Министерство образования и науки Самарской области
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Самарской области
«САМАРСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»
(ГБПОУ «СЭК»)

Т. И. Харламова

МДК.01.01 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Тема 2.1 Основы проектирования строительных конструкций

Конспект лекций для студентов специальности 08.02.01
Строительство и эксплуатация зданий и сооружений

Самара

Конспект лекций по теме 2.1 Основы проектирования строительных конструкций МДК.01.01 Проектирование зданий и сооружений для студентов специальности 08.02.01 / сост.: Харламова Т. И. – Самара: ГБПОУ «СЭК». – 71 с.

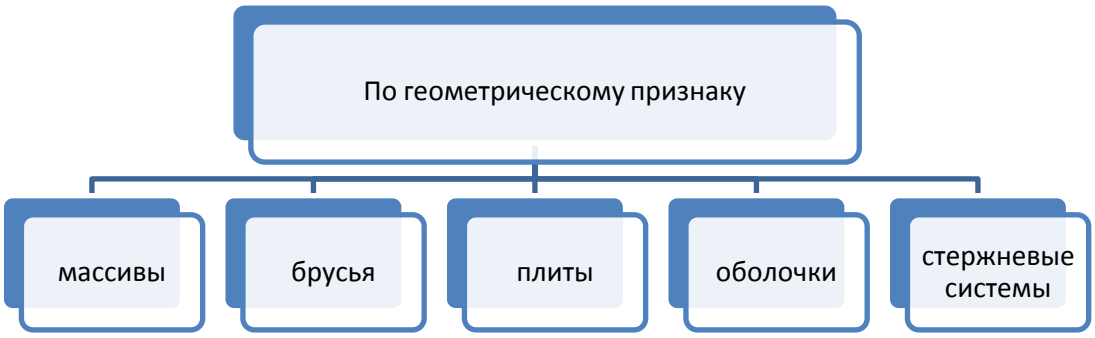
Издание содержит конспект лекций по теме 2.1 Основы проектирования строительных конструкций МДК.01.01 Проектирование зданий и сооружений.

Замечания, предложения и пожелания направлять в ГБПОУ «СЭК» по адресу: 443001, г. Самара, ул. Самарская 205-А или по электронной почте info@sam-ek.ru

ГБПОУ «СЭК»

Тема 2.1.1 Основы расчета строительных конструкций и оснований по предельным состояниям

Классификация строительных конструкций

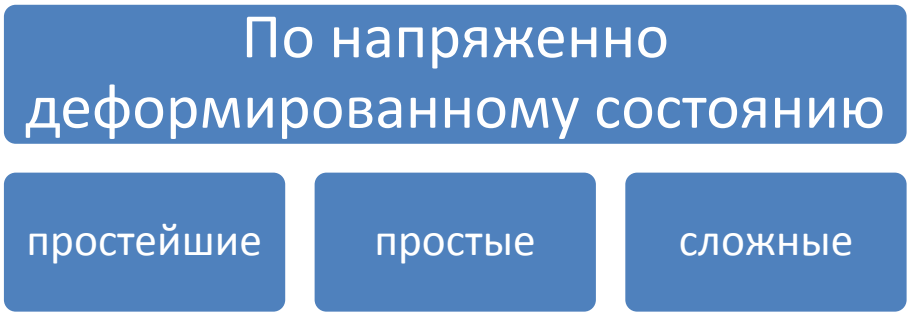


- Массив –конструкция, в которой все размеры одного порядка.
- Брус – элемент, в котором два размера во много раз меньше третьего, т.е. они разного порядка.
- Плита – элемент, в котором один размер во много раз меньше, чем два.
- Стержневые системы – это системы стержней, соединенных между собой шарнирно или жестко.

Классификация строительных конструкций

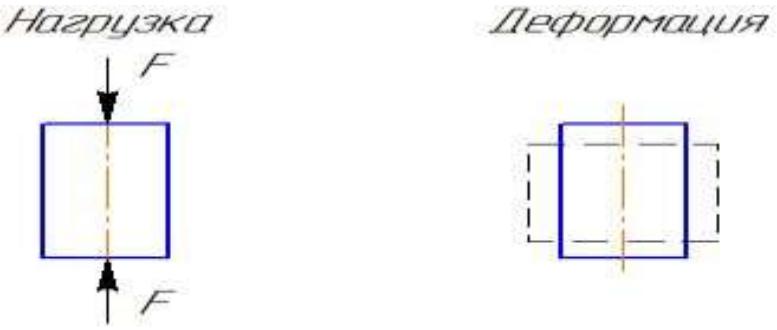
- Статически определимые конструкции – это системы, усилия и напряжения в которых могут определятся из уравнений статики (уравнений равновесия).

- Для статически неопределимых конструкций уравнений статики не достаточно.

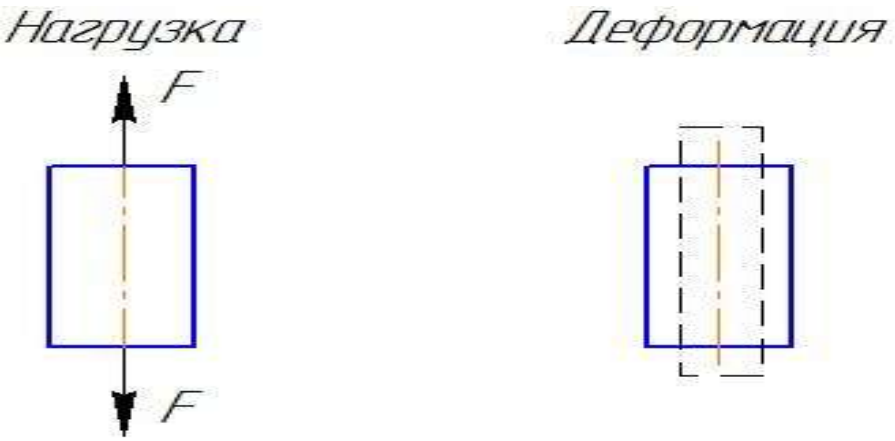


Простейшие

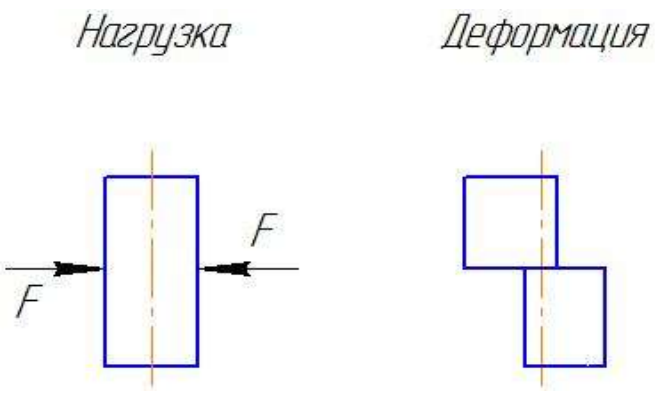
- Осевое сжатие



- Осевое растяжение

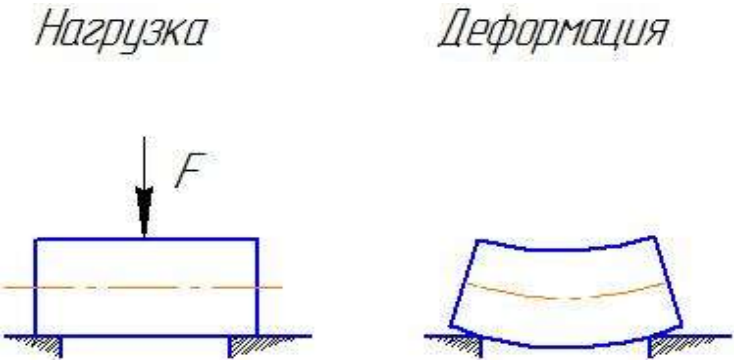


Сдвиг



Простые

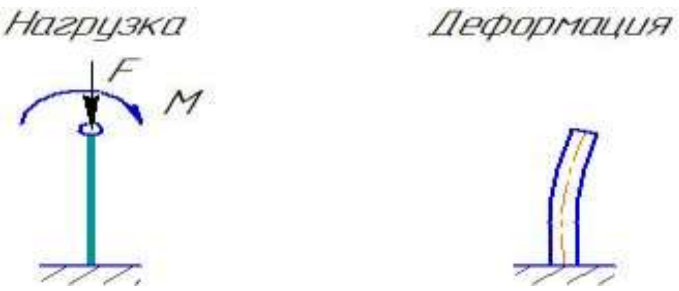
- Поперечный изгиб



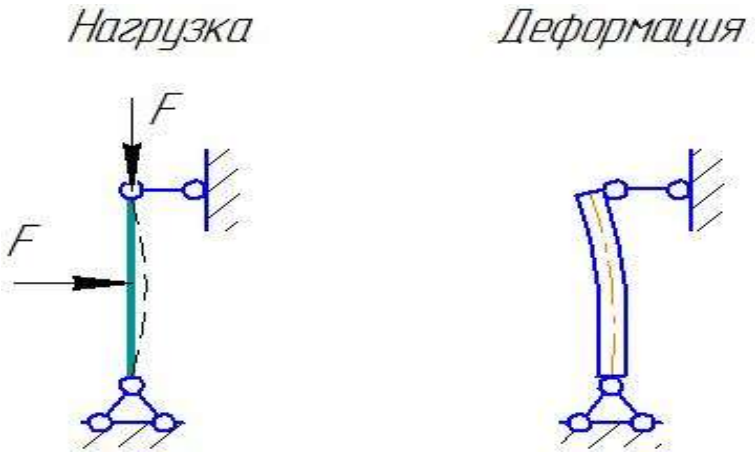
- Продольный изгиб

Сложные

- Внецентренное сжатие



- Продольный изгиб с поперечным



Требования к строительным конструкциям

- функциональные;
- технические ;
- экономические;
- индустриальность;
- архитектурно-художественные.
- Надежность – это способность конструкции сохранять свои эксплуатационные качества в течение всего срока службы, а также в период ее транспортирования, хранения и монтажа.
- Главный показатель надежности – это безопасность (безаварийность) работы конструкции.
- Прочность конструкции – это неразрушаемость в период ее эксплуатации.
- Жесткость конструкции – это сопротивляемость деформациям.
- Устойчивость конструкции – это сохранение формы.
- При проектировании строительных конструкций необходимо соблюдать требования строительных норм и правил (СНиП), которые направлены на обеспечение необходимой надежности в работе как здания в целом, так и его отдельных элементов, их соединений, а также оснований.

Предельные состояния строительных конструкций

- С 1 января 1955 года строительные конструкции и основания в России рассчитываются на нагрузки и воздействия по методу предельных состояний.

Под предельным понимают такое состояние конструкции, после достижения которого конструкция (основание, здание, сооружение) перестает удовлетворять заданным эксплуатационным требованиям.

Предельные состояния подразделяются на две группы:

- первая группа - по потере несущей способности или непригодности к эксплуатации;
- вторая группа - по непригодности к нормальной эксплуатации.
- Нормальной считается эксплуатация, осуществляемая (без ограничений) в соответствии с предусмотренными в нормах или заданиях на проектирование технологическими или бытовыми условиями.

К предельным состояниям первой группы относятся:

- общая потеря устойчивости формы;
- потеря устойчивости положения;
- хрупкое, вязкое, усталостное или иного характера разрушение;
- разрушение под совместным воздействием силовых факторов и неблагоприятных влияний внешней среды;
- качественное изменение конфигурации;
- резонансные колебания;
- состояния, при которых возникает необходимость прекращения эксплуатации в результате текучести материала, сдвигов в соединениях, ползучести или чрезмерного раскрытия трещин.
- К предельным состояниям второй группы относятся состояния, затрудняющие нормальную эксплуатацию конструкций и оснований или снижающие долговечность их вследствие появления недопустимых перемещений (прогибов, осадок, углов поворота), колебаний, трещин и т.п.
- Кроме расчетов на силовые воздействия, в необходимых случаях должны быть выполнены и другие расчеты (теплотехнические, гидравлические, фильтрационные, термические и т.п.), предусмотренные соответствующими нормами проектирования конструкций зданий и сооружений.
- При необходимости допускается разделение первой группы предельных состояний на подгруппы, устанавливаемые соответствующими главами СНиП.
- Метод расчета строительных конструкций по предельным состояниям имеет целью не допустить наступления ни одного из предельных состояний, которые могут возникнуть при эксплуатации.

- Суть расчета заключается в том, чтобы величины усилий, напряжений, деформаций, перемещений, раскрытие трещин или величины других факторов и воздействий не превышали предельных значений, установленных нормами проектирования.

Расчет по первой группе предельных состояний

- Цель расчета – предотвратить наступление любого из предельных состояний первой группы, т.е. обеспечить несущую способность как отдельной конструкции, так и всего здания в целом.

Несущая способность конструкции считается обеспеченной, если удовлетворяется неравенство

$N \leq Ф,$

где N – расчетные наибольшие возможные усилия,

$Ф$ – наименьшая возможная несущая способность сечения элемента

$Ф=\{R;A\},$

где R – расчетное сопротивление материала,

A – геометрический фактор (площадь поперечного сечения при растяжении и сжатии, момент сопротивления – при изгибе и т.д.)

$\sigma \leq R,$

где σ – нормальные напряжения в сечении конструкции,

Расчет по второй группе предельных состояний

Цель расчета не допустить ни одного из предельных состояний второй группы.

$f \leq fu$,

где f – деформация конструкции,

fu - предельная деформация.

Нормативные и расчетные значения сопротивлений материалов

Нормативное сопротивление материала *(Rn)* устанавливается с учетом условий контроля и статистической изменчивости сопротивлений. Величина нормативного сопротивления материала в ряде случаев принимается равной величине контрольной или браковочной характеристики, устанавливаемой ГОСТами.

Расчетное сопротивление материала

$R = Rn / \gamma m,$

где γm – коэффициент надежности по материалу, который учитывает возможные сопротивления материалов в неблагоприятную сторону от нормативных значений, $\gamma m>1$

Расчетное сопротивление материала следует принимать с учетом γc – коэффициент условий работы, который учитывает особенности работы материалов, элементов и соединений конструкций, а также зданий и сооружений в целом неблагоприятную сторону от нормативных значений

Единицы измерений

1МПа = 10.19716 кгс/см2

1МПа = 106 Н/м2

Нормативные и расчетные значения нагрузок

Нормативная нагрузка *(Nn)* рассчитывается по проектным размерам конструкции или принимается по СНиП.

Расчетная нагрузка $N= Nn\ \gamma f,$

где γf – коэффициент надежности по нагрузкам, принимаемым по СНиП.

Сталь

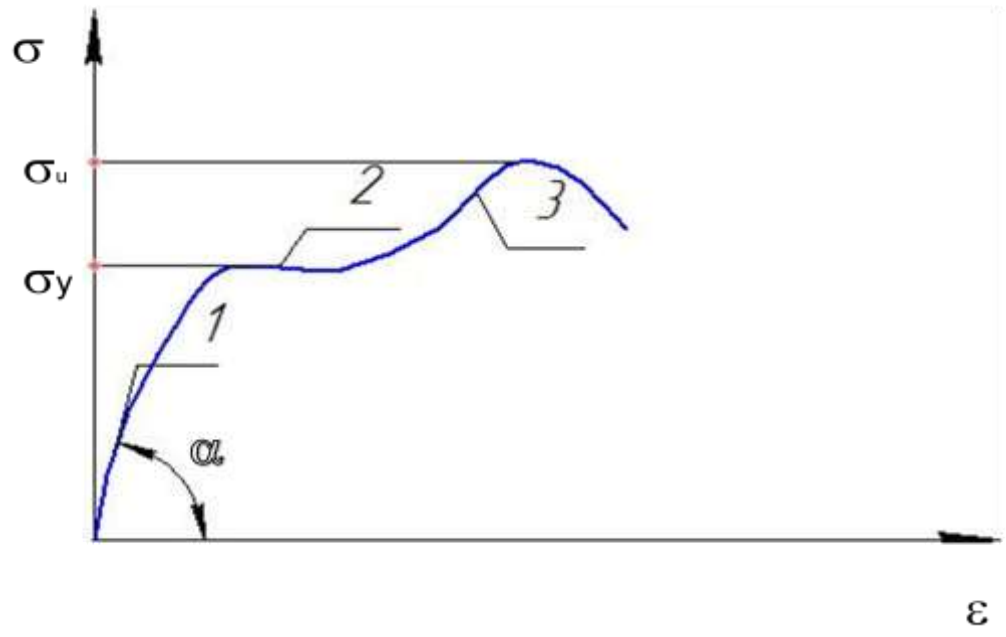
СП 16.13330.2017 Актуализированная редакция *СНиП II – 23 -81**

Стальные конструкции

СП 53-102-2004

Общие правила проектирования стальных конструкций

Диаграмма растяжения стали



- 1- участок упругой работы;
- 2- участок пластической работы;
- 3- участок упруго-пластичной работы;
- σ - координата напряжений;
- ε - координата относительных удлинений;
- σu - временное сопротивление стали;
- σy – предел текучести стали;
- $tg\ \alpha = E$ – модуль упругости стали.

