

Документ подписан простой электронной подписью

Информация о владельце:

ФИО: Фурсов Владимир Александрович

Должность: И.о. директора Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета

Дата подписания: 04.06.2026 09:34:38

Уникальный программный ключ:

1c378726a41fd0143ae5bcc8ba81860b00daa62

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ И КАМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ»

для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство
направленность (профиль) «Городское строительство и хозяйство»

Пятигорск, 2026 г.

СОДЕРЖАНИЕ

	С.
1 ВВЕДЕНИЕ.....	4
2 СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ	4

1 ВВЕДЕНИЕ

Методические указания по выполнению практических работ по дисциплине «Железобетонные и каменные конструкции» предназначены для студентов очно-заочной формы обучения.

Дисциплина «Железобетонные и каменные конструкции» имеет существенное значение для профессиональной подготовки специалистов в области промышленного и гражданского строительства. Дисциплина является промежуточным и наиболее сложным этапом в процессе обучения. Задачи дисциплины состоят в установлении оптимальных областей применения железобетонных и каменных конструкций с обеспечением их необходимой долговечности и надежности.

Целями дисциплины является формирование набора профессиональных и общенаучных компетенций будущего специалиста по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», а также дать будущему инженеру необходимые знания в области: материалов для железобетонных и каменных конструкций зданий и инженерных сооружений различного назначения; общих принципов расчета и конструирования элементов зданий; установления оптимальных областей применения конструкций с обеспечением их необходимой долговечности и надежности

К основным задачам при изучении дисциплины относятся:

- изучение физико-механических свойств бетона, стальной арматуры, железобетона и каменной кладки;
- изучение основ сопротивления элементов действию статических и динамических нагрузок;
- обзор основных сведений о каменных и армокаменных конструкциях.

Дисциплина относится к специальному циклу (дисциплины специализации). Ее освоение происходит в 6,7 семестре.

Знания, полученные при изучении данной дисциплины необходимы для написания выпускной квалификационной работы.

2 СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическое занятие №1

Тема 1. Бетон.

Цель: изучить основные физико-механические свойства бетона, его видах и классификации. Дать понятие структуры, прочности и деформативности бетона. Изучить классы и марки бетона.

Знать: основные физико-механические свойства бетона, его виды и классификацию, классы и марки бетона.

Уметь: различать структуру бетона и различные виды прочности и деформативности бетона.

Компетенция: ПК-3 Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения

Актуальность темы: посвящена изучению основных физико-механических свойств бетона, его видов и классификации, его структуры, прочности и деформативности.

Теоретическая часть: Основные сведения, виды и классификация бетона. Структура, прочность, деформативность бетона. Классы и марки бетона.

Вопросы для собеседования:

1. Основные сведения, виды и классификация бетона.
2. Структура, прочность, деформативность бетона.
3. Классы и марки бетона.

Список рекомендуемой литературы:

1. Железобетонные и каменные конструкции : учебник / О.Г. Кумпяк, З.Р. Галяутдинов, О.Р. Пахмурин, В.С. Самсонов ; под ред. О.Г. Кумпяка. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М. : Издательство АСВ, 2014. - 672 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 660-661. - ISBN 978-5-4323-0039-3; То же [Электронный ресурс]. - URL://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312373
2. Мандриков, А. П. Примеры расчета железобетонных конструкций : [учеб. пособие] / А.П. Мандриков, Ч. 2. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Техиздат, 2011. - 233 с. : ил. - Прил.: с. 179-227. - Библиогр.: с. 231. - ISBN 5-274-01013-X.

Тема 2. Арматура для железобетонных и армокаменных конструкций.

Цель: изучить основные физико-механические свойства арматуры, назначение арматуры, ее классификацию и механические свойства арматурных стержней, арматурные изделия.

Знать: назначение арматуры, ее классификацию и механические свойства арматурных стержней, арматурные изделия.

Уметь: различать классы арматурной стали и стыки арматуры.

Компетенция: ПК-3 Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения

Актуальность темы: посвящена изучению основных физико-механических свойств арматуры, ее назначения, классификации, классов арматурной стали и арматурных изделий.

Теоретическая часть: Назначение арматуры. Классификация. Классы арматурной стали. Механические свойства арматурных сталей. Арматурные изделия. Стыки арматуры.

Вопросы для собеседования:

1. Назначение арматуры.
2. Классификация.
3. Классы арматурной стали.
4. Механические свойства арматурных сталей.
5. Арматурные изделия.
6. Стыки арматуры.

Список рекомендуемой литературы:

1. Железобетонные и каменные конструкции : учебник / О.Г. Кумпяк, З.Р. Галяутдинов, О.Р. Пахмурин, В.С. Самсонов ; под ред. О.Г. Кумпяка. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М. : Издательство АСВ, 2014. - 672 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 660-661. - ISBN 978-5-4323-0039-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312373>
2. Мандриков, А. П. Примеры расчета железобетонных конструкций : [учеб. пособие] / А.П. Мандриков, Ч. 2. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Техиздат, 2011. - 233 с. : ил. - Прил.: с. 179-227. - Библиогр.: с. 231. - ISBN 5-274-01013-X.

Тема 3. Железобетон.

Цель: дать понятие сущности железобетона, сцепления арматуры с бетоном, изучить анкеровку арматуры, усадку и ползучесть железобетона. Дать понятие коррозии бетона и арматуры, ее причин и признаков. Изучить защитный слой бетона и факторы, влияющие на назначение толщины защитного слоя, а также приведенное сечение железобетонного элемента, его геометрические характеристики.

Знать: сцепление арматуры с бетоном, анкеровку арматуры, усадку и ползучесть железобетона, коррозию бетона и арматуры, защитный слой бетона и факторы, влияющие на назначение толщины защитного слоя.

Уметь: определять приведенное сечение железобетонного элемента, его геометрические характеристики, причины и признаки коррозии бетона и арматуры.

Компетенция: ПК-3 Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения

Актуальность темы: посвящена изучению сущности железобетона, сцепления арматуры с бетоном, коррозии бетона и арматуры, ее причин и признаков, защитного слоя бетона и факторов, влияющих на назначение толщины защитного слоя.

Теоретическая часть: Сцепление арматуры с бетоном. Анкеровка арматуры. Усадка и ползучесть железобетона. Коррозия бетона и арматуры, ее причины и признаки. Защитный слой бетона. Факторы, влияющие на назначение толщины защитного слоя. Приведенное сечение железобетонного элемента, его геометрические характеристики.

Вопросы для собеседования:

1. Сцепление арматуры с бетоном.
2. Анкеровка арматуры.
3. Усадка и ползучесть железобетона.
4. Коррозия бетона и арматуры, ее причины и признаки.
5. Защитный слой бетона.
5. Факторы, влияющие на назначение толщины защитного слоя.
6. Приведенное сечение железобетонного элемента, его геометрические характеристики

Список рекомендуемой литературы:

1. Железобетонные и каменные конструкции : учебник / О.Г. Кумпяк, З.Р. Галяутдинов, О.Р. Пахмурин, В.С. Самсонов ; под ред. О.Г. Кумпяка. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М. : Издательство АСВ, 2014. - 672 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 660-661. - ISBN 978-5-4323-0039-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312373>
2. Мандриков, А. П. Примеры расчета железобетонных конструкций : [учеб. пособие] / А.П. Мандриков, Ч. 2. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Техиздат, 2011. - 233 с. : ил. - Прил.: с. 179-227. - Библиогр.: с. 231. - ISBN 5-274-01013-X.

Практическое занятие №2

Тема 4. Метод расчёта ЖБК по предельным состояниям. Расчет по прочности.

Цель: изучить метод расчета по двум группам предельных состояний: несущей способности и пригодности к нормальной эксплуатации, расчёт по прочности, расчетные факторы, нагрузки, прочностные характеристики материалов, коэффициенты надежности по нагрузкам и по назначению

здания, нормативные и расчетные сопротивления материалов, коэффициенты условий работы.

Знать: метод расчета по двум группам предельных состояний: несущей способности и пригодности к нормальной эксплуатации. Расчёт по прочности. Расчетные факторы, нагрузки, прочностные характеристики материалов, коэффициенты надежности по нагрузкам и по назначению здания. Нормативные и расчетные сопротивления материалов. Коэффициенты условий работы.

Уметь: применять метод расчета по двум группам предельных состояний: несущей способности и пригодности к нормальной эксплуатации, выполнять расчет по прочности.

Компетенция: ПК-3 Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения.

Актуальность темы: посвящена изучению метода расчета по двум группам предельных состояний: несущей способности и пригодности к нормальной эксплуатации.

Теоретическая часть: Цель расчета строительных конструкций. Метод расчета по двум группам предельных состояний: несущей способности и пригодности к нормальной эксплуатации. Расчёт по прочности. Расчетные факторы, нагрузки, прочностные характеристики материалов, коэффициенты надежности по нагрузкам и по назначению здания. Нормативные и расчетные сопротивления материалов. Коэффициенты условий работы. Структура расчетных формул для расчета по предельным состояниям.

Вопросы для собеседования:

1. Цель расчета строительных конструкций.
2. Метод расчета по двум группам предельных состояний: несущей способности и пригодности к нормальной эксплуатации.
3. Расчетные факторы, нагрузки, прочностные характеристики материалов, коэффициенты надежности по нагрузкам и по назначению здания.
4. Нормативные и расчетные сопротивления материалов. Коэффициенты условий работы.
5. Коэффициенты условий работы.
6. Структура расчетных формул для расчета по предельным состояниям.

Список рекомендуемой литературы:

1. Железобетонные и каменные конструкции : учебник / О.Г. Кумпяк, З.Р. Галяутдинов, О.Р. Пахмурин, В.С. Самсонов ; под ред. О.Г. Кумпяка. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М. : Издательство АСВ, 2014. - 672 с. : ил., схем.

,табл. - Библиогр.: с. 660-661. - ISBN 978-5-4323-0039-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312373>

2. Мандриков, А. П. Примеры расчета железобетонных конструкций : [учеб. пособие] / А.П. Мандриков, Ч. 2. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Техиздат, 2011. - 233 с. : ил. - Прил.: с. 179-227. - Библиогр.: с. 231. - ISBN 5-274-01013-X.

Практическое занятие №3

Тема 5. Три категории требований расчёта по трещиностойкости.

Цель: изучить три категории требований расчёта по трещиностойкости, расчет по образованию, раскрытию и закрытию трещин.

Знать: три категории требований расчёта по трещиностойкости.

Уметь: выполнять расчет по образованию, раскрытию и закрытию трещин.

Компетенция: ПК-3 Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения.

Актуальность темы: посвящена изучению расчета по образованию, раскрытию и закрытию трещин.

Теоретическая часть: Три категории требований расчёта по трещиностойкости. Расчет по образованию, раскрытию и закрытию трещин.

Вопросы для собеседования:

1. Три категории требований расчёта по трещиностойкости.
2. Расчет по образованию, раскрытию и закрытию трещин.

Список рекомендуемой литературы:

1. Железобетонные и каменные конструкции : учебник / О.Г. Кумпяк, З.Р. Галяутдинов, О.Р. Пахмурин, В.С. Самсонов ; под ред. О.Г. Кумпяка. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М. : Издательство АСВ, 2014. - 672 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 660-661. - ISBN 978-5-4323-0039-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312373>

2. Мандриков, А. П. Примеры расчета железобетонных конструкций : [учеб. пособие] / А.П. Мандриков, Ч. 2. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Техиздат, 2011. - 233 с. : ил. - Прил.: с. 179-227. - Библиогр.: с. 231. - ISBN 5-274-01013-X.

Практическое занятие №4
Тема 6. Расчет изгибаемых железобетонных элементов по нормальным сечениям.

Цель: изучить конструктивные решения железобетонных изгибаемых элементов: балок и плит, два случая исчерпания прочности нормальных сечений, граничное значение относительной высоты сжатой зоны бетона, коэффициент армирования, его предельные значения. Дать понятие расчета прямоугольного сечения с одиночной и двойной арматурой и тавровых сечений.

Знать: конструктивные решения железобетонных изгибаемых элементов: балок и плит, два случая исчерпания прочности нормальных сечений, граничное значение относительной высоты сжатой зоны бетона, коэффициент армирования, его предельные значения.

Уметь: выполнять расчет изгибаемых железобетонных элементов по нормальным сечениям (расчёт прямоугольного сечения с одиночной и двойной арматурой, расчёт тавровых сечений).

Компетенция: ПК-3 Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения.

Актуальность темы: посвящена изучению расчета изгибаемых железобетонных элементов по нормальным сечениям.

Теоретическая часть: Конструктивные решения железобетонных изгибаемых элементов: балок и плит. Два случая исчерпания прочности нормальных сечений. Граничное значение относительной высоты сжатой зоны бетона. Сечение любой формы, симметричное относительно плоскости изгиба. Коэффициента армирования, его предельные значения. Расчёт прямоугольного сечения с одиночной и двойной арматурой. Расчёт тавровых сечений.

Вопросы для собеседования:

1. Конструктивные решения железобетонных изгибаемых элементов: балок и плит.
2. Два случая исчерпания прочности нормальных сечений.
3. Граничное значение относительной высоты сжатой зоны бетона.
4. Сечение любой формы, симметричное относительно плоскости изгиба.
5. Коэффициента армирования, его предельные значения.
6. Расчёт прямоугольного сечения с одиночной и двойной арматурой.
7. Расчёт тавровых сечений.

Список рекомендуемой литературы:

1. Железобетонные и каменные конструкции : учебник / О.Г. Кумпяк, З.Р. Галяутдинов, О.Р. Пахмурин, В.С. Самсонов ; под ред. О.Г. Кумпяка. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М. : Издательство АСВ, 2014. - 672 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 660-661. - ISBN 978-5-4323-0039-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312373>
2. Мандриков, А. П. Примеры расчета железобетонных конструкций : [учеб. пособие] / А.П. Мандриков, Ч. 2. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Техиздат, 2011. - 233 с. : ил. - Прил.: с. 179-227. - Библиогр.: с. 231. - ISBN 5-274-01013-X.

Тема 7. Расчет и конструирование изгибаемых элементов по наклонным сечениям.

Цель: изучить условия прочности наклонного сечения на действие поперечной силы. Дать понятие об эпюре материалов, расчета поперечной арматуры (хомуты, отгибы), расчета прочности наклонного сечения на действие изгибающего момента.

Знать: условия прочности наклонного сечения на действие поперечной силы. Понятие об эпюре материалов.

Уметь: выполнять расчет поперечной арматуры (хомуты, отгибы), расчет прочности наклонного сечения на действие изгибающего момента

Компетенция: ПК-3 Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения.

Актуальность темы: посвящена изучению расчета и конструирования изгибаемых элементов по наклонным сечениям.

Теоретическая часть: Условия прочности наклонного сечения на действие поперечной силы. Расчет поперечной арматуры (хомуты, отгибы). Понятие об эпюре материалов.

