images/referats/8827/image035.png=0,552

|  |  |
| --- | --- |
| http://www.refsru.com/images/referats/8827/image036.png | http://www.refsru.com/images/referats/8827/image037.png |
| 200 | 0,599 |
| 230 | 0,552 |
| 240 | 0,542 |

Определяем А:

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image038.png

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image039.png

Находим http://www.refsru.com/images/referats/8827/image040.png

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image041.png

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image042.png

Подбираем двутавр по сортаменту:

|  |  |
| --- | --- |
| http://www.refsru.com/images/referats/8827/image043.png | http://www.refsru.com/images/referats/8827/image037.png |
| 80 | 0,734 |
| 89,04 | 0,672 |
| 90 | 0,665 |

|  |  |
| --- | --- |
| http://www.refsru.com/images/referats/8827/image043.png | http://www.refsru.com/images/referats/8827/image037.png |
| 80 | 0,686 |
| 89,04 | 0,619 |
| 90 | 0,612 |

A=95,67 см2; imin=5,84см; № 35Ш1

Определяем гибкость, проверяем подобранное сечение:

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image044.png

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image045.png

89,04<120

Вывод: гибкость обеспеченна

Задаем расчетное сопротивление Ry =200 мПа

Определяем http://www.refsru.com/images/referats/8827/image034.pngметодом интрополяции:

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image046.png

Задаем расчетное сопротивление Ry=240 мПа

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image047.png

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image048.png

|  |  |
| --- | --- |
| Ry | http://www.refsru.com/images/referats/8827/image037.png |
| 200 | 0,672 |
| 230 | 0,632 |
| 240 | 0,619 |

Рассчитываем колонны на устойчивость:

http://www.refsru.com/images/referats/8827/image049.png