Группы стальных конструкций

- Группа 1 – сварные конструкции, работающие в тяжелых условиях или подверженные динамической, вибрационной или подвижной нагрузки (подкрановые балки, балки рабочих площадок, фасонки ферм и т.д.)

Группа 2 – сварные конструкции или их элементы, работающие при статической нагрузке при наличии поля растягивающих напряжений (фермы, ригели, балки и т.д.), а также конструкции 1 группы при отсутствии сварных соединений.

3 группа – сварные конструкции, работающие при статической нагрузке на сжатие (колонны, стойки, вертикальные связи и т.д.), а также конструкции 2 группы при отсутствии сварных соединений.

4 группа – вспомогательные конструкции зданий и сооружений (лестницы, элементы фахверка, площадки, ограждения и т.д.)

Обозначение сопротивления стали

- *Ryn* – нормативное сопротивление стали, принятое по пределу текучести
- *Ry* - расчетное сопротивление стали, принятое по пределу текучести
- *Run* - нормативное сопротивление стали, принятое по временному сопротивлению
- *Ru* - расчетное сопротивление стали, принятое по временному сопротивлению

Примеры расчетных сопротивлений сталей

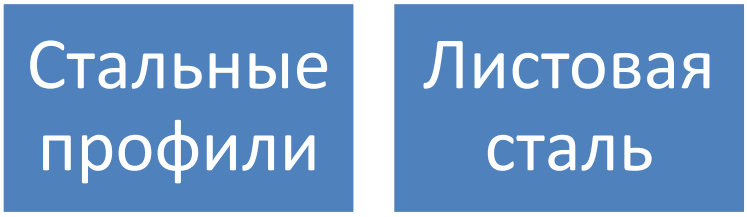
Сталь С235 *Ryn = 235 МПа*

Сталь С245 *Ry = 240 МПа*

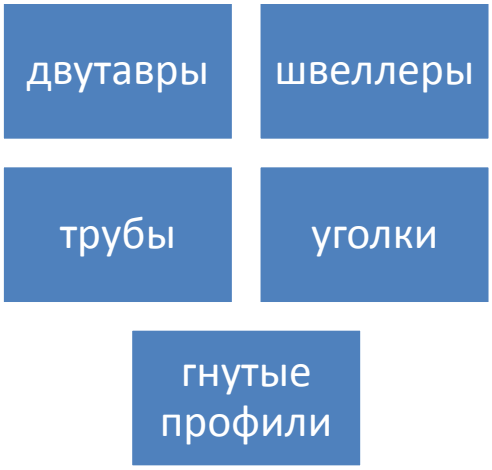
Сталь С275 *Run = 380 МПа*

Сталь С345 *Ru = 460 Мпа*

Сортамент



Стальные профили



Листовая сталь

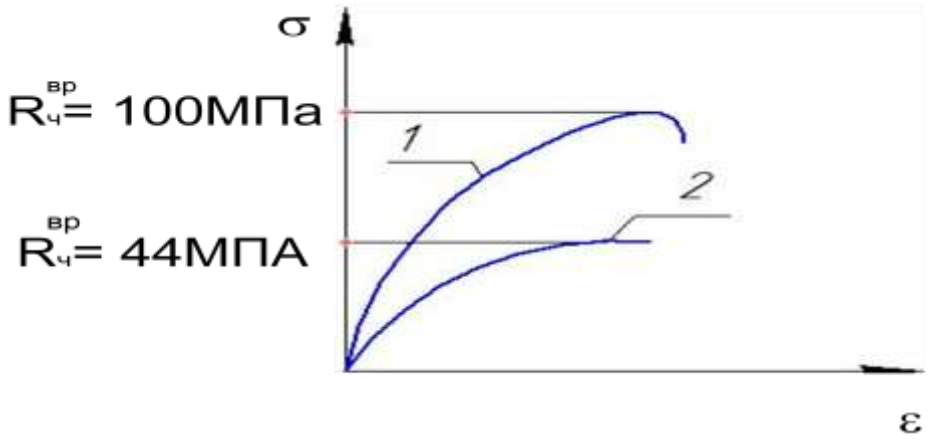
Древесина

СП 64.13330.2017 Актуализированная редакция

СНиП II – 25 – 80

Деревянные конструкции

Диаграмма работы древесины вдоль волокон



- 1- на растяжение;
- 2- на сжатие;
- *Rч* - временное сопротивление чистой древесины;
- σ - нормальные напряжения;
- ε - относительные деформации;

Обозначение сопротивления древесины

- *Ru, Rc,Rсм* - расчетное сопротивление при изгибе, сжатии и смятии вдоль волокон;
- *Rp* - расчетное сопротивление при растяжении вдоль волокон;
- *Rc,90, R см,90* - расчетное сопротивление при сжатии и смятии поперек волокон;
- *Rск*- расчетное сопротивление при скалывании вдоль волокон;
- *Rск, 90* - расчетное сопротивление при скалывании поперек волокон;

Расчетное сопротивление древесины зависит:

1. от сорта древесины,
2. от породы дерева.

Примеры расчетных сопротивлений:

Ru= 14 МПа для сосны

Rc,90=1,8 МПа для вяза

Сортамент древесины

Круглые лесоматериалы

- Бревна длиной от 4 до 19,5 м. По толщине бревна имеют от 13 до 36 см, .
- Бревна толщиной 13 см и менее -подвязник, длиной 10,6—17,5 м и толщиной 9 — 13 см, жерди длиной до 10 м и толщиной 6 —12 см, колья, длиной до 6 м и толщиной 3 — 6 см.

Пиленые лесоматериалы

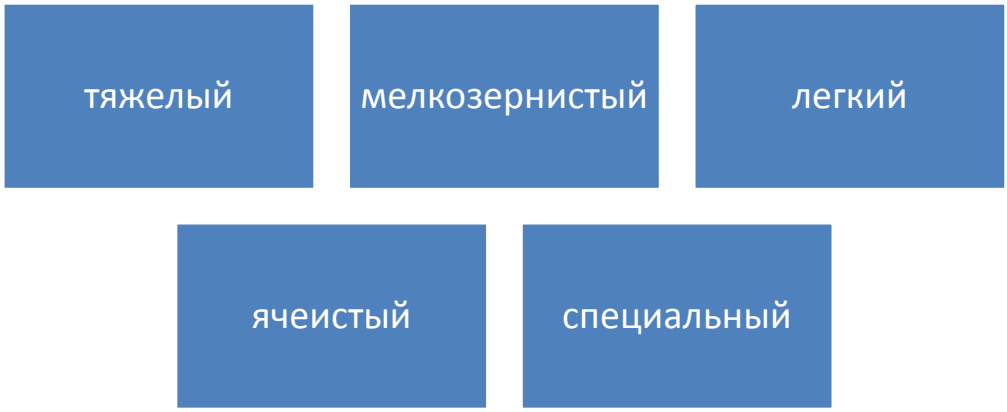
- 1) Пластины получаются от продольной распиловки бревна на части; у них одна сторона плоская (от распиловки), а другая круглая (наружная поверхность бревна). Ходовые размеры пластин: длина 6,5-8,5 м, ширина, т. е. толщина распиленного бревна—16—31 см.
- 2) Брус — бревно, опиленное или отесанное с четырех сторон.
- 3) Четвертина — часть бревна, полученная от распиловки его на 4 равные части.
- 4) Доски чистообрезные и с отливом имеют в поперечном сечении (в перепиле) в любом месте по длине форму прямоугольника. Длина от 4 до 9м.Толщина изменяется от 1,3 до 10,0 см, ширина — от 10,0 до 30,0 см.
- 5) Горбовые доски при наличии обрезной кромки имеют обливину (горб) на одной из широких частей доски.
- 6) Бруски различаются: а) паркетные — размером 6,3×12,9 см х6.5 м, где первая цифра —толщина, вторая —ширина и третья —длина; б) обрезные — размером от 3,8×3,8 см х6,5 м до 7,6×7,6 см х8,5 м; в) полуобрезные — размером от 5,0×5,0 см х6,5×6,5 м до 6,3×6,3 см х6,5 м.
- 7) Рейки обрезные — бруски размером от 2,5×5,0×6,5 м до 2,5×7,6 см х6,5 м.
- 8) Фанера — переклейка в виде тонких пластин досок (из осины, березы), склеенных между собой и спрессованных до потребной толщины. Размер фанеры: толщина от 2 до 18 мм, по ширине и длине: 1,52×1.52 м, 1,52×1,22 м, 1,52×1,16 м.

- 9) Колотый лес: кровельный гонт, финская стружка, драньк кровельная и штукатурная и т.д.

Железобетон

- Железобетон – это композиционный материал, в котором совместно работают бетон и стальная арматура
- *СП 63.13330.2012* актуализированная редакция *СНиП 52-01-2003* Бетонные и железобетонные конструкции
- *СП 52-101-2003*
- Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения
- *СП 52-102-2004*
- Предварительно напряженные железобетонные конструкции

Бетон



Основными показателями бетона является класс прочности на сжатие *B,* на растяжение *Bt*, марки по морозостойкости *F*.

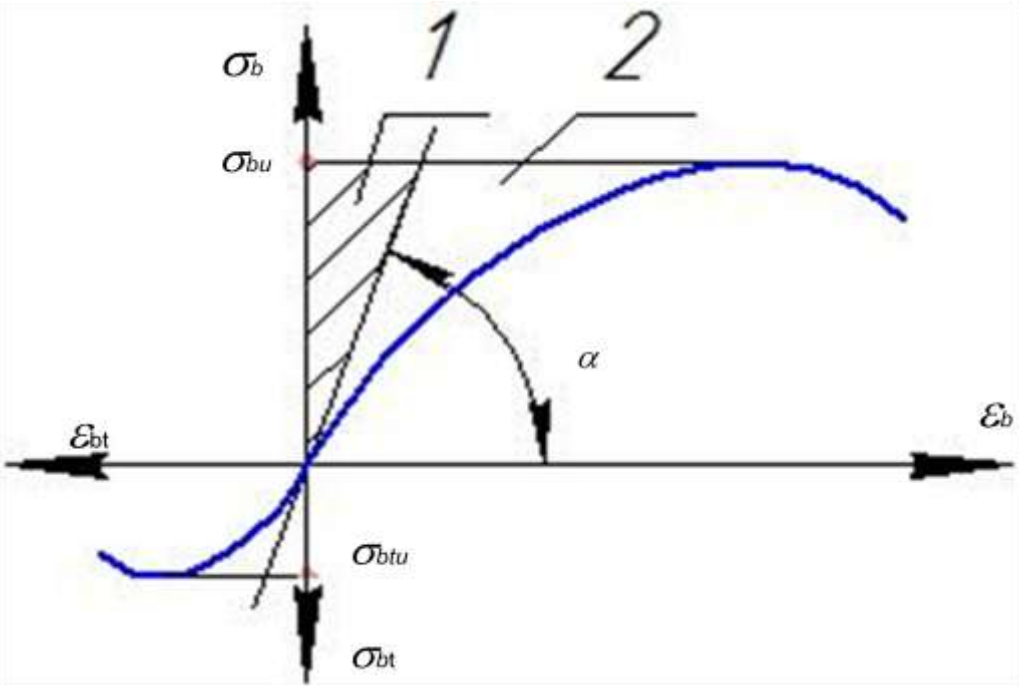
Классы по прочности на сжатие: B3,5;B5;B7,5;B10;B12,5;B15;B20;B25;B30;B35;B40; B45;B50;B55;B60.

Классы по прочности на растяжение:

Bt 0,8;Bt 1,2;Bt 1,6;Bt 2;Bt 2,4;Bt 2,8;Bt3,2.

Марки по морозостойкости: F25;F35;F50;F75;F100;F150;F200;F300;F400;F500

Диаграмма напряжений и деформаций бетона



- 1- зона упругих деформаций;
- 2- зона пластических деформаций;
- *σbu* – временное сопротивление бетона сжатию;
- *σbtu* – временное сопротивление бетона растяжению;
- *tq α= Eb* – модуль упругости бетона.

Обозначения сопротивлений бетона

- *Rb* – расчетное сопротивление при осевом сжатии;
- *Rbt* - расчетное сопротивление при осевом растяжении;
- *Rbn* - нормативное сопротивление при осевом сжатии;
- *Rbtn* - нормативное сопротивление при осевом растяжении.

Примеры значений сопротивлений бетона

- *Rb =2,8 МПа* – для тяжелого бетона класса В3,5;
- *Rbt =0,455 МПа* – для ячеистого бетона класса В15*;*
- *Rbn =7,5МПа* – для легкого бетона класса В10*;*
- *Rbtn =2,5МПа* – для тяжелого бетона В60*;*

Арматура

- Арматура - это стальные стержни и проволока различной формы (круглые, периодического профиля), канаты, сетки, каркасы (плоские и объемные), являющиеся составной частью железобетонных конструктивных элементов.

Классификация арматуры

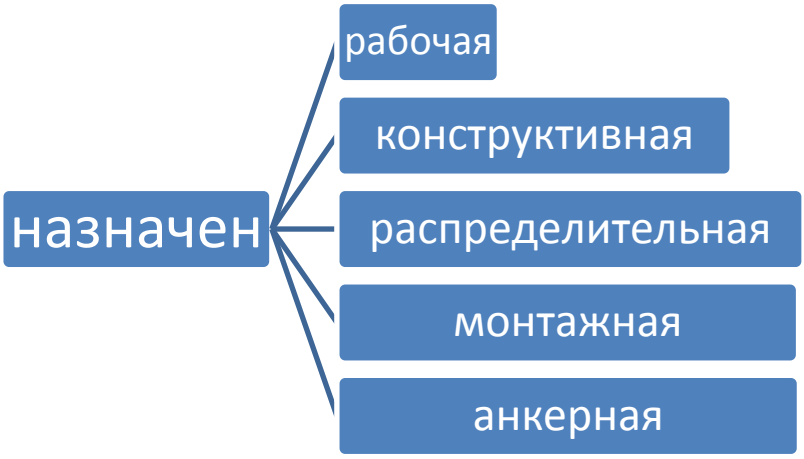
Арматура классифицируется по ряду признаков:

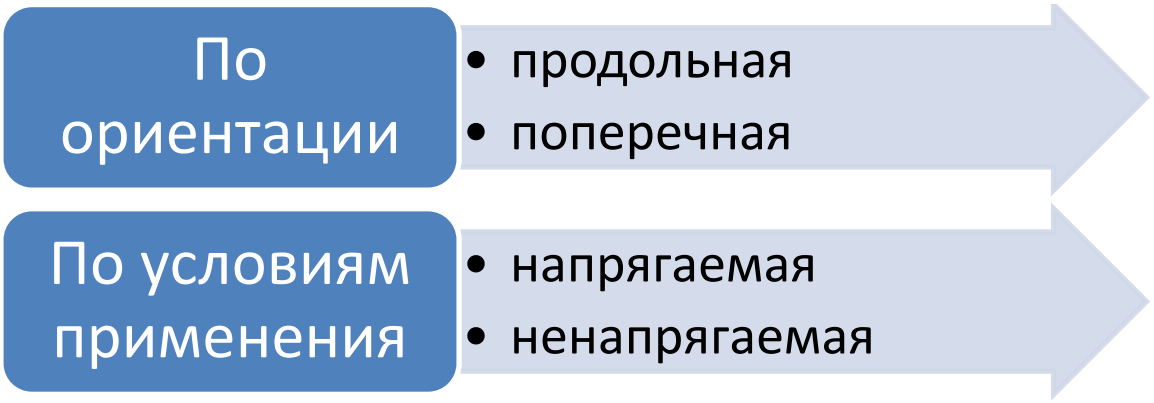
■ по назначению,

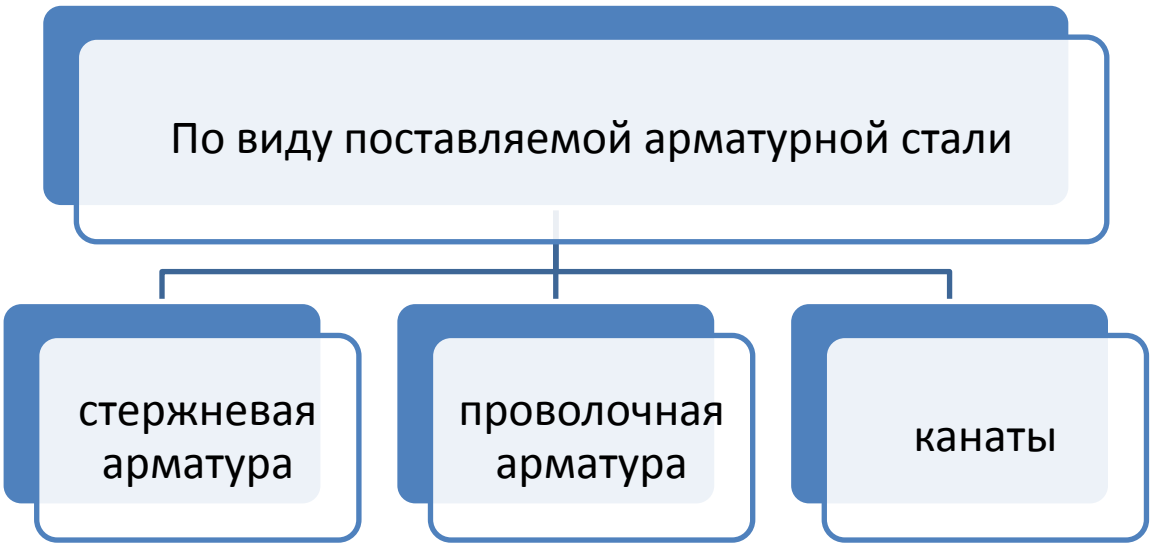
■ ориентации в конструкции,

■ условиям применения,

■ по виду поставляемой арматурной стали и т.п..