Расчёт прочности наклонного сечения на действие изгибающего момента.

Вопросы для собеседования:

1. Условия прочности наклонного сечения на действие поперечной силы.
2. Расчет поперечной арматуры (хомуты, отгибы).
3. Понятие об эпюре материалов.
4. Расчёт прочности наклонного сечения на действие изгибающего момента.

Список рекомендуемой литературы:

1. Железобетонные и каменные конструкции : учебник / О.Г. Кумпяк,

З.Р. Галяутдинов, О.Р. Пахмурин, В.С. Самсонов ; под ред. О.Г. Кумпяка. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М. : Издательство АСВ, 2014. - 672 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 660-661. - ISBN 978-5-4323-0039-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312373>

2. Мандриков, А. П. Примеры расчета железобетонных конструкций : [учеб. пособие] / А.П. Мандриков, Ч. 2. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Техиздат, 2011. - 233 с. : ил. - Прил.: с. 179-227. - Библиогр.: с. 231. - ISBN 5-274-01013-X.

Тема 8. Расчет изгибаемых железобетонных элементов по трещиностойкости и по деформациям.

Цель: изучить условие трещиностойкости, ширину раскрытия трещин, прогибы, расчетные и случайные эксцентриситеты, два расчетных случая внецентренного сжатия, расчетные формулы и условия, определяющие расчетные случаи, алгоритм расчета прочности и армирования сжатых элементов для случаев больших и малых эксцентриситетов. Дать понятие расчета по деформациям, расчета прочности сжатых элементов со случайным эксцентриситетом.

Знать: условие трещиностойкости, ширину раскрытия трещин, прогибы, расчетные и случайные эксцентриситеты, два расчетных случая внецентренного сжатия, расчетные формулы и условия, определяющие расчетные случаи, алгоритм расчета прочности и армирования сжатых элементов для случаев больших и малых эксцентриситетов.

Уметь: выполнять расчет по деформациям, вычисление кривизны, расчет прочности сжатых элементов со случайным эксцентриситетом

Компетенция: ПК-3 Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения.

Актуальность темы: посвящена изучению расчета изгибаемых железобетонных элементов по трещиностойкости и по деформациям.

Теоретическая часть: Условие трещиностойкости. Ширина раскрытия трещин. Расчёт по деформациям. Общие сведения. Прогибы. Вычисление кривизны. Общие понятия. Расчетные и случайные эксцентриситеты. Конструктивные решения элементов. Расчет прочности сжатых элементов со случайным эксцентриситетом. Два расчетных случая внецентренного сжатия. Расчетные формулы и условия, определяющие расчетные случаи. Учет дополнительного прогиба и длительно действующей части нагрузки. Алгоритм расчета прочности и армирования сжатых элементов для случаев

больших и малых эксцентриситетов. Сжатые элементы с косвенной и несущей арматурой.

Вопросы для собеседования:

1. Условие трещиностойкости.
2. Ширина раскрытия трещин.
3. Расчёт по деформациям. Общие сведения.
4. Прогибы. Вычисление кривизны. Общие понятия.
5. Расчетные и случайные эксцентриситеты. Конструктивные решения элементов. Расчет прочности сжатых элементов со случайным эксцентриситетом. Два расчетных случая внецентренного сжатия.
6. Расчетные формулы и условия, определяющие расчетные случаи. Учет дополнительного прогиба и длительно действующей части нагрузки.
7. Алгоритм расчета прочности и армирования сжатых элементов для случаев больших и малых эксцентриситетов.
8. Сжатые элементы с косвенной и несущей арматурой.

Список рекомендуемой литературы:

1. Железобетонные и каменные конструкции : учебник / О.Г. Кумпяк, З.Р. Галяутдинов, О.Р. Пахмурин, В.С. Самсонов ; под ред. О.Г. Кумпяка. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М. : Издательство АСВ, 2014. - 672 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 660-661. - ISBN 978-5-4323-0039-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312373>
2. Мандриков, А. П. Примеры расчета железобетонных конструкций : [учеб. пособие] / А.П. Мандриков, Ч. 2. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Техиздат, 2011. - 233 с. : ил. - Прил.: с. 179-227. - Библиогр.: с. 231. - ISBN 5-274-01013-X.

Практическое занятие № 5

Тема 9. Каменные и армокаменные конструкции. Физико-механические свойства кладок.

Цель: изучить физико-механические свойства кладок, марки камней и растворов, работу каменной кладки на различных стадиях загрузки, характер трещинообразования, нормативные и расчетные сопротивления кладки. Научиться выполнять расчёт и конструирование каменных и армокаменных элементов.

Знать: физико-механические свойства кладок, марки камней и растворов, работу каменной кладки на различных стадиях загрузки, характер трещинообразования, нормативные и расчетные сопротивления кладки.

Уметь: выполнять расчёт и конструирование каменных и армокаменных элементов.

Компетенция: ПК-3 Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения.

Актуальность темы: посвящена изучению каменных и армокаменных конструкций, физико- механических свойств кладок.

Теоретическая часть: Общие сведения. Физико-механические свойства кладок, расчёт и конструирование каменных и армокаменных элементов. Марки камней и растворов. Арматура для армокаменных конструкций. Работа каменной кладки на различных стадиях загрузки. Характер трещинообразования. Нормативные и расчетные сопротивления кладки. Прочность при местном сжатии. Деформация кладки при сжатии. Модули деформации. Упругая характеристика кладки.

Вопросы для собеседования:

1. Общие сведения.
2. Физико-механические свойства кладок, расчёт и конструирование каменных и армокаменных элементов.
3. Марки камней и растворов.
4. Арматура для армокаменных конструкций.
5. Работа каменной кладки на различных стадиях загрузки.
6. Характер трещинообразования.
7. Нормативные и расчетные сопротивления кладки.
8. Прочность при местном сжатии.
9. Деформация кладки при сжатии.
10. Модули деформации. Упругая характеристика кладки.

Список рекомендуемой литературы:

1. Манаева, М.М. Каменные и армокаменные конструкции : учебное пособие / М.М. Манаева, Ю.В. Николенко. - М. : Российский университет дружбы народов, 2013. - 193 с. - ISBN 978-5-209-04323-2.
2. Железобетонные и каменные конструкции : учебник / О.Г. Кумпяк, З.Р. Галяутдинов, О.Р. Пахмурин, В.С. Самсонов ; под ред. О.Г. Кумпяка. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М. : Издательство АСВ, 2014. - 672 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 660-661. - ISBN 978-5-4323-0039-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312373> (13.10.2016).

Практическое занятие № 6

Тема 10. Конструктивные схемы зданий. Принципы расчёта конструкций многоэтажных и одноэтажных промышленных и гражданских зданий.

Цель: изучить требования, предъявляемые к сборному железобетону для строительства зданий, конструктивные схемы зданий, общие принципы их

компоновки из сборного и монолитного железобетона, принципы расчёта конструкций. Научиться различать связевую, рамно-связевую и рамную системы каркасов гражданских и производственных зданий.

Знать: требования, предъявляемые к сборному железобетону для строительства зданий, конструктивные схемы зданий, общие принципы их компоновки из сборного и монолитного железобетона, принципы расчёта конструкций.

Уметь: различать связевую, рамно-связевую и рамную системы каркасов гражданских и производственных зданий.

Компетенция: ПК-3 Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения.

Актуальность темы: посвящена изучению конструктивных схем зданий, принципов расчёта конструкций многоэтажных и одноэтажных промышленных и гражданских зданий.

Теоретическая часть: Требования, предъявляемые к сборному железобетону для строительства зданий. Конструктивные схемы зданий. Связевая, рамно-связевая и рамная системы каркасов гражданских и производственных зданий и общие принципы их компоновки из сборного и монолитного железобетона. Принципы расчёта конструкций.

Вопросы для собеседования:

1. Требования, предъявляемые к сборному железобетону для строительства зданий.
2. Конструктивные схемы зданий.
3. Связевая, рамно-связевая и рамная системы каркасов гражданских и производственных зданий и общие принципы их компоновки из сборного и монолитного железобетона.
4. Принципы расчёта конструкций.

Список рекомендуемой литературы:

1. Железобетонные и каменные конструкции : учебник / О.Г. Кумпяк, З.Р. Галяутдинов, О.Р. Пахмурин, В.С. Самсонов ; под ред. О.Г. Кумпяка. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М. : Издательство АСВ, 2014. - 672 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 660-661. - ISBN 978-5-4323-0039-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312373>
2. Мандриков, А. П. Примеры расчета железобетонных конструкций : [учеб. пособие] / А.П. Мандриков, Ч. 2. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Техиздат, 2011. - 233 с. : ил. - Прил.: с. 179-227. - Библиогр.: с. 231. - ISBN 5-274-01013-X.

Практическое занятие №7

Тема 11. Железобетонные конструкции многоэтажных промышленных и гражданских зданий.

Цель: изучить плоские балочные перекрытия из сборных железобетонных элементов, конструкцию пустотных и ребристых плит, ребристые монолитные перекрытия с балочными плитами, ребристые монолитные перекрытия с плитами, опёртыми по контуру, сборные безбалочные перекрытия, монолитные безбалочные перекрытия. Научиться выполнять компоновку конструктивной схемы перекрытия, расчет армирования пустотных и ребристых плит.

Знать: плоские балочные перекрытия из сборных железобетонных элементов, конструкцию пустотных и ребристых плит, ребристые монолитные перекрытия с балочными плитами, ребристые монолитные перекрытия с плитами, опёртыми по контуру, сборные безбалочные перекрытия, монолитные безбалочные перекрытия.

Уметь: выполнять компоновку конструктивной схемы перекрытия, расчет армирования пустотных и ребристых плит

Компетенция: ПК-3 Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения.

Актуальность темы: посвящена изучению железобетонных конструкций многоэтажных промышленных и гражданских зданий.

Теоретическая часть: Плоские балочные перекрытия из сборных железобетонных элементов. Компоновка конструктивной схемы перекрытия. Конструкция пустотных и ребристых плит. Расчет армирования пустотных и ребристых плит. Ребристые монолитные перекрытия с балочными плитами. Ребристые монолитные перекрытия с плитами, опёртыми по контуру. Сборные безбалочные перекрытия. Монолитные безбалочные перекрытия.

Вопросы для собеседования:

1. Плоские балочные перекрытия из сборных железобетонных элементов.
2. Компоновка конструктивной схемы перекрытия.
3. Конструкция пустотных и ребристых плит.
4. Расчет армирования пустотных и ребристых плит.
5. Ребристые монолитные перекрытия с балочными плитами.
6. Ребристые монолитные перекрытия с плитами, опёртыми по контуру.
7. Сборные безбалочные перекрытия.
8. Монолитные безбалочные перекрытия.

Список рекомендуемой литературы:

1. Железобетонные и каменные конструкции : учебник / О.Г. Кумпяк, З.Р. Галяутдинов, О.Р. Пахмурин, В.С. Самсонов ; под ред. О.Г. Кумпяка. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М. : Издательство АСВ, 2014. - 672 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 660-661. - ISBN 978-5-4323-0039-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312373>
2. Мандриков, А. П. Примеры расчета железобетонных конструкций : [учеб. пособие] / А.П. Мандриков, Ч. 2. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Техиздат, 2011. - 233 с. : ил. - Прил.: с. 179-227. - Библиогр.: с. 231. - ISBN 5-274-01013-X.

Практическое занятие №8

Тема 12. Конструктивные схемы зданий. Принципы расчёта конструкций многоэтажных и одноэтажных промышленных и гражданских зданий.

Цель: изучить обеспечение пространственной жесткости каркасного здания, вертикальные и горизонтальные связи, балки покрытий, фермы, арки, колонны, конструкцию сборных ригелей балочных перекрытий. Научиться различать поперечные рамы здания, продольные рамы.

Знать: обеспечение пространственной жесткости каркасного здания, вертикальные и горизонтальные связи, балки покрытий, фермы, арки, колонны, конструкцию сборных ригелей балочных перекрытий.

Уметь: различать поперечные рамы здания, продольные рамы.

Компетенция: ПК-3 Способность проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и гражданского назначения.

Актуальность темы: посвящена изучению основных конструктивных элементы одноэтажных зданий.

Теоретическая часть: Поперечные рамы здания. Продольные рамы. Обеспечение пространственной жесткости каркасного здания. Вертикальные и горизонтальные связи. Балки покрытий. Фермы. Арки. Колонны. Конструкция сборных ригелей балочных перекрытий.

Вопросы для собеседования:

1. Поперечные рамы здания.
2. Продольные рамы.
3. Обеспечение пространственной жесткости каркасного здания.
4. Вертикальные и горизонтальные связи.
5. Балки покрытий. Фермы. Арки. Колонны
6. Конструкция сборных ригелей балочных перекрытий.

Список рекомендуемой литературы:

1. Железобетонные и каменные конструкции : учебник / О.Г. Кумпяк, З.Р. Галяутдинов, О.Р. Пахмурин, В.С. Самсонов ; под ред. О.Г. Кумпяка. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М. : Издательство АСВ, 2014. - 672 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 660-661. - ISBN 978-5-4323-0039-3; То же [Электронный ресурс]. - URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312373>
2. Мандриков, А. П. Примеры расчета железобетонных конструкций : [учеб. пособие] / А.П. Мандриков, Ч. 2. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Техиздат, 2011. - 233 с. : ил. - Прил.: с. 179-227. - Библиогр.: с. 231. - ISBN 5-274-01013-X.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ОРГАНИЗАЦИИ И ПРОВЕДЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ
РАБОТЫ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ
«ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ И КАМЕННЫЕ КОНСТРУКЦИИ»**

для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство
направленность (профиль) «Городское строительство и хозяйство»

Пятигорск, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1 Введение.....	С. 4
2 Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Железобетонные и каменные конструкции».....	4
3 План-график выполнения самостоятельной работы.....	5
4 Контрольные точки и виды отчетности по ним.....	6
5 Методические указания по изучению теоретического материала.....	7
6 Методические указания по видам работ, предусмотренных рабочей программой.....	8
7 Методические указания по подготовке к экзамену.....	12
8 Список рекомендуемой литературы.....	15

1 Введение

Методические указания для студентов по организации самостоятельной работы по дисциплине «Железобетонные и каменные конструкции» предназначены для студентов очно-заочной формы обучения.

Организация самостоятельной работы студентов выступает одним из ключевых вопросов в современном образовательном процессе. Это связано не только с долей увеличения самостоятельной работы при освоении учебных дисциплин, но, прежде всего, с современным пониманием образования как выстраивания жизненной стратегии личности, включением в «образование длиною в жизнь».

В современных условиях при организации работы студентов большее значение приобретает внеаудиторная самостоятельная работа.

Под самостоятельной работой студентов сегодня понимается вид учебно-познавательной деятельности по освоению профессиональной образовательной программы, осуществляемой в определенной системе, при партнерском участии преподавателя в ее планировании и оценке достижения конкретного результата.