Стержневая арматура

- Горячекатаная стержневая арматура класса А240 (А-I) изготавливается гладкой, сталь классов А300 (А-II), А400 (А-III), А600 (А-IV), А800 (А-V), А1000 (А-VI) – периодического профиля диаметром от 6 до 40мм.
- Сталь арматурная термически и термомеханически упрочненная классов Ат400С, Ат500С, Ат600, Ат600С, Ат600К, Ат800, Ат800К, Ат1000, Ат1000К и Ат1200 диаметром от 6 до 40мм.

Проволочная арматура

Арматурная холоднотянутая проволока:

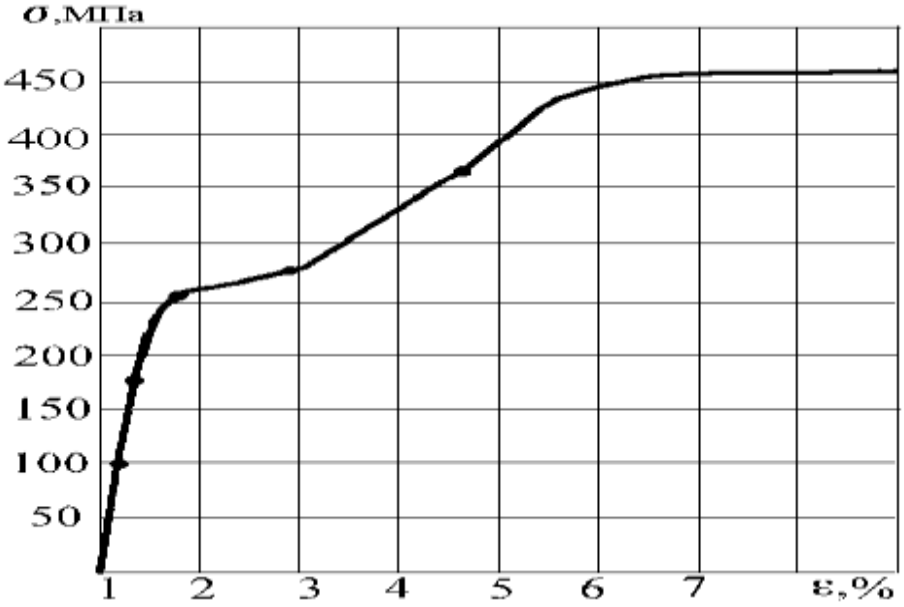
- обыкновенная – периодического профиля
- высокопрочная – гладкая и периодического профиля.

Классы от В500 до В2000 . Диаметр обыкновенной 3,4 и 5 мм. Диаметр высокопрочной от3 до 8мм.

Канаты

- Арматурные канаты выполняют из проволоки класса К1400 до К2500 диаметром от 6 до 15мм.
- Обозначение канатов К7 и К19.

Диаграмма растяжения арматурной стали



Обозначение сопротивлений арматуры

- *Rsn*- нормативное сопротивление;
- *Rs*- расчетное сопротивление растяжению продольной арматуры;
- *Rsw*- расчетное сопротивление растяжению поперечной арматуры;
- *Rsc*- расчетное сопротивление сжатию арматуры.

Примеры значений сопротивлений арматуры

- *Rsn= 295МПа* нормативное сопротивление арматуры класса А300;
- *Rs=680 МПА* расчетное сопротивление растяжению продольной арматуры класса А 800;
- *Rsw =175МПа* расчетное сопротивление растяжению поперечной арматуры класса А240;
- *Rsc=375МПа* расчетное сопротивление сжатию арматуры класса В500.

Каменная кладка

СП 15.13330.2012 актуализированная редакция

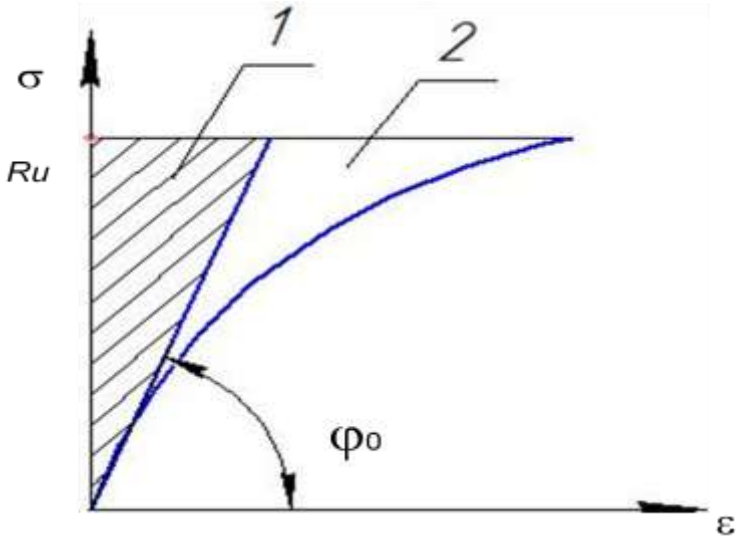
СНиП II-22-81

Каменные и армокаменные конструкции

- Прочность каменной кладки зависит от прочности камня и раствора.
- Марка камней определяется по пределу прочности их при сжатии. Используются марки от 4 до 1000.
- Марки растворов от 25 до 200.

Классификация каменных материалов

Диаграмма деформаций каменной кладки при сжатии



- 1 – зона упругих деформаций;
- 2 – зона пластических деформаций;
- *Ru* –временное сопротивление (средний предел прочности сжатию кладки);
- $tq\varphi 0 = E0$ - модуль упругости (начальный модуль деформации;
- $E0=\alpha Ru$, где α - упругая характеристика каменной кладки

Обозначение сопротивления каменной кладки

- *R* – расчетное сопротивление сжатию кладки;

Пример:

R= 1,1 МПа – расчетное сопротивление сжатию бутовой кладки из рваного бута марки 200 при марки раствора 100

Вопросы для самоконтроля

1. Перечислите и охарактеризуйте классификацию строительных конструкций по геометрическому признаку
2. Дайте определение статически определимых и неопределимых конструкций
3. Перечислите и охарактеризуйте классификацию строительных конструкций в зависимости от материала
4. Перечислите и охарактеризуйте классификацию строительных конструкций; по напряженно деформированному состоянию
5. Дайте определения надежности, прочности, устойчивости конструкции
6. Охарактеризуйте физический смысл предельных состояний конструкций
7. Назовите примеры предельных состояний первой и второй групп
8. Назовите в чем заключается суть расчета по предельным состояниям
9. Перечислите структуру и содержание основных расчетных формул при расчете по предельным состояниям первой и второй групп
10. Охарактеризуйте работу различных материалов для несущих конструкций под нагрузкой
11. Охарактеризуйте работу различных материалов для несущих конструкций под нагрузкой
12. Дайте сравнительную оценку прочностных и деформационных свойств материалов.
13. Охарактеризуйте коэффициенты надежности по материалу, по нагрузкам, по ответственности, коэффициент условий работы конструкций.

Зачет 1

- Подготовьте ответы на вопросы для самоконтроля и сдайте зачет в устной форме в дни консультаций

Практическая работа 1

- Выполнить практическую работу 1 .
- *Данные для расчета и пример практической работы смотри методические указания к выполнению практических работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений (Основы проектирования строительных конструкций) авт. Харламова Т.И.*
- *http://sam-ek.ru/student/metodicheskie-materialyi/*

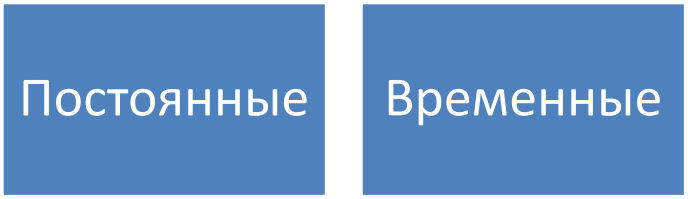
Подготовьте практическую работу 1,распечатайте и сдайте преподавателю в дни консультаций

Тема 2.1.2 Нагрузки и воздействия

СП 20.13330.2016 актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*
Нагрузки и воздействия

Классификация нагрузок от продолжительности действия

Классификация нагрузок от продолжительности действия



Постоянные нагрузки

- Вес частей здания
- Вес и давление грунтов, горное давление

Временные нагрузки

- Длительные
- Кратковременные
- Особые

Длительные нагрузки

- Вес временных перегородок
- Вес стационарного оборудования
- Нагрузка от стеллажного оборудования
- Вес слоя воды в водонаполненных кровлях
- Вес отложений производственной пыли
- Нагрузки от людей, животных с пониженным нормативным значением
- Вертикальные нагрузки от мостовых и подвесных кранов
- Снеговые нагрузки с пониженным нормативным значением и т.д.

Кратковременные нагрузки

- Нагрузки от оборудования в пускоостановочном, переходным и др. режимах
- Вес людей, ремонтных материалов в зонах обслуживания и ремонта оборудования
- Нагрузка от людей, животных с полными нормативными значениями
- Нагрузки от подвижного подъемно-транспортного оборудования
- Снеговые нагрузки с полным нормативным значением
- Ветровые нагрузки
- Гололедные нагрузки

Особые нагрузки

- Сейсмические воздействия
- Взрывные воздействия
- Нагрузки, вызываемые резкими нарушениями технологического процесса
- Воздействия, обусловленные деформациями основания, сопровождающимися коренным изменением структуры грунта
- Основные сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных, кратковременных
- Особые сочетания нагрузок, состоящие из постоянных, длительных, кратковременных и одной из особых

Коэффициент сочетаний

- В основных сочетаниях для длительных нагрузок $\psi 1=0,95$, для кратковременных $\psi 2=0,9$
- В особых сочетаниях для длительных нагрузок $\psi 1=0,95$, для кратковременных $\psi 2=0,8$

Нормативные и расчетные значения нагрузок

Нормативная нагрузка *(Nn)* рассчитывается по проектным размерам конструкции или принимается по СНиП.

Расчетная нагрузка $N= Nn\ \gamma f,$

где γf – коэффициент надежности по нагрузкам, принимаемым по СНиП.

Вес конструкций и грунтов

- Расчетное значение нагрузок получается путем умножения нормативного значения на коэффициент надежности по нагрузке

Коэффициент надежности по нагрузке

Конструкции сооружений и вид грунтов	**Коэффициент надежности по нагрузке γf**
Конструкции: металлические	1,05
Бетонные(со средней плотностью свыше 1600кг/м3), железобетонные, каменные, армокаменные, деревянные	1,1
Бетонные(со средней плотностью 1600кг/м3 и менее) , изоляционные, выравнивающие и отделочные слои, выполняемые:	
в заводских условиях	1,2
на строительной площадке	1,3
Грунты:	
в природном залегании	1,1
насыпные	1,15

Коэффициент надежности по назначению

Класс ответственности зданий и сооружений	**Коэффициент надежности по назначению γn**	
Класс I	*1,0*	
Класс II	*0,95*	
Класс III	*0,9*	

Единицы измерений

1МПа = 10.19716 кгс/см2

1МПа = 106 Н/м2

Вопросы для самокотроля

1. Перечислите и охарактеризуйте виды нагрузок по длительности воздействия
2. Назовите сочетания нагрузок при расчетах конструкции
3. Перечислите единицы измерения, используемые при расчётах строительных конструкций.
4. Дайте понятия нормативного и расчетного значения

Зачет 2

- Подготовьте ответы на вопросы для самоконтроля и сдайте зачет в устной форме в дни консультаций

Практическая работа 2

- Выполнить практическую работу 2 .
- *Данные для расчета и пример практической работы смотри методические указания к выполнению практических работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений (Основы проектирования строительных конструкций) авт. Харламова Т.И.*
- *http://sam-ek.ru/student/metodicheskie-materialyi/*

Подготовьте практическую работу 2,распечатайте и сдайте преподавателю в дни консультаций

Тема 2.1.3 Конструктивная и расчетная схемы конструкций

Балки

Схему балки, в которой отражены материал, форма и размеры сечения, а также специальные устройства (анкеры, болты, приварка и т.д.), будем называть *конструктивной схемой балки.*

- На рисунке приведены конструктивные схемы железобетонной *(а),* деревянной *(б)* и стальной *(в)* балок, а также способы прикрепления их к нижележащим конструкциям, которые служат для балок опорами.

Вводим следующие упрощения:

- а) балку заменим ее геометрической осью, т.е. линией, проходящей через центры тяжести поперечных сечений.

- б) силу давления балки на опору F будем считать приложенной в одной точке — центре опорной поверхности.
- в) расстояние между серединами опорных участков считается расчетной длиной балки L, или расчетным пролетом—
- $L_0 = L-2(L_{оп}/2)-2\delta$;
- г) будем считать, что силы трения по плоскости контакта балки и опоры (или теперь в точке опирания балки) отсутствуют.
- Полученная на основе принятых упрощений схема балки называется ее ***расчетной*** *схемой.*
- *Расчетная схема любой конструкции вообще и балки в частности — это идеализированное изображение конструктивной схемы, в которой не отражены свойства, незначительно влияющие на точность расчета.*

Стальные колонны

- Простейшие стальные колонны, прикрепляются к фундаментам с помощью опорных плит и анкерных болтов. Они не обеспечивают жесткого защемления внизу и обладают податливостью, поэтому такое закрепление считается шарнирным
- При необходимости обеспечить жесткое защемление прикрепления колонны к фундаменту используют более сложную конструкцию траверсы
- Пример шарнирного соединения балки с колонной показан, при таком креплении возможен поворот торцевого сечения.
- Пример жесткого соединения, где балка через опорное ребро передает нагрузку на опорный столик колонны, а жесткое присоединение балки к колонне обеспечивается болтами, которые исключают поворот сечений, делают узел жестким.

Железобетонные колонны

- *Наиболее распространенные случаи соединения железобетонных колонн с фундаментом*
- Колонны жестко заделываются в стакане фундамента с помощью монолитного бетона.
- Если размеры фундамента невелики, а колонна достаточно мощная, то возможен ее поворот вместе с фундаментом, что больше соответствует шарнирной опоре
- Балки или фермы могут опираться сверху на колонну, в этом случае они крепятся с помощью анкерных болтов с гайками или при помощи приварки закладных деталей монтажными сварными швами. Подобное соединение можно считать шарнирным .

- В многоэтажных железобетонных каркасах опирание ригеля выполняется на консоль колонны, узел крепления считается жестким .
- Если крепление ригелей к консолям колонн осуществлено просто приваркой закладных деталей, соединение считается шарнирным.

Кирпичные колонны

- Кирпичные колонны опираются внизу на фундамент, и на них свободно опираются балки, а это значит, что оба конца колонны в таком случае являются шарнирными.

Вопросы для самоконтроля

- Опишите принцип построения расчетной схемы балки по конструктивной схеме.
- Зарисуйте расчетные и конструктивные схемы простейших балок на двух опорах, консолей.
- Зарисуйте конструктивные и расчетные схемы простейших конструкций колонн и их соединений с балками и фундаментом.

Зачет 3

- Подготовьте ответы на вопросы для самоконтроля и сдайте зачет в устной форме в дни консультаций

Тема 2.1.4 Основы расчета строительных конструкций, работающих на сжатие

Сжатые элементы

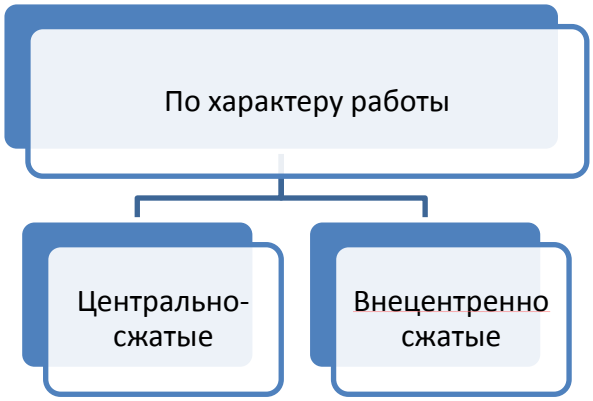
Колонны (стойки) представляют собой вертикальные стержневые элементы, передающие нагрузку от вышерасположенных конструкций на фундамент или на нижерасположенные конструкции

Применяются колонны для поддержания покрытий и перекрытий зданий, перекрытий рабочих площадок, подкрановых путей, путепроводов, трубопроводов и т.д.

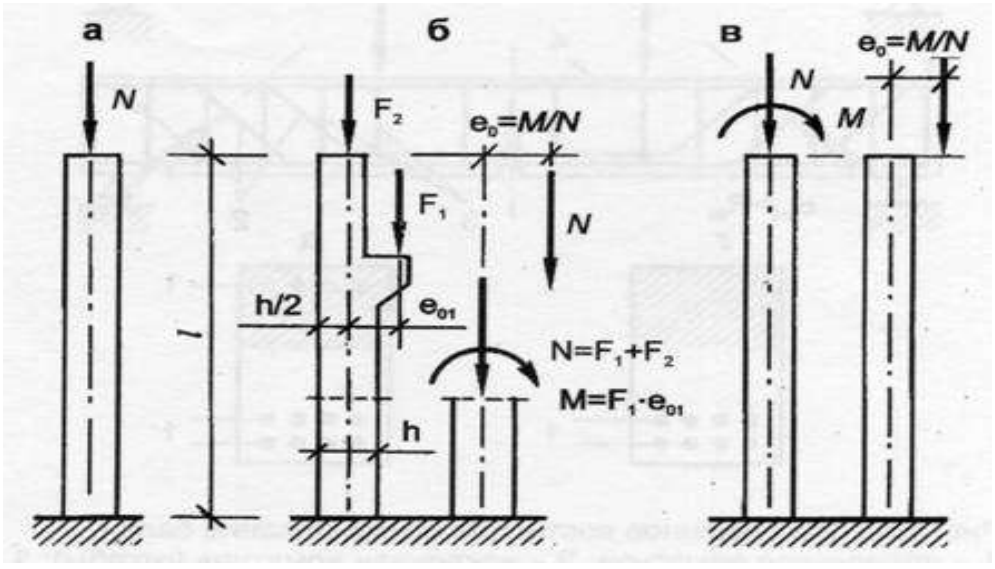
Материалы для колонн

Колонны

Классификация колонн



Классификация по характеру работы



Классификация колонн

- Центрально-сжатые элементы- это элементы, нагрузка на которые действует по центру тяжести сечения
- Внецентренно сжатые колонны – это элементы, нагрузка на которые действует с эксцентриситетом $e0=M/N$

Работа центрально-сжатых колонн (стоек)

- Напряженно-деформированное состояние центрально-сжатых колонн и характер их разрушения зависят от материала, размеров и формы поперечного сечения, длины, способов закрепления элемента и т.д.
- При продольном или поперечном изгибе разрушение элемента происходит оттого, что напряжения в его крайних волокнах достигают предельных величин, и материал разрушается.
- Так как при работе колонн возникает явление продольного изгиба, несущая способность колонны уменьшается. В расчетные формулы вводят коэффициент продольного изгиба φ.
- Величину продольного изгиба можно определить по формулам или по таблицам.
- Основным параметром, от которого зависит коэффициент продольного изгиба, является гибкость λ.
- Гибкость определяется по формуле

$\lambda = l_0 / i,$

где l_0 -расчетная длина стержня

i – радиус инерции,

- расчетная длина стержня $l_0 = \mu l$,
- μ- коэффициент, зависящий от способов закрепления концов стержня.
- l – геометрическая длина стержня.

Три типа задач при расчете колонн (стоек)

- Тип 1: определение размеров сечения колонны от заданной нагрузки N

$A > N/(\varphi R)$

- Тип 2: проверка несущей способности колонны

$N < \varphi RA$

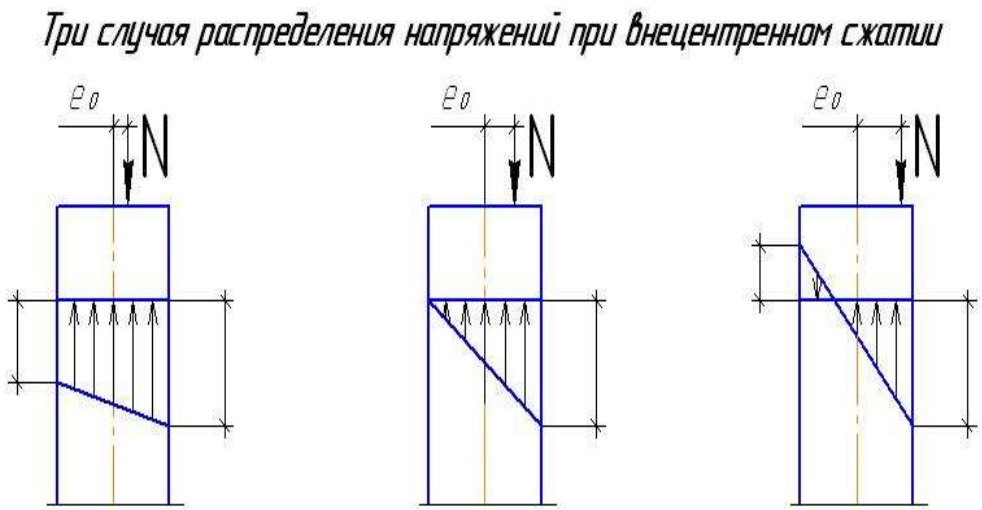
- Тип 3: определение несущей способности колонны

$\Phi = \varphi RA$

Понятие о расчете внецентренно сжатых колонн

- В этом случае напряжения в поперечном сечении распределяются неравномерно.
- На продольный изгиб оказывает влияние изгибающий момент, поэтому размеры сечения увеличивают в направлении действия момента, уменьшая гибкость.

Понятие о расчете внецентренно сжатых колонн

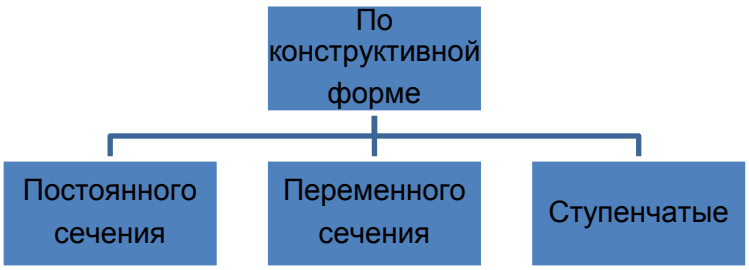


Стальные колонны

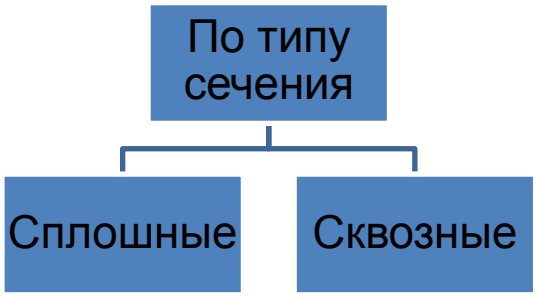
Состав колонны

- 1- оголовок
- 2-стержень (ствол)
- 3- база(башмак)

Классификация стальных колонн



Классификация стальных колонн

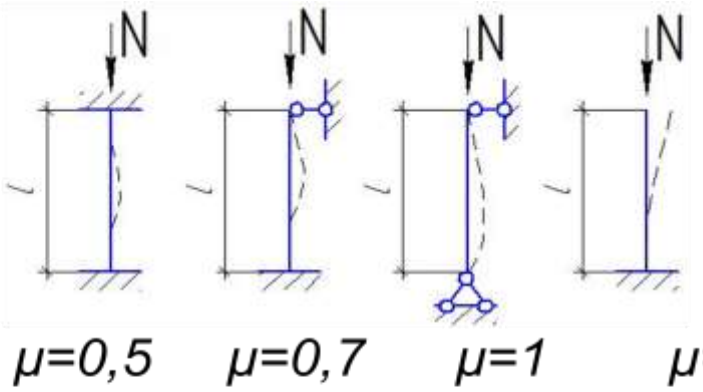


Расчет стальной колонны сплошного сечения

- Порядок расчета:
- определяем расчетную длину колонны $l_{ef} = \mu l$,

- где μ – коэффициент расчетной длины, который принимается в зависимости от условий закрепления их концов и вида нагрузки;
- l – длина колонны, отдельного участка ее или высота этажа;

Коэффициент расчетной длины



Расчет стальной колонны сплошного сечения

- определяем расчетную продольную силу с учетом собственного веса колонн, принимая массу *500-600Н/м*;
- задаемся предварительно гибкостью $\lambda=80$;
- вычисляем коэффициент продольного изгиба φ;
- производим предварительный подбор сечения по площади A и наименьшему радиусу инерции i
- $A= N/ (\varphi Ry\gamma c)$,
- где Ry – расчетное сопротивление стали
- $i= lef / \lambda$
- подбираем по сортаменту профиль;
- определяем фактическую гибкость λ и коэффициент продольного изгиба φ:
- вычисляем фактическую продольную силу N;
- проверяем устойчивость колонны
- $\sigma= N /(\varphi A)$

если

$\sigma < R_y\gamma_c$ прочность обеспечена

$\sigma > R_y\gamma_c$ прочность не обеспечена
принимаем больший профиль

Практическая работа 3

- Выполнить практическую работу 3 .
- *Данные для расчета и пример практической работы смотри методические указания к выполнению практических работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений (Основы проектирования строительных конструкций) авт. Харламова Т.И.*
- *http://sam-ek.ru/student/metodicheskie-materialyi/*

Подготовьте практическую работу 3,распечатайте и сдайте преподавателю в дни консультаций

Тема 2.1.4 Основы расчета строительных конструкций, работающих на сжатие (часть 2)

Деревянные стойки

Область применения:

- ☐ Деревянные здания
- ☐ С/х сооружения
- ☐ Склады
- ☐ Опоры опалубки

- При небольших нагрузках стойки выполняют из цельной древесины, а при значительных – составного сечения.
- Цельные (сплошные)стойки выполняют из бревен или квадратного бруса.
- Составные стойки выполняют соединением отдельных ветвей на гвоздях, болтах и клеях.
- Стойки теряют несущую способность в результате потери общей устойчивости и в результате потери прочности.

- Разрушение происходит в следствии ослабления (врезки, отверстия),природной структуры древесины, наличие пороков, появления трещин и т.п.

Расчет деревянных стоек

1. задаемся гибкостью $\lambda = 80$;
2. определим коэффициент продольного изгиба $\varphi = A/\lambda 2$,

где коэффициент $A=3000$ для древесины;

3. найдем расчетную площадь поперечного сечения $Fрасч = N/(\varphi Rc)$,

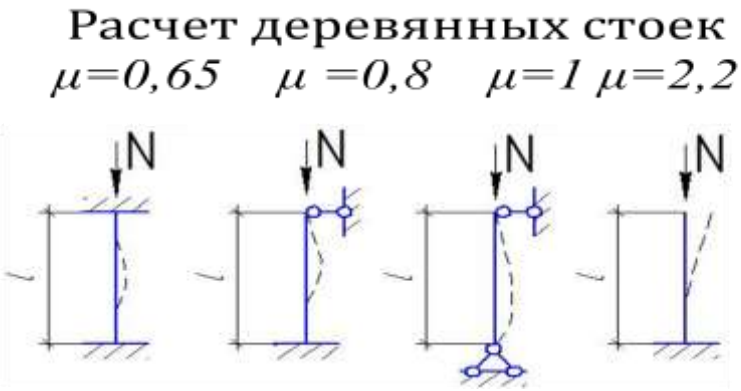
где N – продольная сила,

Rc – расчетное сопротивление древесины сжатию;

4.определим диаметр поперечного сечения

5. найдем требуемую расчетную площадь поперечного сечения $Fрасч = \pi D2/4$;
6. определим радиус инерции $r=0,25D$ и расчетную длину стойки $l0=\mu l$,

где μ – коэффициент значение, которого зависит от способа крепления конструкции;



l – геометрическая длина стойки;

7. произведем расчет гибкости

$\lambda = l0 / r < \lambda пред = 120;$

8. если $\lambda < 70$, то $\varphi = 1 - a(\lambda/100)2$, где $a=0,8$ для древесины;
9. если $\lambda > 70$, то $\varphi = A/\lambda 2$;
10. определим напряжения $\sigma c = N/(\varphi Fрасч)$;
11. если $\sigma c < Rc$ прочность обеспечена;
12. если $\sigma c > Rc$ прочность не обеспечена, увеличиваем диаметр стойки.

Практическая работа 4

- ☐ Выполнить практическую работу 4 .
- ☐ *Данные для расчета и пример практической работы смотри методические указания к выполнению практических работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений (Основы проектирования строительных конструкций) авт. Харламова Т.И.*
- ☐ *http://sam-ek.ru/student/metodicheskie-materialyi/*

Подготовьте практическую работу 4,распечатайте и сдайте преподавателю в дни консультаций

Железобетонные колонны

Область применения:

- ☐ Промышленное строительство
- ☐ Гражданское строительство
- ☐ Сельскохозяйственное строительство

По способу изготовления колонны делятся на сборные и монолитные

- ☐ Колонны выполняются сплошного сечения, а при больших высотах и нагрузках могут быть решетчатыми.
- ☐ По высоте могут быть постоянного или переменного сечения.
- ☐ При центральном сжатии более экономичны круглое или квадратное сечение, при внецентренном сжатии прямоугольное.
- ☐ Основным случаем потери несущей способности железобетонных колонн является потеря общей устойчивости.
- ☐ Основными целями расчета являются:
- ➢ подбор необходимого количества продольной арматуры с целью обеспечения общей устойчивости
- ➢ постановка поперечных стержней на расстояниях, исключающих потерю продольной арматуры
- ☐ Все железобетонные колонны рассчитываются как внецентренно сжатые.
- ☐ Причины:
- ➢ несовершенство геометрических форм;
- ➢ отклонения фактических размеров от проектных;

- неоднородность бетона.
- Фактический эксцентриситет при внецентренно сжатых элементах $e_0=M/N$.
- При центральном сжатии вводят случайный эксцентриситет e_a.
- Суммарный эксцентриситет вычисляют по формуле

$e=e0+e_a$

- ☐ В целях стандартизации сечения колонн назначают кратными *50 мм* . Минимальное сечение сборных колонн гражданских зданий *200*200мм*, а промышленных – *300*300мм*.
- ☐ Монолитные колонны рекомендуется выполнять не менее *250мм*.
- ☐ Бетон для колонн применяют не ниже класса по прочности на сжатие *B15*.
- ☐ Продольные стержни в каркасах диаметром не ниже *12 мм* из стали *A300* или *A400*.
- ☐ Отношение расчетной длины к меньшей стороне сечения не должно превышать *20*.

Защитный слой бетона

- ☐ Толщина защитного слоя бетона должна быть не менее диаметра продольной арматуры и не менее *20мм*.