Самостоятельная работа студентов способствует развитию самостоятельности, ответственности и организованности, творческого подхода к решению проблем учебного и профессионального уровня.

Основными признаками самостоятельной работы обучающихся принято считать:

- наличие познавательной или практической задачи, проблемного вопроса или задачи и особого времени на их выполнение, решение;
- проявление умственного напряжения обучающихся для правильного и наилучшего выполнения того или иного действия;
- проявление сознательности, самостоятельности и активности обучающихся в процессе решения поставленных задач;
- наличие результатов работы, которые отражают свое понимание проблемы;
- владение навыками самостоятельной работы.

Самостоятельная работа рассматривается как форма обучения и вид учебного труда, осуществляемый без непосредственного вмешательства преподавателя и как средство вовлечения обучающихся в самостоятельную познавательную деятельность, средство формирования у них методов её организации.

Количество часов на самостоятельную работу по программе предусмотрено – 166 часов.

2 Общая характеристика самостоятельной работы студента при изучении дисциплины «Железобетонные и каменные конструкции»

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Железобетонные и каменные конструкции» предусматривает следующие виды: самостоятельное

изучение литературы; подготовка к практическому занятию; подготовка расчетно-графической работы, подготовка курсового проекта.

Цели самостоятельной работы:

- овладение новыми знаниями, а также методами их получения;
- развитие умения приобретения научных знаний путем личного поиска и переработки информации;
- сбор и систематизация знаний по конкретной теме или проблеме

Задачи самостоятельной работы:

- формирование умений использовать справочную документацию и специальную литературу; развитие познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности.
- систематизация и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений студентов; углубление и расширение теоретических знаний;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации
- развитие исследовательских умений.

3 План-график выполнения самостоятельной работы

Код реализуемой компетенции	Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки	Объем часов		
				СРС	Контактная работа с преподавателем	Всего
6 семестр						
ПК-3 (ИД-1ПК-3; ИД-2ПК-3; ИД-3ПК-3; ИД-4ПК-3; ИД-5ПК-3; ИД-6ПК-3; ИД-7ПК-3; ИД-8 ПК-3)	Выполнение курсового проекта	Курсовой проект	Собеседование	82,8	9,2	92
Итого за 6 семестр				82,8	9,2	92
7 семестр						
ПК-3 (ИД-1ПК-3; ИД-2ПК-3; ИД-3ПК-3; ИД-4ПК-3; ИД-5ПК-3; ИД-6ПК-3; ИД-7ПК-3; ИД-8 ПК-3)	Самостоятельное изучение литературы по теме 9-25	Конспект	Собеседование	66,6	7,4	74
Итого за 7 семестр				66,6	7,4	74
Итого				149,4	16,6	166

4 Контрольные точки и виды отчетности по ним

Рейтинговая оценка знаний студента не предусмотрена.

5 Методические указания по изучению теоретического материала

Прежде всего, необходимо определить вид издания (моноиздание, сборник, часть многотомного или выпуск серийного издания). Устанавливается, какому вопросу, теме или области науки посвящено произведение. Обращается внимание на структуру издания, выявляются принципы группировки материала.

Анализ формы изложения материала помогает при определении читательского адреса. С этой целью изучается, насколько полно, доступно и наглядно изложены вопросы.

При анализе отмечаются особенности полиграфического исполнения и редакционно-издательского оформления, в частности наличие элементов научно-справочного аппарата. Помимо текста самого произведения библиограф просматривает предисловие, вступительную статью, примечания. Если сведений оказывается недостаточно, следует обратиться к дополнительным источникам.

Изучение дополнительных источников. Такими источниками могут быть рецензии, критические статьи, критико-биографические, историко-литературные работы. Выявить эти источники можно с помощью справочных и библиографических изданий.

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Особое внимание следует обратить на определение основных понятий дисциплины. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради дополнять конспект лекций, также следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Работа со справочными изданиями.

Словарь – справочное издание, содержащее упорядоченный перечень языковых единиц (слов, словосочетаний, фраз, терминов, имен, знаков), снабженных относящимися к ним справочными данными.

Терминологический словарь – словарь, содержащий термины какой-либо области знания или темы и их определения (разъяснения).

Справочник – справочное издание, носящее прикладной, практический характер, имеющее систематическую структуру или построенное по алфавиту заглавий статей. По целевому назначению различают: научный, массово-политический, производственно-практический, учебный, популярный и бытовой справочники.

Биографический справочник (словарь) – справочник, содержащий сведения о жизни и деятельности каких-либо лиц.

Библиографический справочник (словарь) – справочник, содержащий биографические сведения о каких-либо лицах, списки их трудов и литературы, освещающей их жизнь и деятельность.

Справочное пособие – пособие, рассчитанное по форме на то, чтобы по нему можно было наводить справки. От справочника отличается тем, что может быть использовано и для последовательного освоения материала, в то время как справочник нацелен главным образом на выборочное чтение, по мере того, как возникают те или иные вопросы и нужда в справке, и для последовательного чтения не приспособлен.

Энциклопедия – справочное издание, содержащее в обобщенном виде основные сведения по одной или всем отраслям знаний и практической деятельности, изложенные в виде кратких статей, расположенных в алфавитном или систематическом порядке. В зависимости от круга включенных сведений различают универсальную (общую), специализированную (отраслевую), региональную (универсальную или специализированную) энциклопедии.

Энциклопедический словарь – энциклопедия, материал в которой расположен в алфавитном порядке.

Глоссарий – словарь терминов.

Тезаурус относится к специальному типу словаря нормативной лексики с точно определенными связями между терминами.

Задания для самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы студентов: самостоятельное изучение литературы.

Итоговый продукт самостоятельной работы: конспект.

Средства и технологии оценки: собеседование.

Порядок оформления и предоставления: оформляется в виде конспекта (статьи, учебника, монографии по педагогической проблематике).

Требования к выполнению.

Конспект должен содержать исходные данные источника, конспект которого составлен.

В нём должны найти отражение основные положения текста.

Объём конспекта не должен превышать одну треть исходного текста.

Текст может быть как научный, так и научно-популярный.

Сделайте в вашем конспекте широкие поля, чтобы в нём можно было записать незнакомые слова, возникающие в ходе чтения вопросы.

Соблюдайте основные правила конспектирования:

1. Внимательно прочитайте весь текст или его фрагмент – параграф, главу.
2. Выделите информативные центры прочитанного текста.
3. Продумайте главные положения, сформулируйте их своими словами и запишите.

4. Подтвердите отдельные положения цитатами или примерами из текста.

5. Используйте разные цвета маркеров, чтобы подчеркнуть главную мысль, выделить наиболее важные фрагменты текста.

Конспект – это сокращённая запись информации. В конспекте, как и в тезисах, должны быть отражены основные положения текста, которые при необходимости дополняются, аргументируются, иллюстрируются одним или двумя самыми яркими и, в то же время, краткими примерами.

Конспект может быть кратким или подробным. Он может содержать без изменения предложения конспектируемого текста или использовать другие, более сжатые формулировки.

Конспектирование является одним из наиболее эффективных способов сохранения основного содержания прочитанного текста, способствует формированию умений и навыков переработки любой информации. Конспект необходим, чтобы накопить информацию для написания более сложной работы (доклада, реферата, курсовой, дипломной работы).

Виды конспектов: плановый, тематический, текстуальный, свободный.

Плановый конспект составляется на основе плана статьи или плана книги. Каждому пункту плана соответствует определенная часть конспекта.

Тематический конспект составляется на основе ряда источников и представляет собой информацию по определенной проблеме.

Текстуальный конспект состоит в основном из цитат статьи или книги.

Свободный конспект включает в себя выписки, цитаты, тезисы.

Конспект предоставляется в рукописном виде на практическом занятии.

Критерии оценивания: Оценка «отлично» ставится студенту, если он полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Оценка «хорошо» ставится студенту, если он дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «отлично», но допускает ошибки, которые сам же исправляет, и имеются недочеты в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, если студент он незнания большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

6 Методические указания по видам работ, предусмотренных рабочей программой

Вид самостоятельной работы студентов:

Собеседование по темам 1-12.

Во время практического занятия преподаватель опрашивает студентов по вопросам, заданным на данное занятие. Студенты должны заранее дома, в библиотеке и читальном зале подготовить ответы на все заданные вопросы практического занятия. Следует вести специальную тетрадь с записями ответов на вопросы. Желательно при подготовке ответа не ограничиваться материалом одного учебника, а использовать научные статьи из журналов, сборников статей, монографии.

В процессе организации работы большое значение имеют консультации преподавателя, в ходе которых можно решить многие проблемы изучаемого курса, уяснить сложные вопросы.

Студент, отвечающий на вопрос практического занятия, должен делать это, как правило, не прибегая к помощи каких-либо записей или учебников. Ответ должен быть настолько полным, насколько это требуется, чтобы достаточно полно раскрыть данный вопрос.

Критерии оценивания: Оценка «отлично» ставится студенту, если он полно излагает материал, дает правильное определение основных понятий; обнаруживает понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только из учебника, но и самостоятельно составленные; излагает материал последовательно и правильно с точки зрения норм литературного языка.

Оценка «хорошо» ставится студенту, если он дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для отметки «отлично», но допускает ошибки, которые сам же исправляет, и имеются недочеты в последовательности и языковом оформлении излагаемого.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент обнаруживает знание и понимание основных положений данной темы, но излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры; излагает материал непоследовательно и допускает ошибки в языковом оформлении излагаемого.

Оценка «неудовлетворительно» ставится студенту, если студент он незнание большей части соответствующего вопроса, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал.

Для выполнения курсового проекта по дисциплине необходимо 3ч. на выполнение каждого задания.

При проверке задания, оцениваются:

- последовательность и рациональность выполнения;
- точность расчетов;
- правильность выполнения чертежей.

При защите КП оцениваются:

- актуальность и научная новизна;
- степень самостоятельности;
- соответствие содержания теме исследования;
- полноту достижения цели и решения задач работы;
- логичность и последовательность изложения материала;
- качество использования литературных источников.

Собеседование включает подготовку к ответам на вопросы по темам дисциплины, студенту предоставляется право на работу: с методическими рекомендациями для студентов по организации самостоятельной работы, методическими указаниями по выполнению практических работ, методическими указаниями по выполнению курсовой работы.

Критерии оценивания результатов самостоятельной работы: ответов на вопросы по темам дисциплины, текста курсового проекта, приведены в Фонде оценочных средств по дисциплине «Железобетонные и каменные конструкции».

7 Методические указания по подготовке к экзамену

Начинайте готовиться к экзаменам заранее, понемногу, по частям, сохраняя спокойствие. Составьте план работы, распределите общее количество **материала** по дням подготовки, обязательно оставив время на повторение. Необходимо определить время занятий с учетом ритмов организма. Перед началом подготовки к экзаменам необходимо просмотреть весь **материал** и отложить тот, что хорошо знаком, а начинать учить незнакомый, новый.

Используйте время, отведенное на подготовку, как можно эффективнее. Новый и сложный материал учите в то время суток, когда хорошо думается, то есть высока работоспособность. Обычно это утренние часы после хорошего отдыха.

Не слоняйтесь без дела. Займите себя чем-нибудь, когда готовитесь к экзамену. Это не оставит вам времени на пустые страхи. Можно заняться спортом, танцами, рисованием или кулинарией. Все это — отличный способ расслабиться и почувствовать уверенность в себе.

Существуют разные **приемы работы с материалом**.

1. Самое главное понять **материал**, разобраться в нем. Очень полезно составлять планы конкретных тем и держать их в уме («план в уме»), а не зазубривать всю тему полностью «от» и «до». Можно также практиковать написание вопросов в виде краткого изложения материала.

2. Заучиваемый материал лучше разбить на смысловые куски, стараясь, чтобы их количество не превышало семи. Смысловые куски материала необходимо укрупнять и обобщать, выражая главную мысль одной фразой. Текст можно сильно сократить, представив его в виде схемы типа «звезды», «дерева», «скобки» и т.п.

3. К трудно запоминаемому материалу необходимо возвращаться несколько раз, просматривать его в течение нескольких минут вечером, а затем еще раз — утром.

4. Пересказ текста своими словами приводит к лучшему его запоминанию, чем многократное чтение, поскольку это активная, организованная целью умственная работа. Вообще говоря, любая аналитическая работа с текстом приводит к его лучшему запоминанию.

5. Используй разные приемы запоминания - зрительно, на слух, письменно.

Вопросы к экзамену.

1. Материалы каменных конструкций
2. Физико-механические свойства каменных конструкций
3. Стадии напряженного состояния кладки
4. Трещины в каменных конструкциях
5. Способы залечивания трещин
6. Факторы, влияющие на прочность кладки
- 7. Нормативные и расчетные характеристики кладки**
8. Деформативные свойства каменной кладки
9. Прочность каменной кладки при растяжении, изгибе и срезе
10. Каменные здания
11. Расчет стен зданий с жесткой конструктивной схемой
12. Расчет стен зданий с упругой конструктивной схемой
13. Стены из кирпича, камней, кирпичных панелей и крупных блоков
14. Деформационные швы.
15. Осадочные швы
16. Расчет внецентренно сжатых элементов
17. Конструктивные схемы каркасных зданий
18. Многоэтажные каркасные здания рамной, рамно-связевой и связевой схем; обеспечение устойчивости здания
19. Рамная схема
20. Связевая схема
21. Рамно-связевая схема
22. Плиты перекрытия
23. Маркировка плит
24. Расчет сплошных железобетонных плит
25. Правила конструирования сплошных плит
26. Безбалочное монолитное перекрытие
- 27. *Безбалочные сборные перекрытия**
28. Вертикальные и горизонтальные связи в железобетонных конструкциях
29. Железобетонные балки покрытий
30. Железобетонные фермы
31. Железобетонные фермы и арки покрытий
32. Железобетонные фундаменты

33. Области применения и классификация тонкостенных пространственных покрытий
34. Конструкция цилиндрических оболочек
35. Купола. Большепролетные железобетонные конструкции
36. Армоцементные пространственные конструкции
37. Подпорные стены
38. Стыки сборных железобетонных колонн
39. Здания с балочными перекрытиями
40. Деформационные швы
41. Закладные детали
42. Железобетонные резервуары
43. Железобетонные силосы
44. Железобетонные бункера

Имеется вопрос со звездочкой (27) - является вопросом повышенной сложности.