Дополнительное армирование

- ☐ Для восприятия сосредоточенных нагрузок от балок и ферм верхние части колонн дополнительно армируют горизонтальными сетками и могут усиливаться закладной деталью, которая служит для распределения нагрузок от опирающихся на колонну конструкций и их прикрепления
- ☐ Для укрепления нижней части колонн также укладывают горизонтально арматурные сетки.

Практическая работа 5

- ☐ Выполнить практическую работу 5 .
- ☐ *Данные для расчета и пример практической работы смотри методические указания к выполнению практических работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений (Основы проектирования строительных конструкций) авт. Харламова Т.И.*
- ☐ *http://sam-ek.ru/student/metodicheskie-materialyi/*

Подготовьте практическую работу 5,распечатайте и сдайте преподавателю в дни консультаций

Тема 2.1.4 Основы расчета строительных конструкций, работающих на сжатие (часть 3)

Кирпичные (каменные) столбы

Применение:

- ❑ Гражданские здания
- ❑ Одноэтажные производственные здания без мостовых кранов
- ❑ Сельскохозяйственные здания

Расчет кирпичных столбов

Расчетные случаи:

1. Неармированная кирпичная кладка
2. Армированная кирпичная кладка: поперечное и продольное армирование

Факторы, влияющие на прочность кладки

1. Прочность камня – увеличение прочности марки в 2 раза повышает прочность в 1,5-1,7 раза
2. Размеры камня – с увеличением размера камня увеличивается прочность кладки
3. Форма камня- прочность кладки из камней правильной формы выше, чем из неправильной
4. Прочность раствора – с увеличением прочности раствора растет прочность кладки
5. Качество кладки
6. Перевязка швов
7. Полное заполнение вертикальных швов

Расчет кирпичных столбов

Схема разрушения кирпичного столба:

а) появление начальных трещин

б) разрушение

в) полное разрушение

Порядок расчета:

☐ определяем площадь сечения столба A;

☐ находим расчетное сопротивление кладки $R' = \gamma_c R$,

где γ_c – коэффициент условия работы, принимаемый $0,8$ для столбов площадью сечения $0,3м^2$ и менее;

R – расчетное сопротивление сжатию кладки;

☐ определяем несущую способность неармированного столба

$N_ф = m_q \varphi R A,$

где m_q – коэффициент, учитывающий влияние прогиба;

φ – коэффициент продольного изгиба, который зависит от упругой характеристики α и гибкости столба λ;

☐ если $N_ф > N$ расчет окончен,

☐ если $N_ф < N$ производим расчет армированного столба.

Конструирование кирпичных столбов

1. Размеры поперечного сечения принимают с учетом размеров кирпича
2. На верхнюю часть столба могут укладываться железобетонные подушки
3. В нижней части, между кирпичной кладкой и фундаментом, выполняется гидроизоляция

Расчет армированных кирпичных столбов

☐ определим расчетное сопротивление сжатию армированной кладки

$R_{sk} = R^{/} + 2\mu R_s /100,$

где μ - необходимый процент армирования; R_s – расчетное сопротивление арматуры;

средний предел прочности армированной сетками кладки $2R^{/}$

$R_{sku} = k R^{/} + (2\mu R_{sn})/100,$

где R_{sn} – нормативное сопротивление арматуры;

☐ определим несущую способность армированного сетками столба

$N_ф = m_q \varphi R_{sk} A;$

если $N_ф > N$ расчет окончен, если $N_ф < N$ увеличиваем размеры столба.

Практическая работа 6

☐ Выполнить практическую работу 6 .

☐ *Данные для расчета и пример практической работы смотри методические указания к выполнению практических работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и*

сооружений (Основы проектирования строительных конструкций) авт. Харламова Т.И.

☐ *http://sam-ek.ru/student/metodicheskie-materialyi/*

Подготовьте практическую работу 6,распечатайте и сдайте преподавателю в дни консультаций

Вопросы для самоконтроля

1. Опишите работу центрально сжатых колонн под нагрузкой
2. Перечислите типы задач по расчету колонн.
3. Приведите общий порядок и особенности расчета стальных колонн.
4. Приведите общий порядок и особенности расчета деревянных стоек.
5. Приведите общий порядок и особенности расчета железобетонных колонн.
6. Приведите общий порядок и особенности расчета кирпичных столбов.

Зачет 4

☐ Подготовьте ответы на вопросы для самоконтроля и сдайте зачет в устной форме в дни консультаций

Тема 2.1.5 Основы расчета строительных конструкций, работающих на изгиб

Материалы для изгибаемых конструкций

- Сталь (прокатные профили, сварные)
- Железобетонные (монолитные и сборные)
- Деревянные (из цельной древесины, клееные из досок, составные, клееные с использованием древесины)

Работа балок под нагрузкой

✖ Изгиб может быть простым и сложным.

✖ Прямой изгиб характеризуется:

1) с геометрической точки зрения искривлением оси балки, удлинением нижних волокон и укорочением верхних волокон; при этом нижние волокна удлиняются, а верхние сжимаются;

2) с точки зрения статики: в балке возникают изгибающие моменты и поперечные силы, которые определяются по правилам строительной механики;

3) с точки зрения напряженного состояния в балке возникают нормальные и касательные напряжения.

- Нормальные напряжения в любом сечении балки

$\sigma_x = M_x / W_x$,

где M_x– изгибающий момент,

W_x - момент сопротивления

- Касательные напряжения в любом сечении балки

$\tau_x = (Q_x S_x) / (I_x \ b)$,

где Q_x - поперечная сила,

S_x - статический момент сечения,

I_x *–момент инерции сечения,*

b- ширина сечения балки,

Расчет балок

Расчет состоит из проверки двух условий:

1. нормальные напряжения не должны превышать расчетных сопротивлений материалов на растяжение и сжатие;

2. касательные напряжения не должны превышать расчетного сопротивления сдвигу.

- Предельное состояние 2 группы для стали и древесины – расчет прогибов; для железобетона – расчет на образование, раскрытие и закрытие трещин.

- При расчете прогибов должно выполнятся условие

f(расчетный прогиб) $\leq f_u$ *(предельный прогиб)*

Задачей расчета по деформациям является ограничение прогиба конструкции величинами, которые должны удовлетворять следующим требованиям:

1.технологическим (нормальная работа оборудования)

2.конструктивным (целостность конструкции и стыков)

3. физиологическим (ощущение дискомфорта при колебании конструкций)

4. эстетико- психологическим (неблагоприятное впечатление от конструкции, ощущение опасности)

Стальные балки

Применение:

- в качестве подкрановых балок,

- балок рабочих площадок,
- балок перекрытия.
- По типу сечения балки делятся:

1. Двутавровые
2. Швеллерные
3. Коробчатые

По способу изготовления различают следующие виды балок.

- при небольших пролетах – из цельного профиля: прокатные – из швеллеров или двутавров, стальные из гнутых листов или прессованные из алюминиевых сплавов.
- при больших пролетах – составные (часто из трех листов)

Расчет стальных прокатных балок

Порядок расчета:

1. определяем нормативную и расчетную погонную нагрузки на балку;

2. определяем действующие усилия $M_{n,max}$; M_{max}; $Q_{n,max}$; Q_{max},

где $M_{n,max}$ – нормативный изгибающий момент;

M_{max} – расчетный изгибающий момент;

$Q_{n,max}$ – нормативная поперечная сила;

Q_{max} – расчетная поперечная сила;

3. определяем момент сопротивления $W_{mp} = M_{max}/(1{,}12\ R_y\gamma_c)$

где R_y – расчетное сопротивление стали;

γ_c – коэффициент условия работы;

4.по сортаменту подбираем прокатную балку;

5.проверяем прочность подобранного сечения по нормальным и касательным напряжениям $\sigma = M_{max}/(1{,}12W_x) < R_y\gamma_c$

и $\tau_\omega = (Q_{max}S)/ (I_x s) < R_s\gamma_c$

- где W_x – момент сопротивления подобранного сечения,
- S – статический момент полусечения,
- I_x – момент инерции,
- s – толщина стенки,

- $R_s = 0.58R_{yn}/\gamma_m$- расчетное сопротивление стали сдвигу
- где R_{yn} – нормативное сопротивление стали

  γ_m- коэффициент надежности по материалу;

6. Проверка жесткости подобранного сечения $f/l = (M_{n,max}\, l)/(10E\, I_x)$,

где l – пролет балки; E – модуль упругости стали;

Если:

$f/l > f/l_{lim}$ - устойчивость не обеспечена, принимаем больший профиль

$f/l < f/l_{lim}$ устойчивость обеспечена

Балочные клетки

- Балочная клетка – это система перекрестных балок, предназначенная для опирания настила при устройстве перекрытия над какой-либо площадью.
- Балки, опирающиеся на стены или колонны, называются главными.
- На главные балки опираются поперечные балки, которые служат опорами для продольных балок.
- Поперечные и продольные балки называют вспомогательными или второстепенными.
- Продольные балки удерживают настил.
- Типы балочных клеток:

1. Упрощенный (имеются только главные балки)
2. Нормальный (главные и вспомогательные балки)
3. Усложненный (все три типа балок)

- Сопряжение балок бывает трех типов :

1. Этажное
2. В одном уровне
3. Пониженное

Практическая работа 7

- Выполнить практическую работу 7 .
- *Данные для расчета и пример практической работы смотри методические указания к выполнению практических работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и*

сооружений (Основы проектирования строительных конструкций) авт. Харламова Т.И.

- *http://sam-ek.ru/student/metodicheskie-materialyi/*

Подготовьте практическую работу 7,распечатайте и сдайте преподавателю в дни консультаций

Тема 2.1.5. Основы расчета строительных конструкций, работающих на изгиб (часть 2)

Деревянные балки

Балки могут выполняться из цельной древесины, составными на податливых связях (для временных зданий и сооружений применяют составные балки на деревянных шпонках, нагелях, встречаются варианты гвоздевых балок), или они изготавливаются по заводской технологии — клееными (из досок или из досок и строительной фанеры).

Балки из цельной древесины выполняются с учетом сортамента пиломатериалов (прямоугольного сечения) или с использованием бревен (круглого сечения). Сортамент древесины не позволяет перекрывать деревянными балками пролеты более 6 м, а также небольшое сечение пиломатериалов и бревен ограничивает нагрузки, которые они могут выдерживать.

Клееные балки выполняются из досок или из досок с использованием строительной фанеры, которые склеиваются между собой на синтетических клеях (типы и марки клеев — см. табл. 2 СНиП II-25-80). Такой способ изготовления балок позволяет выполнять их большего пролета (обычно до 15 м, но возможно их изготовление и большей длины), увеличивать сечение, тем самым повышая несущую способность, и формировать сечение, наиболее выгодное с точки зрения работы с использованием различных сортов древесины, распределяя их по сечению в соответствии с напряженным состоянием (где напряжения больше — используется древесина 1-го сорта, а где меньше — 2-го сорта).

Деревянные балки могут получать большие прогибы, в результате которых нарушается их нормальная эксплуатация, поэтому наряду с прочностью необходимо выполнять расчеты по ограничению прогибов. На последней стадии работы деревянные балки сильно прогибаются и тем самым «предупреждают» о возможном разрушении.

РАСЧЕТ Деревянных балок

- Порядок расчета:

1. определяем нормативную и расчетную погонную нагрузки на балку;

2. определяем действующие усилия *M; Q,*

где M – расчетный изгибающий момент;

Q – расчетная поперечная сила;

3. определяем момент сопротивления

$W_x = M / R_u$ где R_u – расчетное сопротивление изгибу с учетом коэффициента m_n;

4. принимаем ширину балки *b;*

5. определяем высоту балки

6. принимаем сечение балки с учетом сортамента пиломатериалов;

7. определяем фактическое значение момента сопротивления, статического момента инерции и момента инерции

8. проверяем прочность подобранного сечения по нормальным и касательным напряжениям $\sigma = M/W_x < R_u$ и $\tau_\omega = (QS_x)/(I_x b) < R_{ск}$

- где $R_{ск}$– расчетное сопротивление скалыванию с учетом коэффициента m_n.

Практическая работа 8

- Выполнить практическую работу 8 .
- *Данные для расчета и пример практической работы смотри методические указания к выполнению практических работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений (Основы проектирования строительных конструкций) авт. Харламова Т.И.*
- *http://sam-ek.ru/student/metodicheskie-materialyi/*

Подготовьте практическую работу 8, распечатайте и сдайте преподавателю в дни консультаций

Тема 2.1.5 Основы расчета строительных конструкций, работающих на изгиб (часть 3)

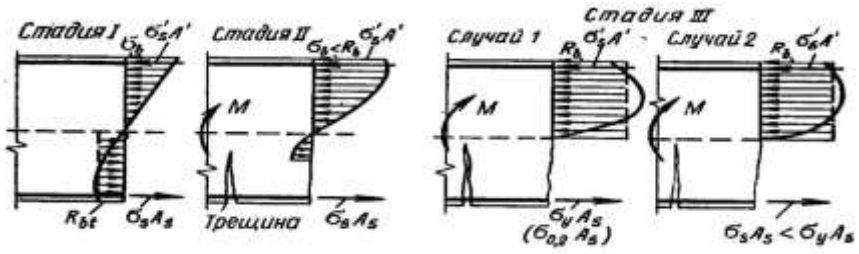
Железобетонные балки

- Ж/б балки (прогоны, ригели, перемычки) применяются в составе каркасов зданий промышленного и гражданского назначения, при строительстве мостов, эстакад.
- Ж/б балки изготавливаются сборными и монолитными.
- Крепление балок к опорам осуществляется через закладные детали на сварке, реже на болтах или балки укладывают на цементно-песчаный раствор без устройства дополнительного крепления.
- При опирании на кирпичные стены под балки укладывают ж/б подушку.

- Балки могут выполняться как предварительно напряженными или без предварительного напряжения.

При расчете прочности напряжения в сжатой зоне принимаются равными призменной прочности бетона R_b, в растянутой зоне бетон в результате образования трещин выключается из работы, там работает только растянутая арматура, и напряжения в ней равны расчетным сопротивлениям арматуры растяжению R_s.

Стадии напряженно-деформированного состояния в нормальном сечении



- Стадия 1 – соответствует начальному этапу приложения нагрузки.

Бетон и арматура в растянутой зоне работают совместно.

Затем перед появлением трещин в арматуре возникают небольшие деформации

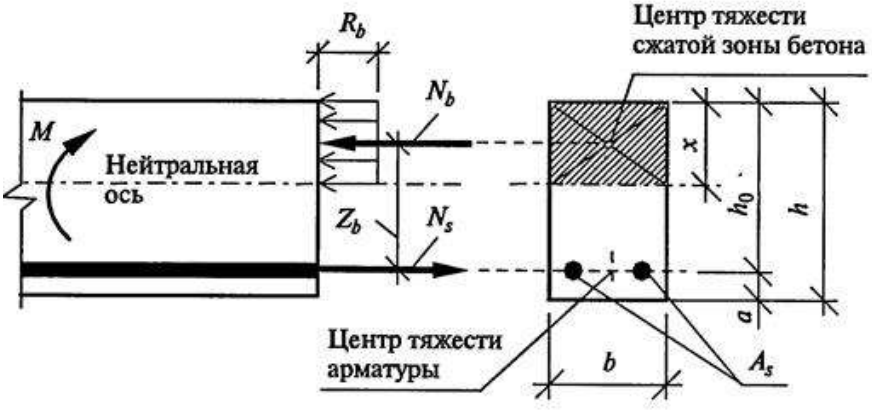
- Стадия 2 – характеризуется появлением трещин, которые появляются при увеличении нагрузки.

В этих местах работает только арматура.

Бетон и арматура в растянутой зоне работают совместно между трещинами.

- Стадия 3 – стадия разрушения.

Расчетная схема балки с одиночным армированием



M – изгибающий момент, определяемый из эпюры;

b - ширина сечения балки (как правило, задается перед расчетом);

h- высота сечения (задается перед расчетом, затем уточняется)

h_0 – рабочая высота сечения балки, h_0= h-a , где a – расстояние от центра тяжести арматурных стержней до крайнего растянутого волокна бетона a = a_b+ d/2,

d – диаметр рабочей арматуры, определяемый расчетом;

a_b – защитный слой бетона, назначаемый в зависимости от высоты сечения и диаметра арматуры (при h ≥250мм a_b принимается не менее 20мм и не менее диаметра арматуры);

x – высота сжатой зоны бетона, определяемая расчетом;

N_b- равнодействующая сжимающих напряжений в сжатой зоне бетона

$N_b = R_b bx$

N_s- равнодействующая растягивающих напряжений в растянутой арматуре $N_s = R_s A_s$

A_s– площадь поперечного сечения арматуры, определяемая расчетом;

Z_b – плечо внутренней пары сил. $Z_b = h_0 – 0,5x$

1. определяем высоту балки ;

2. определяем ширину балки ;

3. определяем собственный вес 1 метра балки ;

4. определяем погонную нагрузку с учетом собственного веса балки ;

5. определяем изгибающий момент ;

6. находим коэффициент α_m (A_0) при оптимальном $\xi = 0,35$;

7. определяем рабочую высоту балки ,

где R_b – расчетное сопротивление бетона сжатию;

8. сравниваем расчетную высоту балки с принятой рабочей высотой, при этом

$h_0 = h – a$,

где a – расстояние от растянутого края сечения до центра тяжести площади растянутой арматуры, $a=4см$

и принимаем наибольшую рабочую высоту;

9. вычисляем коэффициент α_m (A_0)

10. сравниваем α_m (A_0) с A_{OR} (A_{0max});

11. если $A_0 < A_{0max}$ расчет сжатой арматуры не производим и выполняем расчет по пунктам 12-15;

12. находим коэффициенты ξ и η;

13. сравниваем ξ и ξ_R;

14. определяем площадь поперечного сечения рабочей арматуры

$A_s = M / (R_s h_0)$,

где R_S – расчетное сопротивление растянутой продольной арматуры;

15. принимаем по A_s диаметр продольной арматуры

16. если $A_0 > A_{0max}$ производим расчет сжатой и растянутой арматуры по пунктам 17-19;

17. определяем площадь поперечного сечения сжатой арматуры

$A_s^{/} = (M – A_{o\ max} R_b b h_0^2) / R_{sc}(h_0 – a^{/})$,

где R_{sc} – расчетное сопротивление сжатой арматуры

$a^{/}$ – расстояние от сжатого края сечения до центра тяжести площади сжатой арматуры, *а=4см*;

18. определяем площадь поперечного сечения растянутой арматуры

$A_s=(\eta R R_b b h^0 + R_{sc} A^{/}_s)/ R_s$;

19. принимаем по $A_s^{/}$ и A_s сжатую и растянутую арматуру.

Практическая работа 9

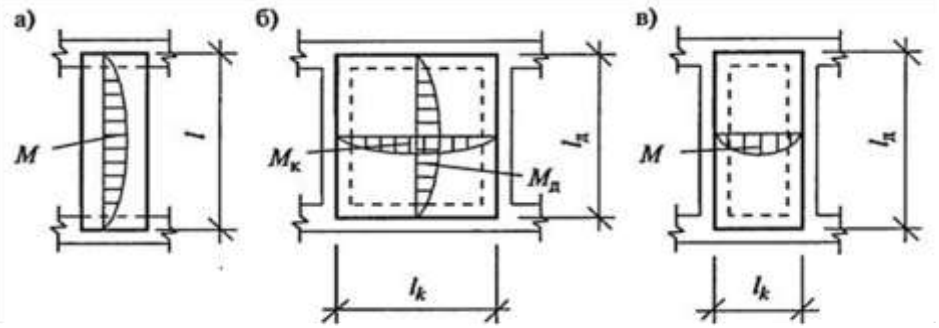
- Выполнить практическую работу 9 .
- *Данные для расчета и пример практической работы смотри методические указания к выполнению практических работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений (Основы проектирования строительных конструкций) авт. Харламова Т.И.*
- *http://sam-ek.ru/student/metodicheskie-materialyi/*

Подготовьте практическую работу 8, распечатайте и сдайте преподавателю в дни консультаций

Железобетонные плиты

- Плитами называются элементы, у которых толщина значительно меньше двух других.
- По исполнению плиты могут быть сборными, монолитными и сборно-монолитными.
- По статической схеме работы: однопролетные, многопролетные и консольные.

- По конструкции: сплошные, пустотные и ребристые.
- Плиты могут опираться по двум сторонам, и тогда плита работает как балка, изгибаясь в одном направлении, такие плиты называют балочными. При опирании по трем или четырем сторонам плита работает в двух направлениях, такие плиты называют опертыми по контуру. Но если в таких плитах отношение длинного пролета плиты к короткому пролету $l_д / l_к \geq 2$, плита работает как балка в направлении короткого пролета.



а) балочная б) опертая по контуру в) как балка в коротком направлении

- Сплошные плиты рассчитываются как простые балки прямоугольного сечения с одиночным армированием. В случае, если плита большого размера, для её расчета вырезается полоса шириной 1 метр и сбор нагрузок, расчет арматуры, проверка прочности выполняется для этой полосы; затем при проектировании арматурной сетки учитывают фактические размеры плиты.

Тема 2.1.5 Основы расчета строительных конструкций, работающих на изгиб (часть 4)

Предпосылки для предварительного напряжения

1. В растянутой зоне обычных железобетонных конструкций обязательно присутствуют трещины
2. Несущая способность арматуры используется не полностью

Предварительно напряженными железобетонными конструкциями

- называют конструкции, в которых искусственно, на стадии изготовления, создаются напряжения за счет натяжения арматуры и последующего обжатия бетона.
- Предварительно напряженными проектируют конструкции работающие на растяжение, внецентренное сжатие и изгиб.

Виды изготовления предварительно напряженных конструкции

С натяжением арматуры на упоры

С натяжением арматуры на бетон

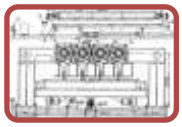
Материалы для предварительно напряженных конструкций

- Бетон не ниже В20, передаточная прочность бетона назначается не менее 50% от принятого класса бетона.
- Арматура:

1. проволочная В600 и более
2. Канаты К7, К19
3. Стержневая арматура диаметром от 10 мм А 600,800,1000 и т.д.

Способы натяжения арматуры

Механический – натяжение арматуры при помощи домкратов или натяжных машин



Электротермический – к стержню арматуры подключается ток, происходит разогрев, стержень удлиняется и закрепляется на упорах

- Электротермомеханический- комбинация первых двух способов.
- Физико-химический – с использованием самонапрягающихся бетонов (бетон увеличивается при твердении и натягивает арматуру)

Первые потери напряжений в арматуре

1. потери от релаксации напряжений арматуры (уменьшение напряжений в арматуре с течением времени);

2. потери напряжений в результате температурного перепада между натянутой арматурой и упорами;

3. потери напряжений, возникающие в результате деформации анкеров

4. потери, возникающие в результате трения арматуры об огибающие приспособления;

5. потери, возникающие в результате деформации стальной формы;

6. потери в результате быстро натекающей ползучести бетона

7. Потери при релаксации напряжений арматуры;

8. потери при усадке бетона при натяжении;

9. потери от ползучести бетона;

10. потери от смятия бетона;

11.Потери от деформации обжатия стыков между блоками (для конструкций, состоящих из блоков)

Потери напряжений в арматуре

- Суммарные потери напряжений равны сумме первых и вторых потерь.
- Величина суммарных потерь напряжений принимается не менее *100МПа.*

Вопросы для самоконтроля

1. Опишите работу балок под нагрузкой
2. Назовите предпосылки для расчета по 1-й группе предельных состояний и по 2-й группе предельных состояний (по деформациям).
3. Приведите общий порядок и особенности расчета стальных прокатных балок.
4. Приведите общий порядок и особенности расчета деревянных балок сплошного сечения.
5. Приведите общий порядок и особенности расчета железобетонных балок.
6. Предварительно напряженные железобетонные конструкции.
7. Назовите стадии предварительного напряжения и особенности проектирования конструкций.

Зачет 5

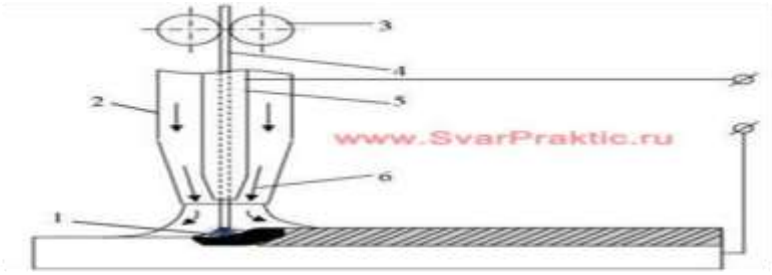
- Подготовьте ответы на вопросы для самоконтроля и сдайте зачет в устной форме в дни консультаций

Тема 2.1.6 Соединения элементов строительных конструкций

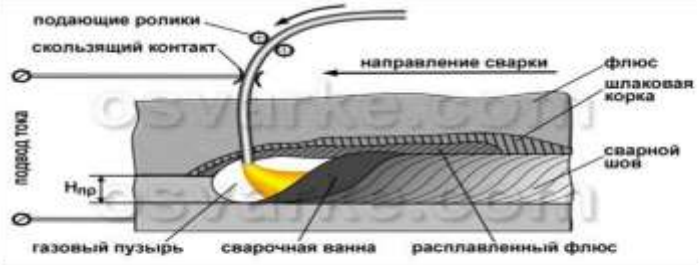
Сварные соединения

- Для соединений элементов конструкций применяют дуговую сварку: ручную, полуавтоматическую в защитных газах или порошковой проволокой, автоматическую в защитных газах или под слоем флюса.

- При ручной дуговой сварке используются покрытые электроды типа Э42А, Э46А, Э50А. За один проход можно выполнить шов толщиной до 8 мм.



- На рисунке показан принцип действия сварки в среде углекислого газа: 1-дуга, 2-сопло, 3-подающий механизм, 4-сварочная проволока, 5-токоподводящий мундштук,6-углекислый газ.



- Автоматическая сварка по слоем флюса во много раз производительнее ручной дуговой сварки, обеспечивает глубокое (до 16 мм за 1 проход) проплавление.

- В зависимости от характера сопряжения свариваемых деталей различают следующие виды сварных соединений:

· стыковые соединения;

· угловые соединения;

· тавровые соединения;

· нахлесточные соединения.

- **Стыковым соединением** называется сварное соединение двух элементов, примыкающих друг к другу торцевыми поверхностями и размещенных на одной поверхности или в одной плоскости.

- Сварные швы **по внешнему виду** подразделяются на

нормальные (плоские);

выпуклые (усиленные) и

вогнутые (ослабленные).

- По выполнению сварные швы могут быть односторонними и двусторонними.

- В зависимости от протяженности сварные швы бывают непрерывными и прерывистыми. Стыковые швы обычно делают непрерывными.

- Угловые швы могут быть выполнены

непрерывными;

односторонними прерывистыми;

двусторонними цепными;

двусторонними шахматными;

- По направлению действующего усилия сварные швы делятся на

продольные (фланговые) – направление действующего усилия параллельно оси сварного шва;

поперечные (лобовые) – направление действующего усилия перпендикулярно оси сварного шва;

комбинированные – сочетание продольного и поперечного швов;

косые – направление действующего усилия размещено под углом к оси сварного шва.

Расчет СварныХ соединений

1. расчет напряжений прямого стыка

$\sigma_\omega = N /(t_{min}\, l_\omega)$,

где N- усилие растяжения,

t_{min} – минимальная толщина соединяемых листов;

$l_\omega = b-2t_{min}$ – расчетная длина шва;

b – ширина листов;

2. расчетное сопротивление растяжению стыкового шва

$R_{\omega y} = 0{,}85\, R_y$,

где R_y– расчетное сопротивление стали;

3. сравниваем напряжение с расчетным сопротивлением

если $\sigma_\omega < R_{\omega y}\gamma_c$, прочность обеспечена;

если $\sigma_\omega > R_{\omega y}\gamma_c$, прочность не обеспечена, следовательно, назначаем косой шов, длина которого $l_\omega = b/sin\alpha - 2t_{min}$;

4. расчет нормальных напряжений косого шва

$\sigma_\omega = Nsin\alpha /(t_{min}\, l_\omega)$;

5. сравниваем напряжение с расчетным сопротивлением

если $\sigma_\omega < R_{\omega y}\gamma_c$, прочность обеспечена;

если $\sigma_\omega > R_{\omega y}\gamma_c$, прочность не обеспечена, следовательно, назначаем шов с накладками

6. расчет касательных напряжений

$\tau_\omega = N\cos\alpha /(t_{min}\, l_\omega)$;

7. сравниваем напряжение с расчетным сопротивлением

если $\tau_\omega < R_{\omega s}\gamma_c$, прочность обеспечена;

если $\tau_\omega > R_{\omega s}\gamma_c$, прочность не обеспечена, следовательно принимаем шов с накладками,

где $R_{\omega s} = 0{,}58R_{yn}/\gamma_m$;

R_{yn} – нормативное сопротивление стали.

Практическая работа 10

- Выполнить практическую работу 10 .
- *Данные для расчета и пример практической работы смотри методические указания к выполнению практических работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений (Основы проектирования строительных конструкций) авт. Харламова Т.И.*
- *http://sam-ek.ru/student/metodicheskie-materialyi/*

Подготовьте практическую работу 10, распечатайте и сдайте преподавателю в дни консультаций

Болтовые соединения

- Болтовые соединения металлических конструкций по сравнению со сварными соединениями более металлоемки, и отверстия для болтов ослабляют сечение соединяемых элементов, но их использование значительно проще, т.к. не требует сварочного оборудования.
- Различают болты грубой, нормальной и повышенной точности, а также высокопрочные болты.
- Болты грубой и нормальной точности различаются величиной допуска на отклонение диаметра болта от номинала. Такие болты ставятся в отверстия на 2-3 мм больше диаметра болта. Отверстия выполняются в отдельных элементах и при сборке полностью не совпадают, что приводит к неравномерной работе отдельных болтов. Подобные соединения рекомендуется применять в соединениях, где болты работают на растяжение или являются крепежными элементами.

- Болты повышенной точности имеют минимальные отклонения от номинала и диаметр отверстия не превышает 0,3 мм диаметра. Отверстия выполняют в заранее собранных конструкциях. Болты в таких соединениях сидят плотно, что улучшает их работу, однако выполнение таких соединений усложнено требованиями точности.

- Высокопрочные болты (сдвиго-устойчивые) изготовляют из легированной стали, готовые болты термически обрабатывают. Высокопрочные болты являются болтами нормальной точности, их ставят в отверстия большего, чем болт, диаметра, но их гайки затягивают тарировочным ключом, позволяющим создавать и контролировать силу натяжения болтов.

- Работа и расчет болтовых соединений.

- В соединениях работающих на сдвиг, расчет ведут на срез болта и на смятие болтами металла соединяемых элементов.

- Болты расставляются рядами или в шахматном порядке

Соединения деревянных конструкций

- Для создания большинства строительных конструкций деревянные элементы должны быть прочно и надежно соединены между собой.

- При помощи соединений ряд элементов соединяется по длине — сращивается, по ширине — сплачивается, связывается под углом узлами и прикрепляется к опорам — анкеруется.

- По характеру работы все основные соединения деревянных конструкций могут быть разделены на следующие группы:

а) соединения без специальных связей, требующих расчета, — упоры и врубки;

б) соединения со связями, работающими на сжатие,— шпонками и колодками;

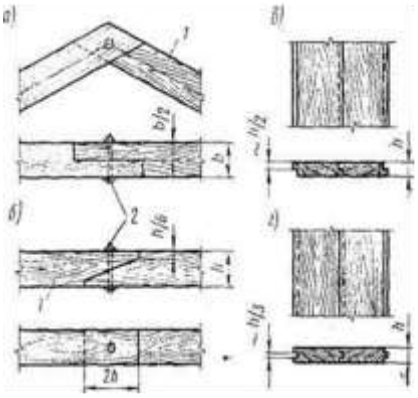
в) соединения со связями, работающими на изгиб, — нагелями-болтами, штырями, гвоздями, винтами, деревянными пластинками и штырями;

г) соединения со связями, работающими на растяжение, — болтами, гвоздями, винтами и хомутами;

д) соединения со связями, работающими на сдвиг, — клеевыми швами.

- Конструктивные врубки являются соединениями, в которых возникают усилия намного меньше их несущей способности, и они не нуждаются в расчете.

В деревянных конструкциях наибольшее применение находят конструктивные соединения в четверть, в шпунт, в полдерева и косой прируб.



- Конструктивные врубки:
- а - врубка в полдерева;
- б - косой прируб;
- в - соединения в четверть;
- *г* - соединения в шпунт;
- 1- соединяемые элементы;
- 2 - стяжные болты

- *Соединение в четверть* представляет собой сплачивание досок кромками по ширине, для чего в них вырезаются односторонние пазы глубиной, несколько большей половины толщины, в которые входят образовавшиеся выступы кромок соседних досок.