8 Список рекомендуемой литературы

Основная литература:

1. Манаева, М.М. Каменные и армокаменные конструкции : учебное пособие / М.М. Манаева, Ю.В. Николенко. - М. : Российский университет дружбы народов, 2013. - 193 с. - ISBN 978-5-209-04323-2.
1. Железобетонные и каменные конструкции : учебник / О.Г. Кумпяк, З.Р. Галяутдинов, О.Р. Пахмурин, В.С. Самсонов ; под ред. О.Г. Кумпяка. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М. : Издательство АСВ, 2014. - 672 с. : ил., схем., табл. - Библиогр.: с. 660-661. - ISBN 978-5-4323-0039-3; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=312373>

Дополнительная литература:

1. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учебник для вузов/ В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов- М.: ООО "БАСТЕТ", 2009.
2. Железобетонные и каменные конструкции: учебник/ В. М. Бондаренко [и др.] ; ред. В. М. Бондаренко- М.: Высшая школа, 2008.
3. Юдина, А.Ф. Монтаж металлических и железобетонных конструкций: учебник для студ. сред. проф. образования/ А. Ф. Юдина- М.: ИЦ "Академия", 2009.
4. Мандриков, А. П. Примеры расчета железобетонных конструкций : [учеб. пособие] / А.П. Мандриков, Ч. 2. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Техиздат, 2011. - 233 с. : ил. - Прил.: с. 179-227. - Библиогр.: с. 231. - ISBN 5-274-01013-X.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
курсового проекта
по дисциплине**

**«ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫЕ И КАМЕННЫЕ
КОНСТРУКЦИИ»**

для студентов направления подготовки 08.03.01 Строительство
направленность (профиль) «Городское строительство и хозяйство»

Пятигорск, 2026 г.

Содержание

1Введение	4
2Цель, задачи и реализуемые компетенции	8
3Формулировка задания	9
4Структура работы	9
5Общие требования к написанию и оформлению работы	10
6Последовательность выполнения задания	16
7Критерии оценивания работы	32
8Порядок защиты работы	33
9Список рекомендуемой литературы	33
10Приложения	34

1 Введение

Многоэтажными бывают не только жилые дома, но также здания производственного, административно-бытового и общественного назначения. Подобные здания чаще всего выполняют каркасными из сборного железобетона. Конструкция данных видов зданий состоит из следующих частей:

Каркас - это пространственный остов, несущий вертикальные и горизонтальные нагрузки и собираемый из отдельных элементов: колонн, ригелей, панелей перекрытий и связей жесткости.

Панели (плиты) перекрытий - непосредственно воспринимают нагрузки на каждом этаже от веса пола, оборудования и людей. Эти нагрузки, вместе с собственным весом панелей, передаются на ригели; последние опираются своими концами на выступы (консоли) колонн. Причем колонна каждого этажа воспринимает нагрузку от колонн вышележащих этажей. Следовательно, самые нагруженные — колонны первого этажа, их устанавливают на фундаменты, через которые и передается на основание (грунт) вся нагрузка от здания.

Кроме вертикальных на здание действуют и горизонтальные нагрузки: ветровое давление, от торможения внутрицехового транспорта, а также случайные воздействия, не всегда поддающиеся учету. Совместное действие вертикальных и горизонтальных нагрузок может привести к потере общей устойчивости здания, если не обеспечить пространственную жесткость, т. е. жесткость в трех плоскостях: двух вертикальных и горизонтальной. Сделать это можно двумя способами:

Первый- создать жесткие узлы сопряжения ригелей с колоннами, которые в отличие от шарнирных способны воспринимать не только продольные и поперечные силы, но и изгибающие моменты. Такие каркасы называют рамными.

Второй - соединить часть колонн специальными связями жесткости, сохранив шарнирное опирание ригелей на консоли колонн. Роль таких связей могут выполнять межкомнатные железобетонные перегородки - их называют диафрагмами жесткости. Подобный тип каркасов получил название связевого (рисунок 1).

В обоих случаях горизонтальными связями являются панели перекрытий которые образуют жесткие диски либо за счет приварки их к ригелям, либо за счет плотно замонтированных продольных и поперечных швов между конструкциями. У каждой системы есть своя область применения. Например, рамные каркасы более трудоемки и материалоемки, но зато этажные пространства в них не перегораживаются диафрагмами, поэтому они предпочтительны для производственных зданий. Связевые каркасы применяют там, где по соображениям планировки перегородки не являются помехой: учреждения, школы, больницы, некоторые промышленные предприятия. В таких зданиях нагрузки на перекрытия сравнительно небольшие, поэтому и конструкции здесь более легкие — в них

можно применять так называемые «скрытые консоли колонн, не выступающие за габариты ригелей, что увеличивает объем помещений и улучшает их интерьер .

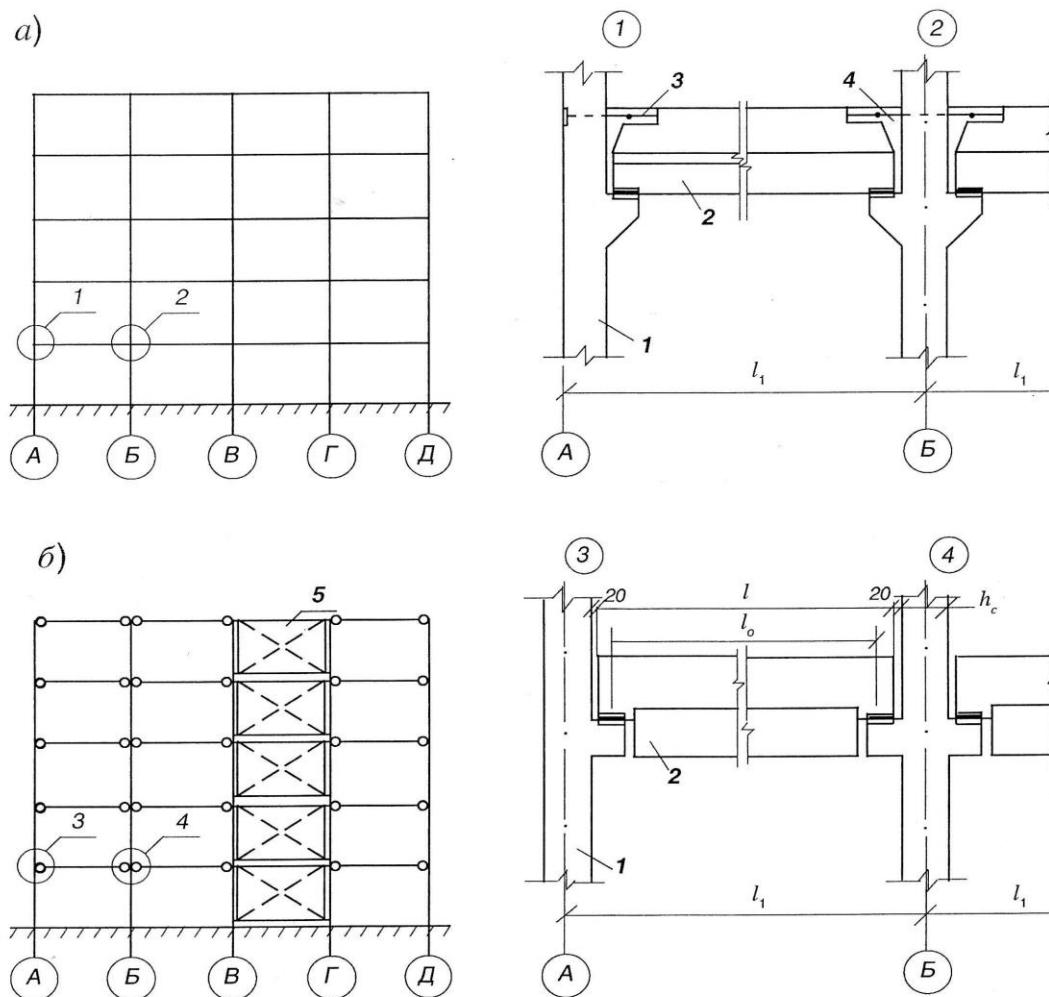


Рисунок 1 – Схемы рамного (а) и связевого (б) каркаса

Целью работы – расчет и конструирование железобетонных конструкций

Основные буквенные обозначения.

L_0 – расчетный пролет;

R_{bn} – нормативное сопротивление бетона при осевом сжатии;

$R_{btн}$ – нормативное сопротивление бетона при осевом растяжении;

R_b – расчетное сопротивление бетона на осевое сжатие (предельное состояние 1 группы);

R_{bt} – расчетное сопротивление бетона на осевое растяжение (предельное состояние 1 группы);

$R_{b \text{ ser}}$ – расчетное сопротивление бетона на осевое сжатие (предельное состояние 2 группы);

$R_{bt \text{ ser}}$ – расчетное сопротивление бетона на осевое растяжение (предельное состояние 2 группы);

R_{bp} – передаточная прочность бетона;

E_b - начальный модуль упругости бетона при сжатии и растяжении;
 R_s - расчетное сопротивление арматуры продольной на растяжение;
 R_{sn} - нормативное сопротивление арматуры
 R_{sw} - расчетное сопротивление арматуры поперечной
 E_s - начальный модуль упругости арматуры;
 Q, M - усилия от расчетных нагрузок;
 M_n, Q_n - усилия от нормативных нагрузок;
 $M_{n,l}, Q_{n,l}$ - усилия от постоянной и длительной нагрузок;
 M_{crc} - момент, воспринимаемый сечением при образовании трещин в стадии изготовления;
 M_{rp} - момент от внецентренного обжатия, вызывающий появление трещин;
 γ_{b2} - коэффициент надежности по нагрузке;
 γ_n - коэффициент надежности по назначению;
 q - расчетная нагрузка;
 q_n - нормативная полная нагрузка;
 $q_{n,l}$ - нормативная постоянная и длительная нагрузка;
 h - фактическая высота;
 h_0 - полезная высота сечения;
 h_f - высота сжатой зоны таврового сечения;
 D - диаметр пустот;
 d - диаметр напрягаемых стержней;
 h_f - расчетная толщина полок двутаврового сечения;
 b - расчетная ширина ребра таврового сечения;
 b_f - ширина полки таврового сечения;
 b_f - ширина нижней полки двутаврового сечения;
 x - высота сжатой зоны;
 z_1 - плечо внутренней пары;
 ξ - относительная высота сжатой зоны (x / h_0);
 ξ_R - граничная высота сжатой зоны;
 ω - характеристика сжатой зоны;
 $\Delta\gamma_{sp}$ - отклонение натяжения;
 γ_{sp} - коэффициент точности натяжения арматуры;
 γ_{s6} - коэффициент условий работы, учитывающий работу напрягаемой арматуры выше условного предела текучести;
 n_p - число натягиваемых стержней в сечении;
 η - условный предел текучести;
 μ - коэффициент армирования (A_s / bh_0);
 μ_{min} - минимальный коэффициент армирования;
 A_s - площадь сечения растянутой арматуры;
 A_{red} - площадь приведенного сечения;
 A_b - площадь полки двутаврового сечения;
 W_{red} - момент сопротивления сечения (по нижней зоне) в стадии эксплуатации;
 $W_{red}^{\wedge}$ - момент сопротивления сечения (по верхней зоне) в стадии изготовления;

W_{pl}^{λ} - упругопластический момент сопротивления в стадии изготовления;
 W_{pl} - упругопластический момент сопротивления в стадии эксплуатации;
 P_1 - усилие в арматуре к началу обжатия бетона;
 P_2 - усилие в арматуре с учетом всех потерь;
 S_{red} - статический момент приведенного сечения;
 I_{red} - момент инерции приведенного сечения;
 I_b - момент инерции бетона;
 y_0 - расстояние от нижней грани до центра тяжести приведенного сечения;
 r - расстояние от наиболее удаленной точки растянутой (верхней) зоны до центра тяжести;
 φ_f - коэффициент, учитывающий влияние полки в сжатой зоне;
 φ_n - коэффициент, учитывающий влияние продольных сил;
 φ_{b1} - коэффициент зависимости определяется по формуле $\varphi_{b1} = 1 - \beta R_b$, где $\beta = 0,01$ для тяжелого бетона, $\beta = 0,02$ для легкого;
 φ_{b2} - коэффициент, учитывающий вид бетона;
 φ_{w1} - коэффициент, учитывающий влияние поперечной арматуры, нормальной к продольной оси элемент;
 e_{op} - эксцентриситет усилия обжатия P_1 относительно центра тяжести сечения;
 p - отклонение величины контролируемого напряжения
 σ_{bp} - напряжение в бетоне при обжатии на уровне арматуры;
 σ_s - приращение напряжений в растянутой арматуре от действия полной нагрузки;
 σ_{sp} - предварительное натяжение арматуры;
 σ_1 - потери от релаксации напряжений в арматуре при электротермическом способе натяжения;
 σ_2 - потери от температурного перепада между натянутой арматурой и упорами;
 σ_3, σ_5 - потери от деформации анкеров;
 σ_6 - потери от быстроснатекающей ползучести;
 σ_8 - потери от усадки бетона;
 σ_9 - потери от ползучести бетона;
 a'_{crc1} - ширина непродолжительного раскрытия трещин;
 a'_{crc1} - ширина раскрытия трещин от непродолжительного действия полной нагрузки;
 a'_{crc2} - ширина раскрытия трещин от непродолжительного действия постоянной и длительной нагрузок;
 a_{crc2} - ширина раскрытия трещин от продолжительного действия постоянной и длительной нагрузок;
 N_{tot} - суммарная продольная сила;
 Ψ_s - коэффициент, характеризующий неравномерность деформации растянутой арматуры на участке между трещинами;
 Ψ_b - коэффициент, характеризующий неравномерность деформации бетона на участке между трещинами;
 $(1/r)_4$ - кривизна в середине пролета при длительном действии нагрузок;

$(1/\gamma)_3$ - кривизна, обусловленная выгибом панели от усадки и ползучести бетона в следствии обжатия;

$(1/\gamma)$ - полная кривизна;

f — прогиб;

Q_b - прочность сжатого бетона на срез;

Q_{sw} – прочность поперечной арматуры, пересекающей наклонную трещину;

Q_{max} – опорная реакция;

c – проекция расстояния от грани опоры до конца трещины (пролет среза);

c_0 - проекция опасной наклонной трещины;

k_f – катет шва;

l_w - длина одного шва;

Методические указания по выполнению курсового проекта по дисциплине «Железобетонные и каменные конструкции» предназначены для студентов заочной формы обучения.

2 Цель, задачи и реализуемые компетенции

Цель:

- формирование набора профессиональных и общенаучных компетенций будущего бакалавра по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство».

- дать будущему бакалавру необходимые знания в области: материалов для железобетонных и каменных конструкций зданий и инженерных сооружений различного назначения; общих принципов расчета и конструирования элементов зданий; установления оптимальных областей применения конструкций с обеспечением их необходимой долговечности и надежности.

Задачи:

- изучение физико-механических свойств бетона, стальной арматуры, железобетона и каменной кладки;
- изучение основ сопротивления элементов действию статических и динамических нагрузок;
- обзор основных сведений о каменных и армокаменных конструкциях.