- *Соединение в шпунт* представляет собой сплачивания досок или брусьев кромками, в одной из которых вырезаны двусторонние пазы, в другой - *один средний* паз (шпунт), равный примерно 1/3 толщины, в который входит образовавшийся выступ (гребень) соседней доски.

- *Врубка в полдерева* представляет собой соединение концов брусьев или бревен с врезками до половины толщины под углом в одной плоскости, стянутых конструктивным болтом. Так соединяются, например, концы стропильных ног в коньке крыш.

- *Косой прируб* представляет собой продольное сращивание брусьев или бревен концами, в которых сделаны односторонние наклонные врезки длиной, равной удвоенной высоте сечения, с торцами, равными 0,15 высоты сечения. Косые прирубы стягиваются конструктивными болтами и применяются для соединения прогонов и балок по длине.

- *Соединения с изгибаемыми болтами* относятся к классу нагельных, в которых связи, в данном случае болты, работают главным образом на изгиб. Эти соединения широко применяются в стыках и узлах деревянных конструкций, препятствуя взаимным сдвигам соединяемых элементов.

- Расстановку болтов в соединении производят по правилам, исключающим опасность преждевременного разрушения древесины элементов от скалывания и растяжения поперек волокон. Расстояние между осями болтов вдоль волокон и до торцов элементов должно быть не меньше *7d,* а поперек волокон между осями — 3,5 *d* и до кромок — *3 d.*

- Гвоздевые соединения**.**

Гвозди изготовляют из холоднотянутой проволоки. Острие гвоздя имеет четырехгранную форму и длину, равную полутора диаметрам. Круглая шляпка имеет диаметр, равный двум диаметрам гвоздя. Наибольшее применение в деревянных конструкциях находят гвозди диаметром 3, 4, 5 и 6 мм и длиной соответственно 80, 100, 150 и 200 мм.

Гвозди забивают в цельную древесину ударами ручного или пневматического молотка.

Гвоздевые соединения являются простыми и общедоступными, но трудоемкими и применяются главным образом при построечном изготовлении дощатых деревянных конструкций.

- Диаметр гвоздей должен быть не более $^1/_4$ толщины элементов.

- Расстояния между гвоздями диаметром *d* вдоль волокон соединяемых элементов должны быть не менее: от торцов—*15d,* между осями в элементах толщиной, равной и большей 10*d,*— *15d,* между осями в элементах толщиной, равной *4d,* — *25d,* а в элементах промежуточной толщины принимают по интерполяции.

- Расстояния между гвоздями поперек волокон и до кромок элементов должны быть при прямой расстановке не менее *4d,* а при расстановках шахматной и косыми рядами — не менее *3d.*

- Нагели за исключение гвоздей диаметром до 6 мм ставятся в заранее просверленные отверстия диаметром на 0,2 – 0,5 мм меньше диаметра нагеля.

- *Соединения с винтами*. Винты представляют собой стандартизованные стальные изделия и состоят из головки, ненарезанной и нарезанной частей. Их диаметр *d* измеряют по ненарезанной части. Винты диаметром меньше 12 мм называют шурупами. Они имеют сферические или плоские головки с прорезями для завертывания их отверткой. Винты диаметром 12 мм и более называют глухарями, которые имеют шестигранные или квадратные головки для завертывания их ключом.

- Винты применяют для крепления стальных накладок и деталей к деревянным элементам в узлах конструкций. Они завертываются через отверстия в накладках в отверстия, просверленные в древесине. Диаметр отверстий в древесине должен быть равным 0,8*d* ненарезанной части винта, для того чтобы нарезка полностью врезалась в древесину.

- Винты расставляют в соединениях на больших расстояниях, чем болты. Вдоль волокон между их осями должно быть не менее *10d,*а поперек — *5d,* поскольку уменьшенный диаметр отверстия вызывает дополнительные напряжения растяжения поперек волокон

Соединения с хомутами относятся к классу соединений с растянутыми связями. Они охватывают поверхности соединяемых элементов и применяются главным образом при построечном изготовлении деревянных конструкций. Хомуты бывают проволочными, полосовыми со стяжными болтами и болтовыми с подкладками из листовой или профильной стали. По форме хомуты бывают круговыми в бревенчатых конструкциях и прямоугольными в конструкциях из пиломатериалов. Хомуты работают и рассчитываются на растяжение, а древесина — на местное смятие.

Соединения со скобами относятся к классу конструктивных соединений. Скобы изготовляют из арматурной стали класса А-I диаметром 10—16 мм и имеют П-образную форму с заостренными и зазубренными концами. Они забиваются в цельную древесину и обеспечивают проектное положение соединяемых элементов при построечном изготовлении деревянных конструкций из бревен и брусьев.

Клеевые соединения применяют для склеивания досок из хвойной древесины толщиной не более 50 мм и влажностью не выше 12%. При нарушении этих ограничений клеевые соединения могут разрушиться от усилий, возникающих в результате коробления досок при высыхании. Для клеевых соединений применяют конструктивные синтетические клеи на основе термореактивных смол. В настоящее время в отечественной практике для склеивания древесины и фанеры наибольшее применение находят фенолоформальдегидный клей КБ-3 и резорциновый клей РФ-12, а для склеивания древесины с металлом — эпоксидный клей ЭПЦ-1.

- Стыки досок выполняют как правило зубчатым шипом (а) или соединением на «ус» (б).

Практическая работа 11

- Выполнить практическую работу 11 .
- *Данные для расчета и пример практической работы смотри методические указания к выполнению практических работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений (Основы проектирования строительных конструкций) авт. Харламова Т.И.*
- *http://sam-ek.ru/student/metodicheskie-materialyi/*

Подготовьте практическую работу 11,распечатайте и сдайте преподавателю в дни консультаций

Тема 2.1.6 Соединения элементов строительных конструкций (часть 2)

Соединения железобетонных конструкций

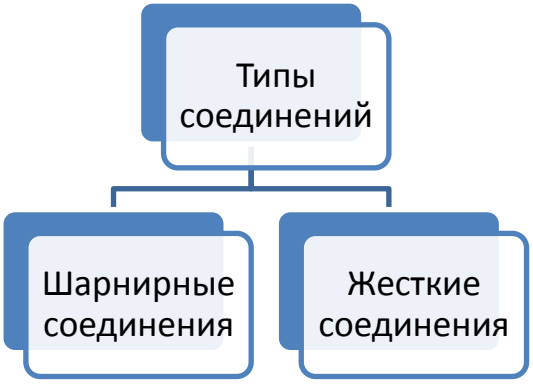
- *Монтажное соединение* - это соединение сборных элементов строительных конструкций, выполняемое в процессе их монтажа непосредственно на строительстве.

- Когда соединяют однородные элементы и в результате получают определенный конструктивный элемент, например наружную стену панельного здания, колонну многоэтажного здания, составленную из нескольких сборных частей, настил перекрытия из железобетонных плит, соединение называют *стыком*.

- Зазор между соединяемыми элементами или линию контакта элементов называют *швом*.

- Часто термин "*стык*" употребляют, когда элементы типа колонн, ферм, балок соединяют торцами или элементы типа панелей, плит, бетонных блоков - боковыми гранями.

Когда монтажным соединением скрепляют различные элементы несущих или ограждающих конструкций, соединение обычно называют *монтажным узлом*. Примеры монтажных узлов - соединение стропильной балки или фермы с колонной, вертикальных и горизонтальных связей с колоннами или фермами, ригеля с колонной.



- К шарнирным соединениям относятся в основном стыки ненесущих и ограждающих конструкций (стен, покрытий).

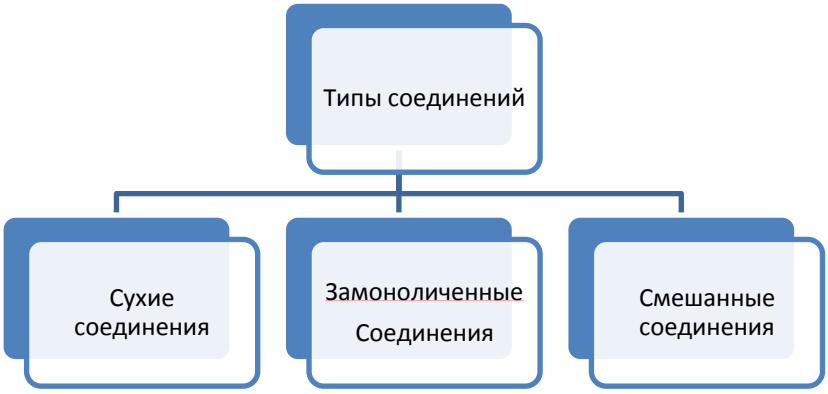
- Такие стыки, заделываемые раствором, уплотняющими или герметизирующими материалами, допускают незначительные перемещения стыкуемых элементов относительно друг друга.

Шарнирные соединения применяются также при креплении ненесущих ограждающих конструкций к другим конструкциям.

- Жесткие соединения в отличие от шарнирных не должны допускать относительных перемещений элементов в узлах.

- Поэтому их выполняют обычно на сварке, жестких болтовых соединениях, замоноличиванием бетоном со скреплением арматуры стыкуемых элементов.

Такими способами обычно стыкуют несущие конструкции каркасов зданий и сооружений.



- Сухие - это соединения на болтах или сварке, выполняемые без заделки зазоров (швов) между соединяемыми элементами раствором или бетоном.

Таким способом соединяют элементы стальных конструкций с железобетонными, например при установке стальных связей между колоннами и другими элементами железобетонного каркаса.

- Замоноличенные соединения применяют при необходимости заделки зазоров между соединяемыми элементами бетоном или раствором.

- Назначение заделки швов или замоноличивания узлов состоит в том, чтобы обеспечить равномерную передачу усилий (нагрузок) от одного элемента на другой, исключить накопление влаги в соединениях, повысить их влагонепроницаемость и воздухонепроницаемость.

Примером таких соединений служит соединение фундаментных и стеновых блоков между собой, жесткое соединение железобетонной колонны с фундаментом - заделка ее в стакане фундамента бетоном.

- Смешанные соединения - это стыки элементов несущих конструкций, выполняемые сначала на болтах или путем сварки закладных деталей или выпусков арматуры, а затем замоноличиванием бетоном или раствором.

- В таких жестких соединениях обеспечивается восприятие нагрузок от всех соединяемых элементов.

Смешанные соединения применяют для стыковки элементов железобетонных колонн, узлов железобетонных рам и других конструкций.

Вопросы для самоконтроля

1. Назовите и опишите соединения элементов стальных конструкций.
2. Назовите и опишите соединения элементов деревянных конструкций.
3. Назовите и опишите соединения элементов железобетонных конструкций.

Зачет 6

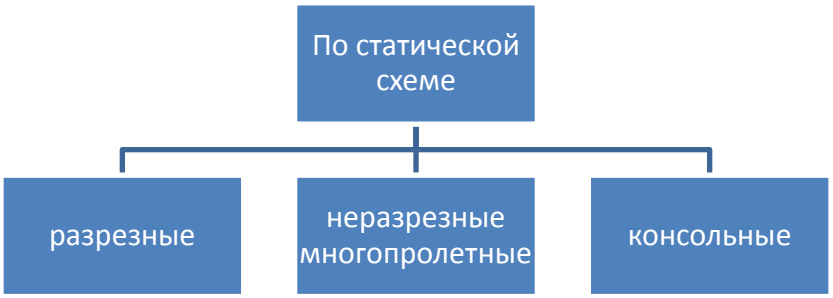
- Подготовьте ответы на вопросы для самоконтроля и сдайте зачет в устной форме в дни консультаций

Тема 2.1.7 Стропильные фермы

Стропильные фермы

- Фермой называют решетчатую конструкцию, концы стержней которой соединены в узлах и образуют геометрически неизменяемую систему.
- Стропильные фермы применяют для перекрытия больших залов гражданских зданий, пролетов мостов, промышленных зданий.

Классификация стропильных ферм



Характеристики

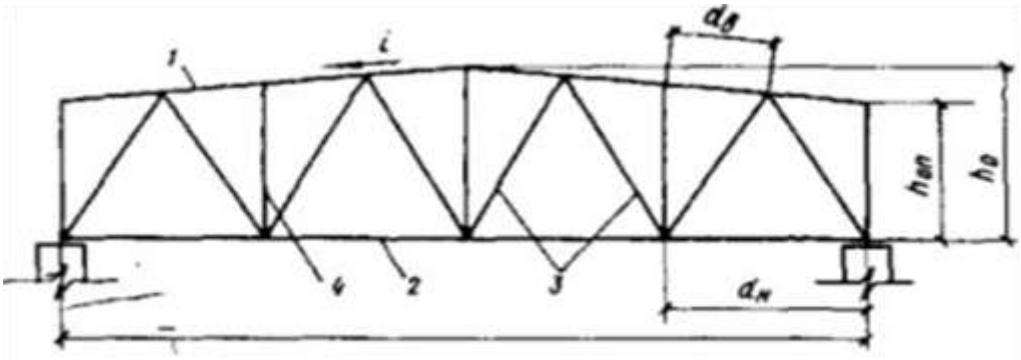
1. Очертание
2. Генеральные размеры
3. Конструкция элементов

Элементы

1. Верхний пояс
2. Нижний пояс

3. Решетка (стойки, подвески, раскосы)

Генеральные размеры фермы

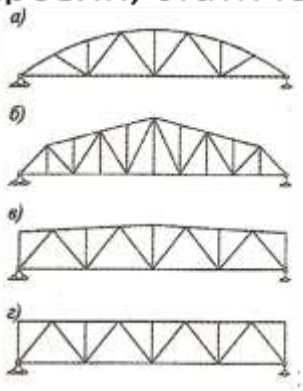


Элементы формы: 1 - верхний пояс; 2 - нижний пояс;
3 - раскосы; 4 - стойка

- $d_н$- панель по низу
- $h_{оп}$- высота фермы на опоре
- $h_о$ - высота фермы в коньке
- $d_в$-панель по верху
- L - пролет

Очертание ферм

- зависит от их назначения, нагрузок, типа кровли, статической работы и т.д.



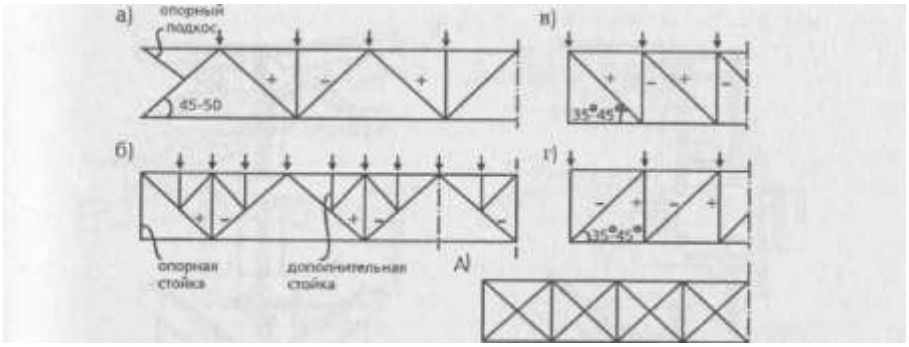
арочная

сегментная

трапецеидальная

: параллельными поясами

Системы решеток фермы



Стальные фермы

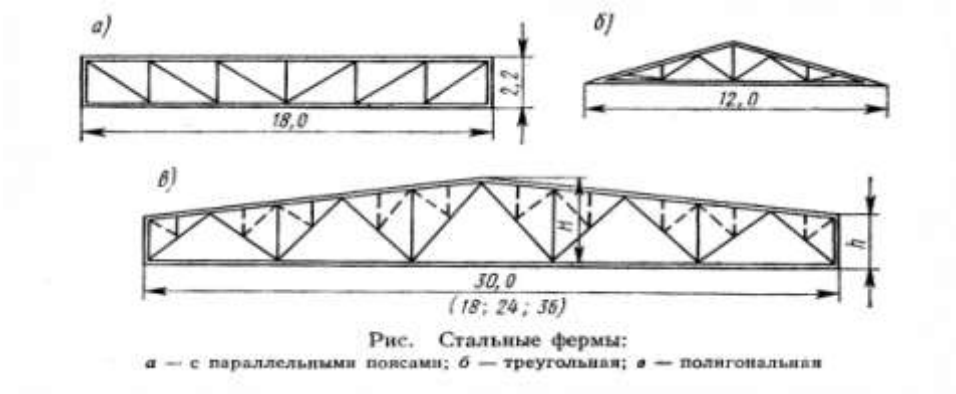


Рис. Стальные фермы:
а — с параллельными поясами; *б* — треугольная; *в* — полигональная

Сечения элементов стальных ферм

1. Сечения из двух уголков
2. Сечения из одиночных уголков
3. Сечения из круглых и прямоугольных труб
4. С поясами из тавров
5. С поясами из широкополочных двутавров

Деревянные и металлодеревянные фермы

Общий порядок расчета стропильных ферм

1. Принимается материал ферм, очертание поясов и система решетки.
2. Сбор нагрузок, приходящиеся на узлы фермы.
3. Определение усилий в стержнях фермы.
4. Подбор сечения стержней фермы.
5. Расчет прикрепления стержней фермы в узлах.
6. Конструирование фермы

Практическая работа 12

- Выполнить практическую работу 12 .
- *Данные для расчета и пример практической работы смотри методические указания к выполнению практических работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений (Основы проектирования строительных конструкций) авт. Харламова Т.И.*
- *http://sam-ek.ru/student/metodicheskie-materialyi/*

Подготовьте практическую работу 12,распечатайте и сдайте преподавателю в дни консультаций

Вопросы для самоконтроля

1. Приведите классификацию ферм по признакам.
2. Охарактеризуйте типы ферм по материалам

Приведите общий порядок

Зачет 7

- Подготовьте ответы на вопросы для самоконтроля и сдайте зачет в устной форме в дни консультаций

Тема 2.1.8 Рамы и арки

Рамы

- Здания производственного и гражданского назначения и многие сооружения часто проектируются таким образом, что колонны и ригели, шарнирно или жестко соединяясь между собой, работают совместно, образуя рамную конструкцию.
- Рамы могут иметь различные очертания, они могут выполняться одно- и многопролетными, различной этажности. Сопряжения ригелей с колоннами могут быть шарнирные, жесткие или в различном сочетании
- Рамные конструкции выполняются из стали, древесины и железобетона.
- При проектировании рам необходимо обеспечить технологичность при изготовлении, возведении и транспортировании к месту монтажа.
- Система плоских рам, объединенных в пространственную конструкцию, называется каркасом.