Реализуемые компетенции:

Код, формулировка компетенции	Код, формулировка индикатора	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций, индикаторов
Способен проводить расчетное обоснование и конструирование строительных конструкций зданий и сооружений промышленного и	ИД-1 ПК-3 Выбирает исходную информацию и нормативно-технические документы для выполнения расчётного обоснования проектных решений здания (сооружения) промышленного и	Выбирает исходную информацию и методику расчётного обоснования, выполняет сбор нагрузок, расчеты строительной конструкции, здания

гражданского назначения (ПК-3)	гражданского назначения; ИД-3 ПК-3 Выполняет сбор нагрузок и воздействий на здание (сооружение) промышленного и гражданского назначения; ИД-4 ПК-3 Выбирает методики расчётного обоснования проектного решения конструкции здания (сооружения) промышленного и гражданского назначения; ИД-6 ПК-3 Выполняет расчеты строительной конструкции, здания (сооружения), основания по первой, второй группам предельных состояний; ИД-7 ПК-3 Составляет графическое оформление проектной документации на строительную конструкцию;	(сооружения), основания по первой, второй группам предельных состояний и составляет графическое оформление проекта
--------------------------------	---	--

3 Формулировка задания

Выполнить расчет железобетонной плиты перекрытия по двум группам предельных состояний: по прочности (несущей способности) и непригодности к нормальной эксплуатации (прогиб, трещины)

4 Структура работы

В состав курсового проекта входит:

- титульный лист;
- задание на выполнение курсового проекта;
- отзыв;
- содержание курсового проекта;
- введение;
- основная часть.
- заключение (выводы);
- список использованных источников;
- приложение.

5 Общие требования к написанию и оформлению работы

Общие требования к оформлению работы

ГОСТ 7.32-2001 «Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления».

По ГОСТ 7.32-2001 текст печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 через полтора интервала. Цвет шрифта - черный. Размер шрифта (кегель) - кегль 14. Тип шрифта - Times New Roman.

Размеры полей: правое - 15 мм, верхнее и нижнее - 20 мм, левое - 30 мм.

Страницы работы нумеруются арабскими цифрами (нумерация сквозная по всему тексту). Номер страницы ставится в центре нижней части листа без точки. Титульный лист включается в общую нумерацию, номер на нем не ставится.

Оформление заголовков

По ГОСТ 7.32-2001 главы основной части работы не являются структурными элементами - таким элементом (наряду содержанием, введением, заключением, списком использованных источников, приложением и др.) является только вся основная часть в целом. По ГОСТ 7.32-2001 заголовки структурных элементов работы располагают в середине строки без точки в конце и печатают заглавными буквами без подчеркивания. Каждый структурный элемент следует начинать с новой страницы.

Главы обычно нумеруют, хотя, если их рассматривать в качестве структурных элементов работы, то указаний стандартов на этот счет никаких нет. То есть можно и не нумеровать.

Главы могут делиться на параграфы, которые в свою очередь могут делиться на пункты и подпункты (и более мелкие разделы).

Номер параграфа состоит из номеров главы и параграфа в главе, разделенных точкой. В конце номера точка не ставится. Аналогичным образом нумеруются и пункты в параграфе (например: 2.4.2 Анализ результатов). В принципе, допускается наличие в главе всего одного параграфа, а в параграфе - одного пункта. В этом случае параграф и пункт все равно нумеруются. Заголовки параграфов, пунктов и подпунктов следует печатать с абзацного отступа с прописной буквы без точки в конце, не подчеркивая. Если заголовок состоит из двух предложений, их разделяют точкой. Переносы слов в заголовках не допускаются.

Размер абзацного отступа, как и расстояния между заголовками, ГОСТ 7.32-2001 никак не регулирует, но можно ориентироваться на ГОСТ 2.105-95 «Общие требования к текстовым документам», по которому абзацный отступ равен 1,25см.

Расстояние между заголовком и текстом должно быть равно 3 или 4 интервалам (15 мм). Если диплом напечатан интервалом 1,5, то это значит, что расстояние между заголовком и текстом равно одной пустой строке.

Оформление содержания

По ГОСТ 7.32-2001 заголовок СОДЕРЖАНИЕ пишется заглавными буквами посередине строки.

Содержание включает введение, наименование всех глав, параграфов, пунктов, заключение, список использованных источников и наименование приложений с указанием номеров страниц, с которых начинаются эти элементы работы.

По ГОСТ 2.105-95 наименования, включенные в содержание, записывают строчными буквами, начиная с прописной буквы.

Оформление рисунков

По ГОСТ 7.32-2001 на все рисунки в тексте должны быть даны ссылки. Рисунки должны располагаться непосредственно после текста, в котором они

упоминаются впервые, или на следующей странице. Рисунки нумеруются арабскими цифрами, при этом нумерация сквозная, но допускается нумеровать и в пределах раздела (главы). В последнем случае номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера иллюстрации, разделенных точкой (например: Рисунок 1.1). Подпись к рисунку располагается под ним посередине строки. Слово «Рисунок» пишется полностью. Подпись должна выглядеть так: Рисунок 2 - Структура фирмы. Точка в конце названия не ставится.

Если в работе есть приложения, то рисунки каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением впереди обозначения приложения (например: Рисунок А.3).

Оформление таблиц

По ГОСТ 7.32-2001 на все таблицы в тексте должны быть ссылки. Таблица должна располагаться непосредственно после текста, в котором она упоминается впервые, или на следующей странице. Все таблицы нумеруются (нумерация сквозная, либо в пределах раздела - в последнем случае номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделенных точкой (например: Таблица 1.2). Таблицы каждого приложения обозначают отдельной нумерацией арабскими цифрами с добавлением впереди обозначения приложения (например: Таблица В.2). Слово «Таблица» пишется полностью. Название таблицы следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа в одну строку с ее номером через тире (например: Таблица 3 - Доходы фирмы). Точка в конце названия не ставится.

При переносе таблицы на следующую страницу название помещают только над первой частью, при этом нижнюю горизонтальную черту, ограничивающую первую часть таблицы, не проводят. Над другими частями также слева пишут слово «Продолжение» и указывают номер таблицы (например: Продолжение таблицы 1).

Таблицу с большим количеством столбцов допускается делить на части и помещать одну часть под другой в пределах одной страницы. Если строки и столбцы таблицы выходят за формат страницы, то в первом случае в каждой части таблицы повторяется головка, во втором случае - боковик. При делении таблицы на части допускается ее головку или боковик заменять соответственно номером столбцов и строк. При этом нумеруют арабскими цифрами столбцы и(или) строки первой части таблицы.

Заголовки столбцов и строк таблицы следует писать с прописной буквы в единственном числе, а подзаголовки столбцов - со строчной буквы, если они составляют одно предложение с заголовком, или с прописной буквы, если они имеют самостоятельное значение. В конце заголовков и подзаголовков столбцов и строк точки не ставят. Разделять заголовки и подзаголовки боковых столбцов диагональными линиями не допускается.

Заголовки столбцов, как правило, записывают параллельно строкам таблицы, но при необходимости допускается их перпендикулярное расположение.

Горизонтальные и вертикальные линии, разграничивающие строки таблицы, допускается не проводить, если их отсутствие не затрудняет пользование

таблицей. Но головка таблицы должна быть отделена линией от остальной части таблицы.

Оформление примечаний

По ГОСТ 7.32-2001 примечания размещают сразу после текста, рисунка или в таблице, к которым они относятся. Если примечание одно, то после слова «Примечание» ставится тире и идет текст примечания. Одно примечание не нумеруют. Несколько примечаний нумеруют по порядку арабскими цифрами без точки.

Примечание - _____

или:

Примечания

1 _____

2 _____

3 _____

Примечания можно оформить в виде сноски. Знак сноски ставят непосредственно после того слова, числа, символа, предложения, к которому дается пояснение. Знак сноски выполняют надстрочно арабскими цифрами со скобкой. Допускается вместо цифр выполнять сноски звездочками «*». Применять более трех звездочек на странице не допускается. Сноску располагают в конце страницы с абзачного отступа, отделяя от текста короткой горизонтальной линией слева.

Оформление формул и уравнений

По ГОСТ 7.32-2001 формулы и уравнения следует выделять из текста в отдельную строку. Над и под каждой формулой или уравнением нужно оставить по пустой строке. Если уравнение не умещается в одну строку, то оно должно быть перенесено после знака равенства (=) или после знаков плюс (+), минус (-), умножения (х), деления (:), или других математических знаков, причем этот знак в начале следующей строки повторяют. При переносе формулы на знаке, символизирующем операцию умножения, применяют знак «х».

Если нужны пояснения к символам и коэффициентам, то они приводятся сразу под формулой в той же последовательности, в которой они идут в формуле.

Все формулы нумеруются. Обычно нумерация сквозная. Номер проставляется арабскими цифрами в круглых скобках в крайнем правом положении на строке.

$$A = a:b \qquad (1)$$

Допускается нумерация формул в пределах раздела. В этом случае номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера внутри раздела, разделенных точкой, например: (1.4).

Формулы в приложениях имеют отдельную нумерацию в пределах каждого приложения с добавлением впереди обозначения приложения, например: (B.2).

Допускается выполнение формул и уравнений рукописным способом черными чернилами.

Оформление перечислений

По ГОСТ 7.32-2001 перед каждым перечислением следует ставить дефис или, при необходимости ссылки в тексте на одно из перечислений, строчную букву (за исключением ё, з, й, о, ч, ь, ы, ъ).

Для дальнейшей детализации перечислений необходимо использовать арабские цифры, после которых ставится скобка, а запись производится с абзацного отступа.

- а) _____
- б) _____
 - 1) _____
 - 2) _____
- в) _____

Оформление приложений

По ГОСТ 7.32-2001 в тексте работы на все приложения должны быть даны ссылки. Приложения располагают в порядке ссылок на них в тексте.

Каждое приложение следует начинать с новой страницы с указанием наверху посередине страницы слова «ПРИЛОЖЕНИЕ» и его обозначения. Приложение должно иметь заголовок, который записывают симметрично относительно текста с прописной буквы отдельной строкой.

Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ъ, Ы, Ь. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность (например: ПРИЛОЖЕНИЕ Б). Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами. Если в документе одно приложение, оно обозначается «ПРИЛОЖЕНИЕ А».

Текст каждого приложения может быть разделен на разделы, подразделы и т.д., которые нумеруют в пределах каждого приложения. Перед номером ставится обозначение этого приложения.

Нумерация страниц приложений и основного текста должна быть сквозная.

Оформление списка литературы

По ГОСТ 7.32-2001 список литературы должен называться «Список использованных источников». По ГОСТ 7.32-2001 сведения об источниках следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте и нумеровать арабскими цифрами без точки и печатать с абзацного отступа. Однако в таком контексте указанный список подразумевает не собственно список литературы, а список ссылок. Список же ссылок регламентируется специальным ГОСТом - ГОСТ Р 7.0.5-2008 «Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления», который особо разграничивает список ссылок и список литературы.

Структура списка литературы

Принято источники в списке литературы располагать в алфавитном порядке (относительно заголовка соответствующей источнику библиографической записи). При этом независимо от алфавитного порядка впереди обычно идут

нормативные акты. Исходя из этого, можно считать устоявшимся правилом следующий порядок расположения источников:

- нормативные акты;
- книги;
- печатная периодика;
- источники на электронных носителях локального доступа;
- источники на электронных носителях удаленного доступа (т.е. интернет-источники).

В каждом разделе сначала идут источники на русском языке, а потом - на иностранных языках (так же в алфавитном порядке).

Нормативные акты располагаются в следующем порядке:

- международные акты, ратифицированные Россией, причем сначала идут документы ООН;

- Конституция России;
- кодексы;
- федеральные законы;
- указы Президента России;
- постановления Правительства России;
- приказы, письма и пр. указания отдельных федеральных министерств и ведомств;

- законы субъектов России;
- распоряжения губернаторов;
- распоряжения областных (республиканских) правительств;
- судебная практика (т.е. постановления Верховного и прочих судов России);

- законодательные акты, утратившие силу.

Федеральные законы следует записывать в формате:

Федеральный закон от [дата] № [номер] «[название]» // [официальный источник публикации, год, номер, статья]

Законы располагаются не по алфавиту, а по дате принятия (подписания Президентом России) - впереди более старые.

Если при написании работы использовался законодательный сборник или издание отдельного закона, в список литературы все равно следует записать закон (приказ и т.п.) с указанием официального источника публикации. Для федеральных актов такими источниками являются: «Собрание законодательства Российской Федерации», «Российская газета», «Собрание актов Президента и Правительства Российской Федерации» и др.

6 Последовательность выполнения задания

Расчет и конструирование круглопустотной плиты (ПРИМЕР)

Исходные данные:

1) геометрические параметры: номинальная длина плиты $L=6,28$ м, номинальная ширина плиты $B=2,2$ м, ширина ригеля $b=0,25$ м, размер полки ригеля $a=0$;

2) нагрузочные параметры: временная нормативная нагрузка $V_n=500$ кгс/м², в том числе длительная $V_{n1}=350$ кгс/м², кратковременная $V_{n2}=150$ кгс/м²;

3) конструкционно-технологические условия: плиту армировать с предварительным напряжением, использовать бетон класса В25.

Для поперечного сечения плиты принять пустотную форму с круглыми пустотами (многопустотную).

Расчет плиты целесообразно производить в определенной последовательности.

Расчет по предельным состояниям первой группы

Расчетные пролет и нагрузки

При опирании плиты на ригель поверху ($a=0$) расчетный пролет (рис.2)

$$l = L - b/2 = 6,28 - 0,25/2 = 6,155 = 6,2 \text{ м}$$

Подсчет нагрузок на 1 м² перекрытия удобно вести в табличной форме (табл. 4), где учтена нагрузка от конструкции пола (рис. 3).