Стальные рамы

- Стальные рамы применяют также в качестве каркаса для цехов с большими крановыми нагрузками, тяжелыми режимами работы, в высотных зданиях.

- Применение стальных рам в качестве каркаса высотных зданий позволяет значительно снизить массу каркаса по сравнению с каркасом из железобетона.

Деревянные рамы

- Рамы из древесины выполняются главным образом клееными из досок или из досок и фанеры (клеефанерными), но последние менее технологичны и недостаточно огнестойки.
- Деревянные рамы перекрывают пролеты от 12 до 30 м, но возможно их применять и для пролетов до 60 м, они устанавливаются с шагом от 3 до 6 м, в виде исключения допускается шаг до 10 м

Железобетонные рамы

- Железобетонные рамы могут выполняться монолитными и сборными.
- Наибольшее распространение получили сборные железобетонные рамы, которые являются частью каркасов производственных и гражданских зданий.
- Каркасы одноэтажных производственных зданий при расчете разбиваются на поперечные и продольные рамы.
- Поперечная рама является основным элементом каркаса, она состоит из колонн (обычно жестко защемленных в фундаменте), ригелей (шарнирно или жестко соединенных с колоннами), плит покрытия (перекрытия). В качестве ригелей покрытия могут использоваться односкатные и двускатные балки, стропильные фермы, арки.
- Поперечная рама обеспечивает жесткость здания в поперечном направлении, воспринимает вертикальные нагрузки: от покрытия соответственно постоянные и снеговые , нагрузки от навесных стен , крановые нагрузки и горизонтальные нагрузки, действующие в поперечном направлении: ветровые нагрузки, силы торможения крановой тележки с грузом .
- *Продольная рама* в отличие от поперечной включает один ряд колонн и продольные конструкции: вертикальные связи, распорки по колоннам, конструкции покрытия, подкрановые балки.
- Продольная рама обеспечивает жесткость здания в продольном направлении и воспринимает горизонтальные нагрузки от продольного торможения кранов и ветра , действующего на торец здания. Система связей обеспечивает во время эксплуатации и монтажа геометрическую неизменяемость каркаса и его несущую способность в продольном направлении
- Устойчивость многоэтажных рам, перераспределение нагрузок между элементами рамы зависят от принятой конструктивной схемы каркаса.
- Различают три конструктивных схемы каркаса многоэтажных зданий: рамная, связевая и рамно-связевая.

- При рамной схеме каркаса здания устойчивость обеспечивается за счет создания жестких узлов сопряжения ригелей с колоннами и защемления колонн в фундаментах.
- В связевой схеме сопряжение ригелей с колоннами шарнирное, жесткость здания обеспечивается за счет создания системы вертикальных связей между колоннами.
- *Рамно-связевая схема* представляет собой комбинацию первых двух схем, а именно: при такой схеме колонны жестко закреплены в перекрытиях, а ригели также жестко соединены с колоннами и вместе с тем имеются диафрагмы жесткости или связи.

Арки

- Арка представляет собой конструкцию криволинейного (дугообразного) очертания. Особенностью работы арки является возникновение распора, т.е. горизонтального давления на опоры даже при действии только вертикальных нагрузок, в то время как сами арки преимущественно испытывают сжатие.
- Арки могут перекрывать большие пролеты между двумя опорами (фундаментами, пилонами, колоннами), они более экономичны по сравнению с балками.
- По статической схеме работы различают бесшарнирные, двухшарнирные, трехшарнирные арки и арки с затяжкой.

Трехшарнирные арки являются статически определимыми, они меньше всего чувствительны к вертикальным осадкам, но чувствительны к горизонтальным смещениям опор.

Бесшарнирные арки самые легкие, но в них всякое смещение опор вызывает значительные дополнительные усилия.

- Арки с затяжками и дополненные подвесками используют в качестве стропильных конструкций .

Вопросы для самоконтроля

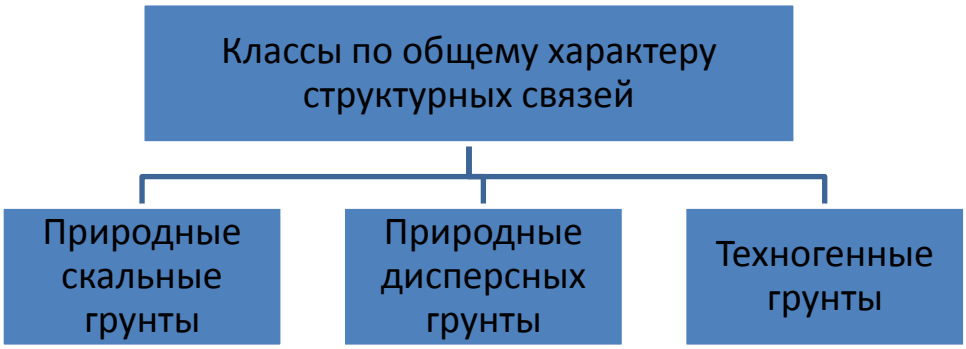
1. Перечислите области применения рам.
2. Назовите основные виды рам.
3. Перечислите элементы железобетонного каркаса.
4. Перечислите области применения арок.
5. Назовите основные виды арок.

Зачет 8

- Подготовьте ответы на вопросы для самоконтроля и сдайте зачет в устной форме в дни консультаций

Тема 2.1.9. Основания и фундаменты

Классификация грунтов



Скальные грунты

- грунты с жесткими структурными связями.
- Скальные грунты состоят из изверженных, метаморфических и осадочных сцементированных горных пород:
- граниты, песчаники, известняки и др.
- Группы скальных грунтов: скальные и полускальные.

Дисперсные грунты

- ☐ Грунты, состоящие из отдельных минеральных частиц (зерен) разного размера, слабо связанных друг с другом.
- ☐ Группы дисперсных грунтов: связные и несвязные.
- ☐ К связным относятся глинистые грунты, илы, торфы и т.д.
- ☐ К несвязным относятся пески и крупнообломочные грунты.
- ☐ Крупнообломочные грунты могут быть окатанными (галька, гравий) и неокатанными (щебень, дресва).

Основания

естественные

- Грунты природного заложения

искусственные

- Грунты уплотненные, закрепленные или замененные

Однородные основания состоят из одного слоя грунта (пласта)

Неоднородные основания состоят из нескольких пластов.

- ☐ Грунты являются трехкомпонентной системой, т.е. состоят из твердых частиц и пор, которые заполнены водой и газами
- ☐ Ряд характеристик грунтов определяют в лабораторных условиях: объем грунта; объем твердых частиц; объем пор; объем воды; масса грунта; масса твердых частиц; масса воды. Определив эти характеристики, можно найти следующие основные характеристики грунта: плотность грунта; плотность твердых частиц грунта и другие характеристики.

  - Для пластичных грунтов (глинистые грунты, торфы) определяются характеристики, отражающие способность этих грунтов удерживать воду и состояние грунтов (от твердого до текучего) при природной влажности:
  - влажности на границе текучести и на границе раскатывания.

  - Влажность на границе текучести —это такая влажность, при которой грунт переходит в текучее состояние.

  - Величина условная, определяемая при помощи стандартного конуса, который ставится на исследуемый грунт, в котором изменяют влажность. При опускании конуса на установленную стандартом глубину считается, что грунт достиг границы текучести. Определяют для этого состояния грунта влажность, которая и считается влажностью на границе текучести.

  - Влажность на границе раскатывания— это такая влажность, при которой грунт переходит в полутвердое состояние.

  - Определяется раскатыванием тонких цилиндров грунта. При раскатывании вода, находящаяся в грунте, постепенно испаряется и наступает момент, когда в грунте появляются трещины.

Число пластичности характеризует способность грунтов удерживать воду в промежутке от полутвердого состояния до текучего состояния.

Показатель текучести показывает состояние пластичного грунта при природной влажности.

Механические характеристики дисперсных грунтов определяют их работу под нагрузкой — деформационные свойства, от которых зависит осадка фундаментов, поведение грунтов в откосах др.

Одной из основных характеристик сжимаемости грунтов является модуль общей деформации Е (МПа), который определяется лабораторными или натурными испытаниями грунтов под нагрузкой.

Установив название грунта, коэффициент пористости, а для глинистых грунтов еще и показатель текучести, сцепление и угол внутреннего трения грунтов можно определить по таблицам.

Более точные значения сцепления и угла внутреннего трения определяют непосредственными испытаниями грунтов.

Установив название грунта, коэффициент пористости, а для глинистых грунтов еще и показатель текучести, сцепление и угол внутреннего трения грунтов можно определить по таблицам.

Более точные значения сцепления и угла внутреннего трения определяют непосредственными испытаниями грунтов.

Грунт под фундаментом последовательно проходит три стадии (фазы уплотнения).

Первая стадия – давление небольшое, происходит уплотнение частиц грунта за счет уменьшения объема пор.

Вторая стадия – при возрастании давления происходит сдвиг частиц грунта, который приводит к резкому нарастанию осадки.

Третья стадия – разрушение грунта и выпирание его из-под фундамента на поверхность.

При расчетах принято, что допускается работа при давлениях на грунт, соответствующих началу второй стадии.

Такую величину давления считают предельной и обозначают *R – расчетное сопротивление грунта.*

При расчетах принято, что допускается работа при давлениях на грунт, соответствующих началу второй стадии.

Такую величину давления считают предельной и обозначают *R – расчетное сопротивление грунта.*

Если давление под подошвой меньше расчетного сопротивления грунта, осадки не превышают предельных значений.

В случаях когда существующее естественное основание недостаточно прочно или возможно его движение под нагрузкой, свойства основания можно улучшить, произведя уплотнение, укрепление или замену грунта.

Созданное таким способом основание называется *искусственным*.

Выполнение искусственных оснований связано с дополнительными затратами средств, поэтому вопрос о способах и целесообразности их создания решается на основании экономического обоснования.

- Слабые грунты, расположенные вблизи поверхности, возможно удалить и заменить на другие, обладающие нужными строительными свойствами. Обычно вынутые грунты заменяют песком (крупным и средней крупности), гравием, щебнем, образуя песчаные (гравийные) подушки.

- Уплотнение грунтов трамбовками
- Для уплотнения грунта используют тяжелые трамбовки массой 2,0—4,0 т, которые сбрасываются краном с лебедкой с высоты 3,5—5 м. В одно и то же место трамбовка сбрасывается 5—12 и более раз. Этим достигается уплотнение грунта на глубину 1,5—2,3 м. Этот способ применяется при уплотнении песчаных, глинистых, просадочных и насыпных грунтов.
- Уплотнение грунтов катками
- При послойной укладке грунтов их уплотнение можно вести с помощью тяжелых катков. Перед укаткой грунт увлажняется. Толщина уплотняемого слоя за одну проходку катка составляет 15—20 см, при многократной проходке возможно достигнуть уплотнения грунта на глубину до 60 см.
- Поверхностное уплотнение грунтов вибрированием
- Виброуплотнение грунтов применяется при послойной отсыпке грунтов при выполнении песчаных подушек, устройстве оснований под полы и т.п.
- Виброуплотнение производится при помощи виброкатков, самоходных вибротрамбовок, виброплит.
- Уплотнение грунтов пробивкой скважины
- Для уплотнения грунтов в уплотняемом массиве пробивают ударным способом скважины. Вытесненный при пробивке грунт перемещается в стороны от центра скважины и создает вокруг скважины уплотненную зону, а скважины засыпаются грунтом с послойным уплотнением ударами снаряда, которым пробивалась скважина. Данный метод применяют в насыпных и просадочных грунтах.
- Уплотнение грунтов предварительным замачиванием
- Просадочные грунты при замачивании самоуплотняются, это и положено в основу данного метода. Этот метод наиболее целесообразен на вновь застраиваемых территориях. Для уплотнения на площадке бурятся скважины, которые засыпаются песком, и в песок подается вода до тех пор, пока не произойдет замачивание грунта на необходимую глубину.
- Метод силикатизации
- Силикатизация грунтов выполняется тремя способами: двухрастворным, однорастворным, газовым.
- При двухрастворном способе в грунт поочередно нагнетаются через перфорированную трубу (инъектор) растворы силиката натрия (жидкое стекло) и хлористого кальция, которые вступают в химическую реакцию, и образуется гель кремниевой кислоты. Это приводит к быстрому и прочному закреплению грунтового основания

- Закрепление грунтов синтетическими смолами
- Суть метода заключается в том, что в грунт через систему инъекторов (или скважин) нагнетаются синтетические смолы с отвердителем, наиболее приемлема для упрочнения грунтов карбамидная (мочевиноформальдегидная) смола с различными отвердителями. Эта смола легко растворяется в воде, твердеет при невысокой температуре, имеет относительно низкую стоимость.
- Цементация грунтов
- Цементация грунтов представляет собой заполнение пустот, трещин, крупных пор в крупнообломочных грунтах цементным или цементно-глинистым раствором, который, твердея, образует цементный камень. Цементация позволяет увеличить прочность и водонепроницаемость грунтов.
- Битумизация грунтов
- Битумизацию грунтов применяют при больших скоростях фильтрации в трещиноватых скальных и полускальных породах, т.е. в условиях, когда исключается применение цементации.
- Термическое закрепление грунтов
- Этот способ применяется для закрепления лессовых грунтов и неводонасыщенных глинистых грунтов. Сущность метода состоит в преобразовании структурных связей между частицами грунта под воздействием высоких температур. В результате закрепления устраняются просадочные свойства грунта, возрастает их прочность и водостойкость.

Практическая работа 14

- Выполнить практическую работу 14 .
- *Данные для расчета и пример практической работы смотри методические указания к выполнению практических работ для студентов очной и заочной форм обучения специальности 08.02.01 Строительство и эксплуатация зданий и сооружений (Основы проектирования строительных конструкций) авт. Харламова Т.И.*
- *http://sam-ek.ru/student/metodicheskie-materialyi/*

Подготовьте практическую работу 14, распечатайте и сдайте преподавателю в дни консультаций

Тема 2.1.9 Основания и фундаменты (часть 2)

Фундаменты

- Различают фундаменты неглубокого заложения, свайные фундаменты и фундаменты глубокого заложения (опускные колодцы, кессоны).

Источники информации:

- http://provse.news/remont-otdelka_793_795/1111-nekotoryie-fizicheskie-harakteristiki-46788.html
- http://provse.news/remont-otdelka_793_795/1111-nekotoryie-fizicheskie-harakteristiki-46788.html