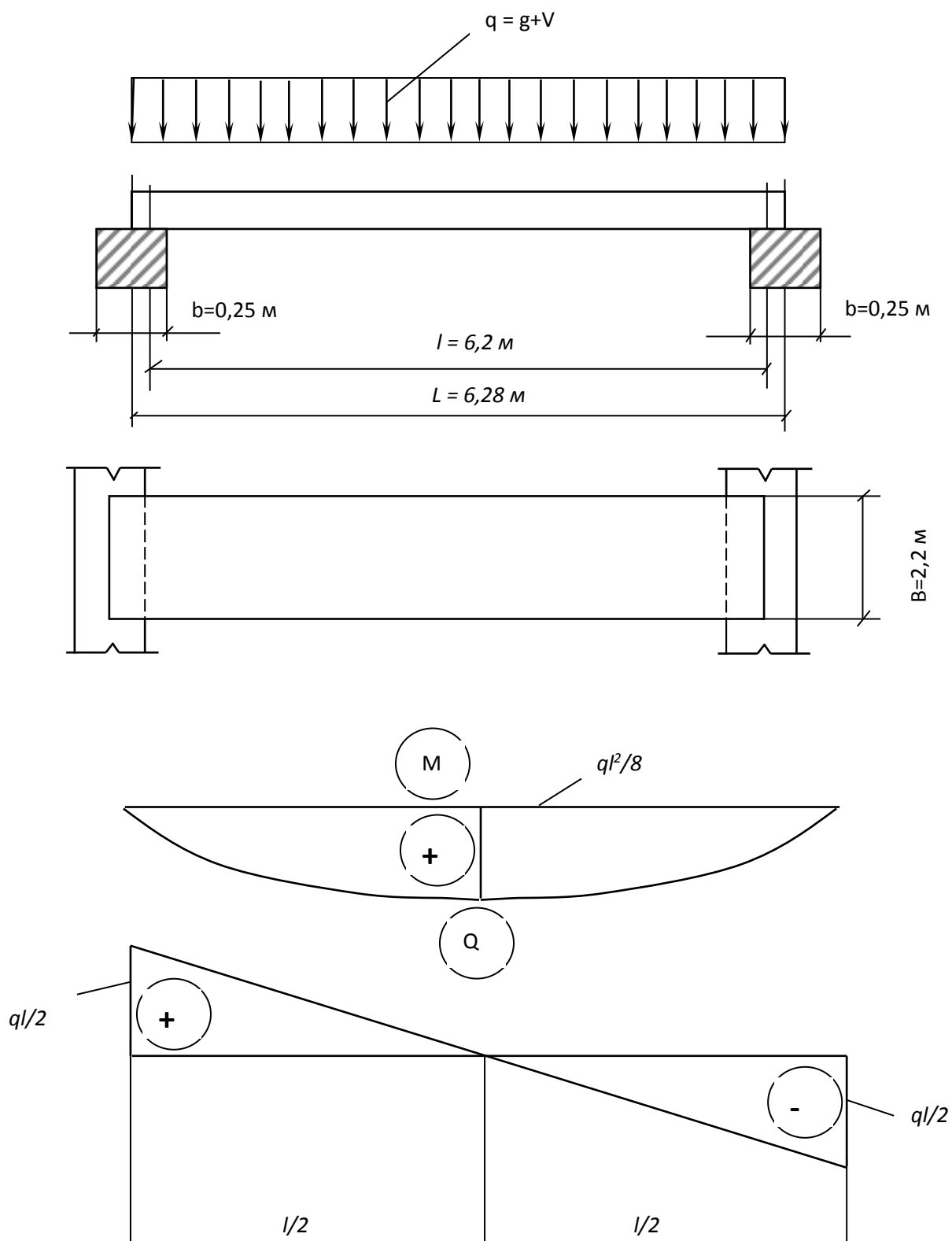
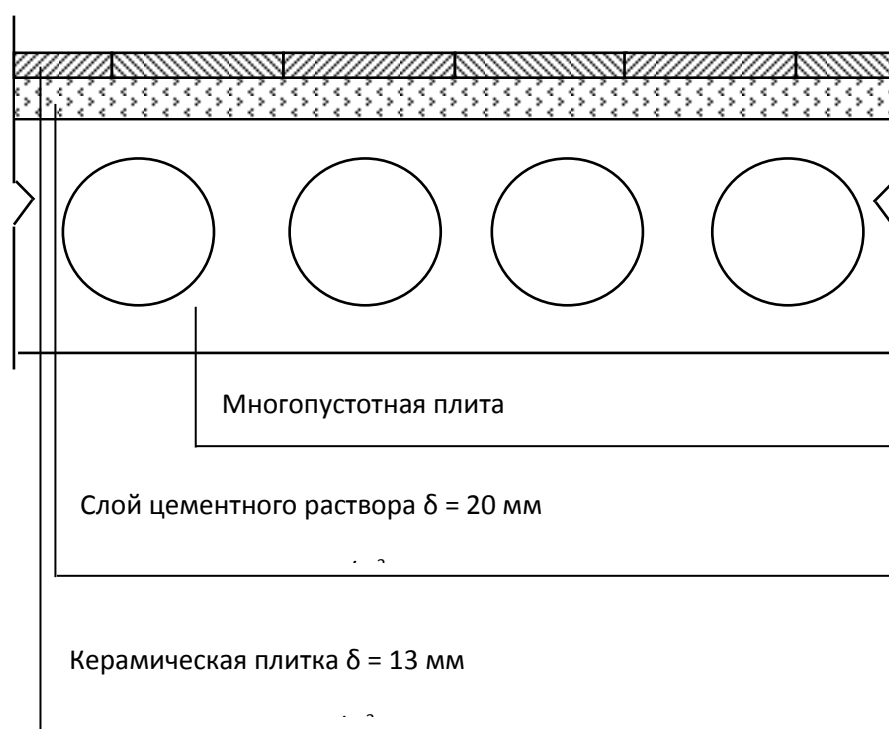


Рисунок 2 - Расчетная схема плиты и эпюры расчетных усилий (изгибающих моментов M и поперечных сил Q)

Таблица 1 - Нормативные и расчетные нагрузки на 1 м² перекрытия

№ п/п	Нагрузка	Нормативная, кгс/м ²	Коэффициент надежности по нагрузке	Расчетная, кгс/м ²
1	2	3	4	5
1	ПОСТОЯННАЯ			
2	- керамические плитки, $\delta = 13\text{мм}$ ($\rho = 1800\text{кг} / \text{м}^3$)	24	1,1	26,4
3	- слой цементного раствора, $\delta = 20\text{мм}$ ($\rho = 2200\text{кг} / \text{м}^3$)	44	1,3	57,2
4	- многопустотная плита	300	1,1	330
5	ИТОГО	368	-	414
6	ВРЕМЕННАЯ	500	1,2	600
7	В том числе:			
8	- длительная	350	1,2	420
9	- кратковременная	150	1,2	180
10	ПОЛНАЯ НАГРУЗКА	868	-	1014
11	В том числе:			
12	- постоянная и длительная	718	-	-
13	- кратковременная	150	-	-



Расчетная нагрузка на 1 м пролета (длины) плиты при ее ширине 2,2 м с учетом коэффициента надежности по назначению здания $\gamma_n = 0,95$ составляет:

$$g = 414 \cdot 2,2 \cdot 0,95 = 865 \text{ кгс/м} - \text{постоянная,}$$
$$q = g + V = 1014 \cdot 2,2 \cdot 0,95 = 2120 \text{ кгс/м} - \text{полная.}$$

Нормативная нагрузка на 1 м:

$$g_n = 368 \cdot 2,2 \cdot 0,95 = 770 \text{ кгс/м} - \text{постоянная,}$$
$$q_n = g_n + V_n = 868 \cdot 2,2 \cdot 0,95 = 1815 \text{ кгс/м} - \text{полная;}$$
$$g_n + V_{n1} = 718 \cdot 2,2 \cdot 0,95 = 1500 \text{ кгс/м} - \text{постоянная и длительная.}$$

Усилия от расчетных и нормативных нагрузок.

Усилия от нагрузок представляют собой изгибающие моменты M и поперечные силы Q (рис. 2).

От расчетной нагрузки:

$$M = ql^2/8 = 2120 \cdot 6,2^2/8 = 10186 = 10200 \text{ кгс*м;}$$
$$Q = ql/2 = 2120 \cdot 6,2/2 = 6572 = 6600 \text{ кгс.}$$

От нормативной полной нагрузки:

$$M = q_n l^2/8 = 1815 \cdot 6,2^2/8 = 8721 = 8730 \text{ кгс*м;}$$
$$Q = q_n l/2 = 1815 \cdot 6,2/2 = 5626 = 5630 \text{ кгс.}$$

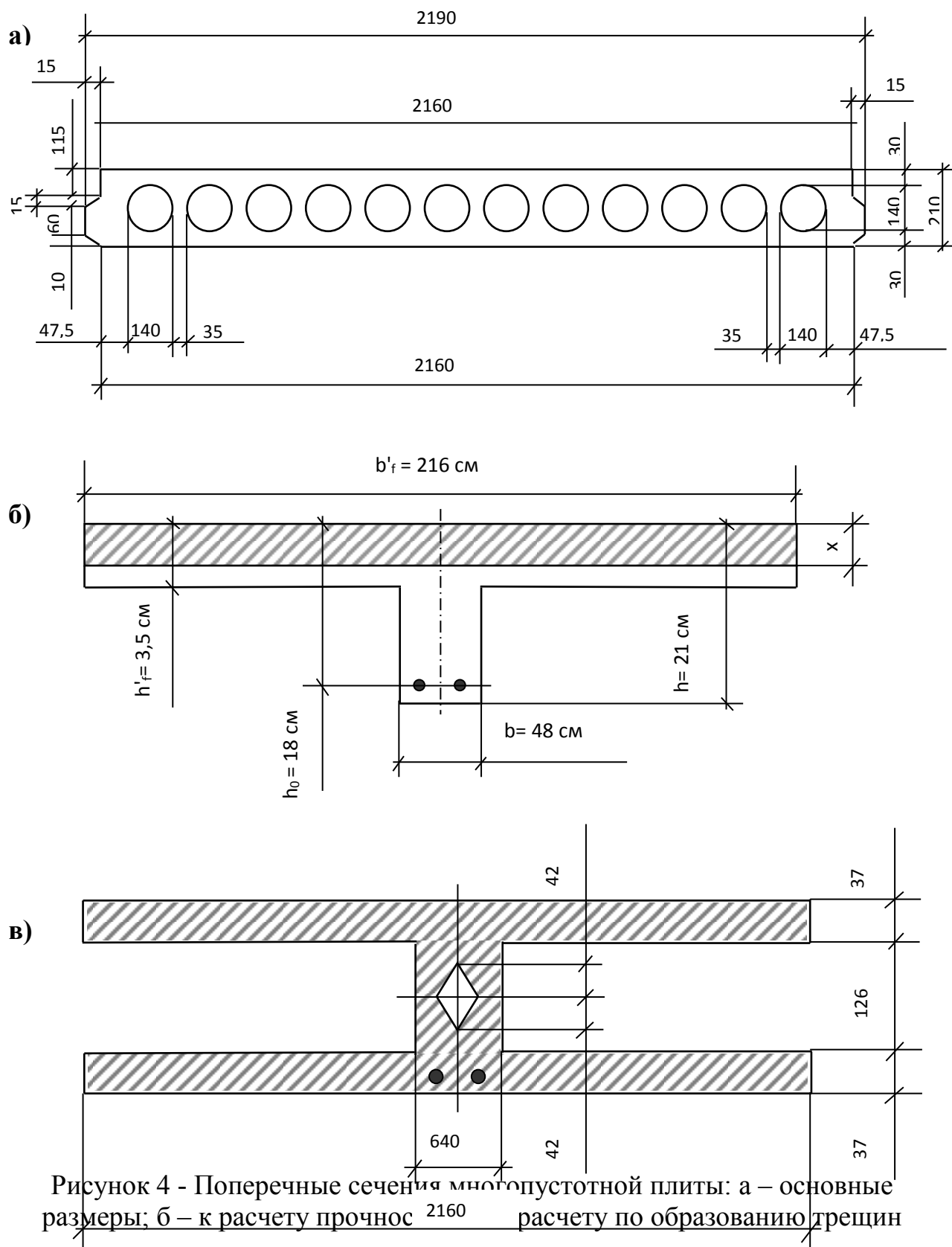
От нормативной постоянной и длительной нагрузок:

$$M = (g_n + V_{n1}) l^2/8 = 1500 \cdot 6,2^2/8 = 7207 = 7210 \text{ кгс*м.}$$

Определение размеров сечения плиты

Высота сечения многопустотной (12 круглых пустот диаметром 14 см) предварительно напряженной плиты (рис. 4, а):

$$h = l/30 = 6,2/30 = 0,206 = 0,210 \text{ м;}$$
$$h_0 = h - a = 21 - 3 = 18 \text{ см} - \text{рабочая высота сечения.}$$



Остальные размеры поперечного сечения многопустотной плиты:

- толщина верхней и нижней полок $(21-14)/2=3,5$ см;
- ширина ребер – средних 3,5 см, крайних – 4,75 см
 $(4,75*2 + 3,5*11 + 14*12 = 216$ см (рис.4,а).

В расчетах по предельным состояниям первой группы расчетная толщина сжатой полки таврового сечения $h'_f=3,5$ см (рис.4, б). Отношение $h'_f/h=3,5/21=0,17 > 0,1$, поэтому в расчет вводится вся ширина полки $b'_f=216$ см, а расчетная ширина ребра $b=216-14*12=48$ см.

Характеристики прочности бетона и арматуры

Многопустотная предварительно напряженная плита армируется стержневой арматурой класса А-V с электротермическим напряжением на упоры форм. К трещиностойкости плиты предъявляются требования 3-й категории. Изделие подвергается тепловой обработке при атмосферном давлении.

Бетон тяжелый класса В25, соответствующий напрягаемой арматуре. Его призмная прочность нормативная: $R_{bn} = R_{b,ser} = 185 \text{ кгс/см}^2$, расчетная: $R_b=145 \text{ кгс/см}^2$; коэффициент условий работы бетона: $\gamma_{b2} = 0,9$; нормативное сопротивление при растяжении: $R_{bt} = R_{bt,ser} = 16 \text{ кгс/см}^2$, расчетное: $R_{bt}=10,5 \text{ кгс/см}^2$; начальный модуль упругости бетона: $E_b = 300000 \text{ кгс/см}^2$. Передаточная прочность бетона R_{bp} устанавливается так, чтобы при обжатии отношение напряжений $\sigma_{bp}/R_{bp} \leq 0,75$.

Продольная арматура класса А-V, нормативное сопротивление: $R_{sn} = 7850 \text{ кгс/см}^2$, расчетное сопротивление: $R_s=6800 \text{ кгс/см}^2$; модуль упругости: $E_s = 1900000 \text{ кгс/см}^2$. Предварительное напряжение арматуры: $\sigma_{sp} = 0,75R_{sn}=0,75*7850=5888=5900 \text{ кгс/см}^2$.

Для предварительного напряжения арматуры необходимо проверить выполнение условий:

$$\sigma_{sp} + \Delta\sigma_{sp} \leq R_{sn}; \sigma_{sp} - \Delta\sigma_{sp} \geq 0,3R_{sn}, \quad (1)$$

где $\Delta\sigma_{sp} = 0,05\sigma_{sp}$ - при механическом способе напряжения;

$\Delta\sigma_{sp} = 30 + 360/l$ - при электротермическом способе напряжения;

l – длина натягиваемого стержня, м (расстояние между наружными гранями упоров);

$\Delta\sigma_{sp}$, МПа

В данном случае при электротермическом способе натяжения:

$$\Delta\sigma_{sp} = 30 + 360/l = 30 + 360/6,0 = 88 \text{ МПа} = 880 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\sigma_{sp} + \Delta\sigma_{sp} = 5900 + 880 = 6780 \text{ кгс/см}^2 < R_{sn} = 7850 \text{ кгс/см}^2$$

$$\sigma_{sp} - \Delta\sigma_{sp} = 5900 - 880 = 5020 \text{ кгс/см}^2 > 0,3R_{sn} = 0,3 \cdot 7850 = 2355 \text{ кгс/см}^2 - \text{условия (1) выполняются.}$$

Предельное отклонение значения предварительного напряжения определяют по формуле:

$$\Delta\gamma_{sp} = 0,5 \frac{\Delta\sigma_{sp}}{\sigma_{sp}} (1 + 1/\sqrt{n_p}), \quad (2)$$

где n_p – число напрягаемых стержней в сечении элемента.

Здесь при $n_p=10$ $\Delta\gamma_{sp} = 0,5 \cdot 880/5900 \cdot (1 + 1/\sqrt{10}) = 0,10$

Коэффициент точности натяжения $\gamma_{sp} = 1 - \Delta\gamma_{sp} = 1 - 0,1 = 0,9$

При проверке по образованию трещин в верхней зоне при обжатии: $\gamma_{sp} = 1 + \Delta\gamma_{sp} = 1 + 0,1 = 1,1$. Значение предварительного напряжения с учетом точности натяжения:

$$\sigma_{sp} = 0,9 \cdot 5900 = 5310 = 5300 \text{ кгс/см}^2$$

Прочность плиты по нормальному сечению

В сечении многопустотной плиты, нормальном к продольной оси, действует расчетное усилие в виде изгибающего момента от полной нагрузки $M=10200 \text{ кгс} \cdot \text{м} = 1020000 \text{ кгс} \cdot \text{см}$. Это сечение является тавровым с полкой в сжатой зоне (рис. 4, б). Необходимо определить табличные значения α_m , ξ и ζ такого сечения:

$$\alpha_m = M / (\gamma_{b2} R_b b_f' h_0^2) = 1020000 / (0,9 \cdot 145 \cdot 216 \cdot 18^2) = 0,111$$

$$\xi = 0,12; \zeta = 0,94$$

Высота сжатой зоны $x = \xi h_0 = 0,12 \cdot 18 = 2,2 \text{ см} < h_f' = 3,5 \text{ см}$ – нейтральная ось проходит в пределах сжатой полки.

Характеристика сжатой зоны для тяжелого бетона:

$$\omega = 0,85 - 0,0008 \gamma_{b2} R_b = 0,85 - 0,0008 \cdot 0,9 \cdot 145 = 0,75$$

Граничная относительная высота сжатой зоны определяется по формуле:

$$\xi_R = \omega / [1 + (\sigma_{s1} / \sigma_{s2}) (1 - \omega / 1,1)], \quad (3)$$

где $\sigma_{s1} = R_s - \sigma_{sp}$ – напряжение в арматуре с физическим пределом текучести σ_y или $\sigma_{s1} = R_s + 4000 - \sigma_{sp}$ – напряжение в арматуре с условным пределом текучести $\sigma_{0,2}$ с учетом накопившихся остаточных деформаций;

$\sigma_{s2} = 5000 \text{ кгс/см}^2$ при коэффициенте условий работы бетона $\gamma_{b2} < 1$;

σ_{sp} – предварительное напряжение с учетом всех потерь.

Суммарные потери при любом способе натяжения могут составлять 30% начального предварительного напряжения. В расчетах конструкций суммарные потери должны приниматься не менее 1000 кгс/см².

Здесь $\sigma_{sp} = 0,7 \cdot 5300 = 3710 = 3700$ кгс/см² и по формуле (3) получится

$$\xi_R = 0,75 / [1 + (7100/5000)(1 - 0,75/1,1)] = 0,52,$$

где $\sigma_{sl} = R_s + 4000 - \sigma_{sp} = 6780 + 4000 - 3700 = 7080$ кгс/см².

При соблюдении условия $\xi = 0,12 < \xi_R = 0,52$ принимается коэффициент условий работы, учитывающий сопротивление напрягаемой арматуры выше $\sigma_{0,2}$, согласно формуле:

$$\gamma_{s6} = \eta - (\eta - 1)(2\xi / \xi_R - 1) \leq \eta, \quad (4)$$

где η - коэффициент; для арматуры класса А-IV $\eta = 1,20$; классов А-V, В-II, Вр-II, К-7, К-19 $\eta = 1,15$; класса А-VI $\eta = 1,10$.

В данном расчете $\gamma_{s6} = 1,15 - (1,15 - 1)(2 \cdot 0,12 / 0,52 - 1) = 1,23 > \eta = 1,15$.

Поэтому принимается $\gamma_{s6} = \eta = 1,15$.

Площадь сечения растянутой арматуры:

$$A_s = M / (\gamma_{s6} R_s \xi h_0) = 1020000 / (1,15 \cdot 6780 \cdot 0,94 \cdot 18) = 7,7 \text{ см}^2.$$

По сортаменту арматуры можно принять 10Ø10 А-V с площадью сечения $A_s = 7,85 \text{ см}^2$ (рис. 5).

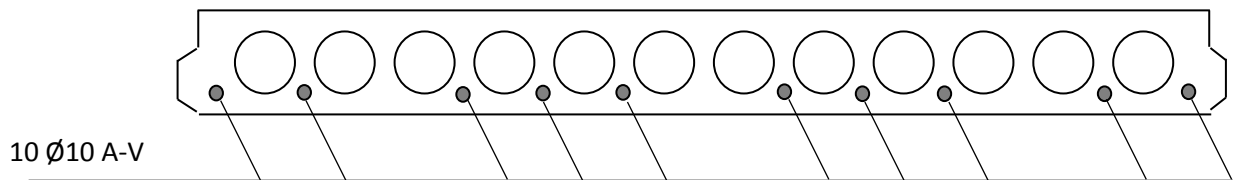


Рисунок 5 - Размещение продольной напрягаемой арматуры в поперечном сечении плиты

Прочность плиты по наклонному сечению

В сечении многопустотной плиты, наклонном к продольной оси, действует расчетное усилие в виде поперечной силы от полной нагрузки $Q = 6600$ кгс.

Необходимо определить длину проекции расчетного наклонного сечения на продольную ось плиты: $c \leq 2h_0$.

Влияние свесов сжатых полок таврового сечения при 12 пустотах (рис. 2, а, б) учитывается коэффициентом φ_f , значение которого должно быть меньше 0,5.

$$\varphi_f = 12[0,75(3h'_f)h'_f / (bh_0)] = 12 \cdot [0,75(3 \cdot 3,5)3,5 / (48 \cdot 18)] = 0,382 = 0,4 < 0,5$$

Влияние усилия обжатия $P = 38,5$ тс (см. расчет предварительных напряжений арматуры плиты) учитывается коэффициентом φ_n , значение которого тоже должно быть меньше 0,5:

$$\varphi_n = 0,1N / (R_{bt} b h_0) = 0,1 \cdot 38500 / (10,5 \cdot 48 \cdot 18) = 0,42 < 0,5.$$

Значение $1 + \varphi_f + \varphi_n$ ограничено величиной 1,5. В данном расчете $1 + \varphi_f + \varphi_n = 1 + 0,30 + 0,45 = 1,75 > 1,5$, поэтому принимается 1,5.

Тогда $k = \varphi_{b2} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} b h_0^2 = 2 \cdot (1,5) \cdot 10,5 \cdot 48 \cdot 18^2 = 489888 = 490000$ кгс*см, где для тяжелого бетона $\varphi_{b2} = 2$; мелкозернистого - $\varphi_{b2} = 1,7$; легкого - $\varphi_{b2} = 1,5 \dots 1,9$.

В расчетном наклонном сечении поперечное внутреннее усилие Q_b , воспринимаемое бетоном сжатой зоны, уравнивается поперечным внутренним усилием Q_{sw} , воспринимаемым арматурой, пересекающей наклонную трещину. Поэтому $Q_b = Q_{sw} = Q / 2$, откуда длина проекции расчетного наклонного сечения на продольную ось плиты составляет:

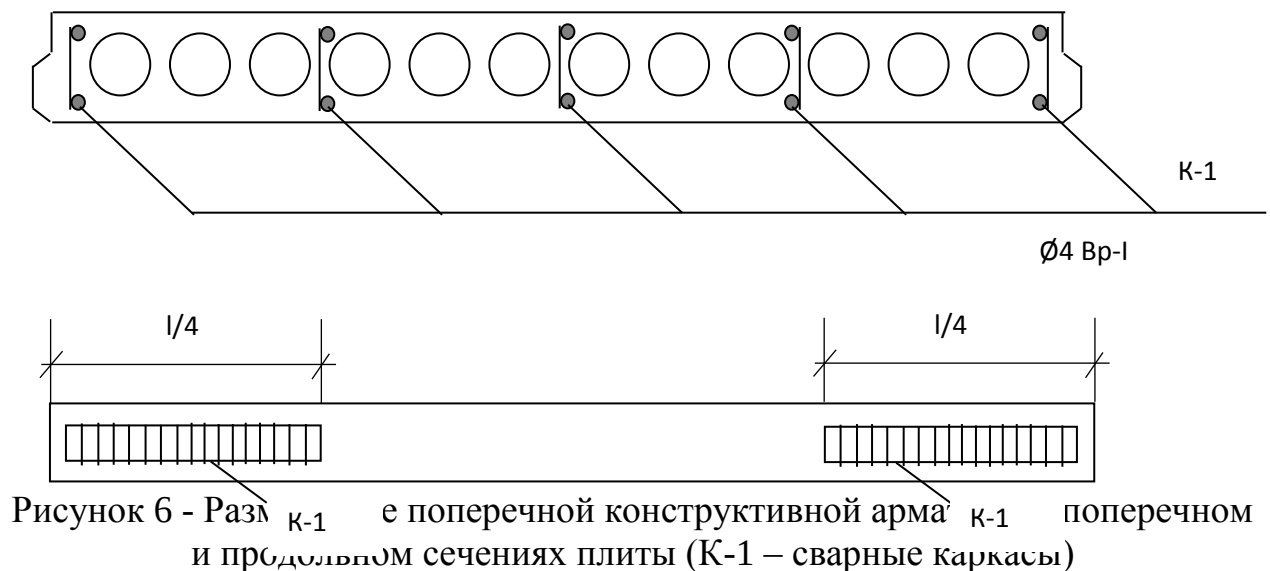
$$c = k / Q_b = k / (Q / 2) = 490000 / (6600 / 2) = 148,4 \text{ см.}$$

Здесь $c = 148,4 \text{ см} > 2h_0 = 2 \cdot 18 = 36 \text{ см}$, поэтому принимается $c = 36 \text{ см}$.

Тогда бетон сжатой зоны может воспринять усилие:

$$Q_b = k / c = 490000 / 36 = 13611 = 13650 \text{ кгс} > Q = 6600 \text{ кгс.}$$

Следовательно, поперечная арматура по расчету не требуется. Однако на приопорных участках длиной $l/4$ устанавливается конструктивно арматура $\varnothing 4$ Вр-I с шагом $S = h / 2 = 21 / 2 = 10,5 \text{ см}$ (рис. 6). В средней части пролета плиты поперечная арматура не применяется.



Расчет по предельным состояниям второй группы

Геометрические характеристики приведенного сечения

Приведенное сечение многопустотной плиты можно получить упрощенно по схеме на рис. 4, в.

Круглое очертание пустот заменяется эквивалентным квадратным со стороной $h = 0,9d = 0,9 \cdot 14 = 12,6 \text{ см}$.

Толщина полок эквивалентного сечения:

$$h'_f = h_f = (21-12,6)/2 = 4,2 \text{ см.}$$

Ширина ребра эквивалентного сечения:

$$216-12*12,6 = 64 \text{ см (рис. 4, в).}$$

Ширина пустот:

$$216-64=152 \text{ см.}$$

Площадь приведенного сечения:

$$A_{red} = 216*21-152*12,6 = 2620,8 = 2600 \text{ см}^2.$$

Расстояние от нижней грани до центра тяжести приведенного сечения:

$$y_0 = h / 2 = 21/2=10,5 \text{ см.}$$

Момент инерции приведенного сечения:

$$I_{red} = 216*21^3/12-152*12,6^3/12 = 141359,9 = 141400 \text{ см}^4.$$

Момент сопротивления сечения по нижней зоне:

$$W_{red} = I_{red} / y_0 = 141400/10 = 14140 \text{ см}^3.$$

Момент сопротивления сечения по верхней зоне:

$$W'_{red} = W_{red} = 14140 \text{ см}^3.$$

Расстояние от ядровой точки, наиболее удаленной от растянутой зоны (верхней), до центра тяжести приведенного сечения определяется по формуле:

$$r = \varphi_n (W_{red} / A_{red}), \text{ где } \varphi_n = 1,6 - (\sigma_b / R_{b,ser}). \quad (5)$$

Здесь отношение напряжения в бетоне от нормативных нагрузок и усилия обжатия σ_b к расчетному сопротивлению бетона для предельных состояний второй группы $R_{b,ser}$ предварительно можно принять равным 0,75, то есть $\sigma_b / R_{b,ser} = 0,75$.

Поэтому $\varphi_n = 1,6 - 0,75 = 0,85$ и $r = 0,85(14140/2400) = 6 \text{ см.}$

Расстояние от ядровой точки, наименее удаленной от растянутой зоны (нижней), до центра тяжести приведенного сечения $r_{inf} = r = 6 \text{ см.}$

Упругопластичный момент сопротивления приведенного сечения по растянутой зоне определяется по формуле:

$$W_{pl} = \gamma W_{red} \quad (6)$$

где коэффициентом γ учитывают влияние неупругих деформаций бетона растянутой зоны в зависимости от формы сечения. Для симметричных двутавровых сечений при $2 < b'_f / b = b_f / b$ принимают $\gamma = 1,5$.

В данном расчете $\gamma = 1,5$ при $b_f / b = 216/64 = 3,4 > 2$ и $W_{pl} = 1,5 * 14140 = 21210 \text{ см}^3$.

Упругопластический момент сопротивления по растянутой зоне в стадии изготовления и обжатия:

$$W'_{pl} = W_{pl} = 21210 \text{ см}^3.$$

Потери предварительного напряжения арматуры

Потери от релаксации напряжений в арматуре при электротермическом способе натяжения $\sigma_I = 0,03\sigma_{sp} = 0,03 \cdot 5900 = 177$ кгс/см², где предварительное напряжение арматуры $\sigma_{sp} = 5900$ кгс/см², а коэффициент точности ее натяжения при этом $\gamma_{sp} = 1$. Потери от температурного перепада между натянутой арматурой и упорами $\sigma_2 = 0$, так как при пропаривании форма с упорами нагревается вместе с изделием.

Усилие обжатия:

$$P_I = A_s(\sigma_{sp} - \sigma_I - \sigma_2) = 7,85(5900 - 177 - 0) = 44926 = 45000 \text{ кгс} = 45 \text{ тс.}$$

Эксцентриситет этого усилия относительно центра тяжести сечения:

$$e_{op} = h/2 - a = 21/2 - 3 = 7,5 \text{ см.}$$

Напряжение в бетоне при обжатии

$$\sigma_{bp} = P_I / A_{red} + P_I y_0 / W_{red} = 45000 / 2400 + 45000 \cdot 10 / 14140 = 51 \text{ кгс/см}^2.$$

Величина передаточной прочности бетона устанавливается из условия:

$$\sigma_{bp} / R_{bp} = 0,75.$$

Откуда:

$$R_{bp} = \sigma_{bp} / 0,75 = 51 / 0,75 = 68 \text{ кгс/см}^2 < 0,5 B25 = 0,5 \cdot 250 = 125 \text{ кгс/см}^2.$$

Принимается $R_{bp} = 125$ кгс/см², тогда отношение $\sigma_{bp} / R_{bp} = 68 / 125 = 0,54$.

Сжимающие напряжения в бетоне на уровне центра тяжести сечения напрягаемой арматуры от усилия обжатия (без учета момента от веса плиты) составляют:

$$\begin{aligned} \sigma_{bp} &= P_I / A_{red} + P_I e_{op} / (I_{red} / e_{op}) = P_I / A_{red} + P_I e_{op}^2 / I_{red} = \\ &= 45000 / 2400 + 45000 \cdot 7^2 / 141400 = 35 \text{ кгс/см}^2. \end{aligned}$$

Потери от быстро натекающей ползучести бетона зависят от условий твердения, уровня напряжений и класса бетона. Развиваются они при обжатии и в первые 2-3 часа после него. При естественном твердении они составляют:

$$\sigma_6 = 400\sigma_{bp} / R_{bp} \quad \text{при} \quad \sigma_{bp} / R_{bp} \leq \alpha; \quad (7)$$

$$\sigma_6 = 400\alpha + 900\beta(\sigma_{bp} / R_{bp} - \alpha) \quad \text{при} \quad \sigma_{bp} / R_{bp} > \alpha, \quad (8)$$

где α и β - коэффициенты, принимаемые при передаточной прочности бетона:

$$\alpha = 0,75 \quad \beta = 1,2 \quad R_{bp} = 300 \text{ кгс/см}^2 \text{ и выше};$$

$$\alpha = 0,7 \quad \beta = 1,35 \quad R_{bp} = 250 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\alpha = 0,65 \quad \beta = 2,5 \quad R_{bp} = 200 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\alpha = 0,6 \quad \beta = 2,5 \quad R_{bp} = 150 \text{ кгс/см}^2 \text{ и ниже.}$$

При тепловой обработке и атмосферном давлении потери умножают на коэффициент 0,85.

Здесь при $\sigma_{bp} / R_{bp} = 37/125 = 0,30 < 0,5$

$$\sigma_6 = 0,85 * 400(\sigma_{bp} / R_{bp}) = 0,85 * 400 * 0,3 = 102 \text{ кгс/см}^2$$

Первые потери $\sigma_{los1} = \sigma_1 + \sigma_6 = 177 + 102 = 279 \text{ кгс/см}^2$

С учетом потерь $\sigma_1 + \sigma_6$ напряжение $\sigma_{bp} = P_1 / A_{red} + P_1 e_{op}^2 / I_{red} = 441000/2400 + 441000*7^2/141400 = 49,9 \text{ кгс/см}^2$, где усилие $P_1 = A_s(\sigma_{sp} - \sigma_1 - \sigma_2 - \sigma_6) = 7,85(5900 - 177 - 0 - 102) = 44125 = 44100 \text{ кгс} = 44,1 \text{ тс}$.

Тогда $\sigma_{bp} / R_{bp} = 49,9/125 = 0,4$.

Потери от усадки бетона в случае тепловой обработки при атмосферном давлении $\sigma_8 = 350 \text{ кгс/см}^2$.

Потери от ползучести бетона (следствие соответствующего укорочения элемента) зависят от вида бетона, условий твердения, уровня напряжений:

$$\sigma_9 = 1500\alpha(\sigma_{bp} / R_{bp}) \text{ при } \sigma_{bp} / R_{bp} \leq 0,75 \quad (9)$$

$$\sigma_9 = 3000\alpha(\sigma_{bp} / R_{bp} - 0,5) \text{ при } \sigma_{bp} / R_{bp} > 0,75 \quad (10)$$

где σ_{bp} определяется так же, как и при σ_6 ; $\alpha = 1$ - при естественном твердении бетона; $\alpha = 0,85$ - при тепловой обработке и атмосферном давлении.

Здесь $\sigma_9 = 1500\alpha(\sigma_{bp} / R_{bp}) = 1500 * 0,85 * 0,4 = 510 \text{ кгс/см}^2$

Вторые потери $\sigma_{los2} = \sigma_8 + \sigma_9 = 350 + 510 = 860 \text{ кгс/см}^2$

Полные потери $\sigma_{los} = \sigma_{los1} + \sigma_{los2} = 279 + 707 = 986 \text{ кгс/см}^2$, что меньше установленного минимального значения 1000 кгс/см^2 . Поэтому принимается $\sigma_{los} = 1000 \text{ кгс/см}^2$

Усилие обжатия с учетом полных потерь:

$$P_2 = A_s(\sigma_{sp} - \sigma_{los}) = 7,85 * (5900 - 1000) = 38465 = 38500 \text{ кгс} = 38,5 \text{ тс}.$$

Образование нормальных трещин

Расчет на образование трещин, нормальных к продольной оси, производится для выяснения необходимости проверки по раскрытию трещин. При этом для элементов, к трещиностойкости которых предъявляются требования 3-й категории, принимается значение коэффициентов надежности по нагрузке $\gamma_f = 1$. Здесь действует внутреннее усилие в виде изгибающего момента от нормативной полной нагрузки:

$$M = 7850 \text{ кгс*м} = 785000 \text{ кгс*см}.$$

Нормальные трещина не образуются, если момент внешних сил M не превосходит момента внутренних усилий в сечении перед образованием трещин, то есть:

$$M \leq M_{crc}. \quad (11)$$

Момент образования трещин по приближенному способу ядровых моментов:

$$M_{crc} = R_{bt,ser} W_{pl} + M_{rp} = 16 \cdot 21210 + 388080 = 727440 \text{ кгс*см},$$

где при значении коэффициента точности натяжения $\gamma_{sp} = 0,90$ ядровый момент усилия обжатия $M_{rp} = \gamma_{sp} P_2 (e_{op} + r) = 0,90 \cdot 38500 \cdot (7+6) = 450450 \text{ кгс*см}$.

Поскольку $M = 785000 \text{ кгс*см} > M_{crc} = 727440 \text{ кгс*см}$, трещины в растянутой зоне образуются. Следовательно, необходим расчет по их раскрытию.

Следует проверить, образуются ли начальные трещины в верхней зоне плиты при ее обжатии при значении коэффициента точности натяжения $\gamma_{sp} = 1,10$ (момент от веса плиты не учитывается). Расчетное условие имеет вид:

$$\gamma_{sp} P_l (e_{op} - r_{inf}) \leq R_{btp} W'_{pl} \quad (12)$$

где $R_{btp} = 10 \text{ кгс/см}^2$ – сопротивление бетона растяжению, соответствующее передаточной прочности бетона $R_{bp} = 125 \text{ кгс/см}^2$.

Здесь $\gamma_{sp} P_l (e_{op} - r_{inf}) = 1,10 \cdot 45000 \cdot (7-6) = 138600 \text{ кгс*см} < R_{btp} W'_{pl} = 10 \cdot 21210 = 212100 \text{ кгс*см}$ – условие (11) удовлетворяется, то есть начальные трещины не образуются.

Раскрытие нормальных трещин

Предельная ширина раскрытия трещин, нормальных к продольной оси, составляет $[a_{crc}] = 0,4 \text{ мм}$ – непродолжительное; $[a_{crc}] = 0,3 \text{ мм}$ – продолжительное. Здесь в расчете учитываются изгибающие моменты от нормативных нагрузок: $M = 6500 \text{ кгс*м}$ – постоянной и длительной; $M = 7850 \text{ кгс*м}$ – полной.

Приращение напряжений в растянутой арматуре от действия постоянной и длительной нагрузок определяют по формуле:

$$\sigma_s = [M - P(z_1 - e_{sp})] / W_s, \quad (13)$$

где z_1 – плечо внутренней пары сил, $z_1 \approx h_0 - h'_f / 2 = 18 - 3,7 / 2 = 16,15 \text{ см}$;

$e_{sp} = 0$ – усилие обжатия P_2 приложено в центре тяжести сечения нижней напрягаемой арматуры;

W_s – момент сопротивления сечения по растянутой арматуре;

$$W_s = A_s z_1 = 7,85 \cdot 16,15 = 126,77 = 127 \text{ см}^3.$$

$$\sigma_s = (650000 - 38500 \cdot 16,15) / 127 = 222 \text{ кгс/см}^2 \text{ – от постоянной и длительной.}$$

$$\sigma_s = (785000 - 38500 \cdot 16,15) / 127 = 1285 = 1300 \text{ кгс/см}^2 \text{ – от полной.}$$

Ширину раскрытия трещин в мм на уровне оси растянутой арматуры определяют по эмпирической формуле:

$$a_{crc} = 20(3,5 - 100\mu)\delta\eta\phi_l(\sigma_s / E_s)^{3/2} d, \quad (14)$$

где $\mu = A_s / (bh_0) \leq 0,02$ - коэффициент армирования сечения;

δ - коэффициент, $\delta = 1$ при учете кратковременных нагрузок и непродолжительного действия постоянных и длительных нагрузок; $\delta = 1,5$ при учете продолжительного действия постоянных и длительных нагрузок для конструкций из тяжелого бетона в нормальных условиях эксплуатации;

η - коэффициент, зависящий от вида и профиля продольной растянутой арматуры; $\eta = 1$ для стержней периодического профиля; $\eta = 1,2$ для проволоки классов Вр-I, Вр-II и канатов; $\eta = 1,3$ для гладких горячекатанных стержней; $\eta = 1,4$ для проволоки классов В-I, В-II;

φ_l - коэффициент, учитывающий длительность действия нагрузки; $\varphi_l = 1$ при непродолжительном; $\varphi_l = 1,5$ при продолжительном;

d - диаметр продольной арматуры в мм.

От непродолжительного действия полной нагрузки:

$$a_{crc1} = 20(3,5 - 100\mu)\delta\eta\varphi_l(\sigma_s / E_s)^{3/4}d = 20 * (3,5 - 100 *$$

$$0,0096)*1*1*1*(1300/19000000)^{3/4}10 = 0,0782 = 0,10 \text{ мм},$$

где $\mu = A_s / (bh_0) = 7,85/(48*18) = 0,0091$ - коэффициент армирования ребра таврового сечения (рис. 4, б).

От непродолжительного действия постоянной и длительной нагрузок:

$$a_{crc2} = 20*(3,5-100*0,0091)*1*1*1*(561/19000000)^{3/4}10 = 0,0373 = 0,03 \text{ мм}.$$

От постоянной и длительной нагрузок:

$$a_{crc3} = 20*(3,5-100*0,0096)*1*1*1,5*(1300/19000000)^{3/4}10 = 0,1423 = 0,15 \text{ мм}.$$

Непродолжительное раскрытие трещин:

$$a_{crc} = a_{crc1} - a_{crc2} + a_{crc3} = 0,10 - 0,03 + 0,15 = 0,22 \text{ мм} < [a_{crc}] = 0,4 \text{ мм}.$$

Продолжительное раскрытие трещин:

$$a_{crc} = a_{crc3} = 0,15 \text{ мм} < [a_{crc}] = 0,3 \text{ мм}.$$

Прогиб плиты

Прогиб определяется от постоянной и длительной нормативных нагрузок. Предельный прогиб составляет $[f]=3$ см. Здесь следует вычислить параметры, необходимые для определения прогиба плиты с учетом трещин в растянутой зоне. Заменяющий момент равен изгибающему моменту от нормативных постоянной и длительной нагрузок $M=6500$ кгс*м.

Суммарная продольная сила равна усилию предварительного обжатия с учетом всех потерь и при значении коэффициента точности натяжения арматуры:

$$\gamma_{sp} = 1 ; N_{tot}=P_2=38,5 \text{ тс}.$$

$$\text{Эксцентриситет } e_{s,tot} = M / N_{tot} = 650000/38500=16,9 \text{ см}.$$

При длительном действии нагрузок $\varphi_l = 0,8$

Коэффициент φ_m определяется по формуле:

$$\varphi_m = R_{bt,ser} W_{pl} / (M - M_{rp}) \leq 1 \quad (15)$$

Здесь $\varphi_m = 16 \cdot 21210 / (650000 - 375150) = 1,36 > 1$, поэтому в расчете принимается $\varphi_m = 1$.

Коэффициент, характеризующий неравномерность распределения деформации растянутой арматуры на участке между трещинами, равен:

$$\psi_s = 1,25 - \varphi_l \varphi_m - \frac{1 - \varphi_m^2}{(3,5 - 1,8\mu) e_{s,tot} / h_0} \leq 1. \quad (16)$$

Здесь $1 - \varphi_m^2 = 1 - 1^2 = 0$, поэтому:

$$\psi_s = 1,25 - \varphi_l \varphi_m - 0 = 1,25 - 0,8 \cdot 1 = 0,45 < 1.$$

Кривизна оси при изгибе составляет:

$$\begin{aligned} \frac{1}{r} &= \frac{M}{h_0 z_l} \left(\frac{\psi_s}{E_s A_s} + \frac{\psi_b}{\lambda_b E_b A_b} \right) - \frac{N_{tot}}{h_0} \times \frac{\psi_s}{E_s A_s} = \\ &= \frac{650000}{18 \times 16,15} \times \left(\frac{0,45}{1900000 \times 7,85} + \frac{0,90}{0,15 \times 300000 \times 800} \right) - \\ &\quad - \frac{38500}{18} \times \frac{0,45}{1900000 \times 7,85} = 0,0000679, \end{aligned}$$

где ψ_b - коэффициент, характеризующий неравномерности деформаций бетона сжатой зоны на участках между трещинами;

$$\psi_b = 0,9;$$

- при длительном действии нагрузок;

$$\lambda_b = 0,15$$

A_b - площадь сечения бетона сжатой зоны, $A_b = 216 \cdot 3,7 = 799,2 = 800$ см² (рис. 10, в).

Плита изгибается по балочной схеме, поэтому ее прогиб можно определить как прогиб однопролетной свободно опертой балки при равномерно распределенной нагрузке (рис.8):

$$f = \frac{5}{48} l^2 \frac{1}{r} = \frac{5}{48} 620^2 \cdot 0,0000679 = 2,71 \text{ см} < [f] = 3 \text{ см}.$$

Конструирование панели

Рабочий чертёж пустотной панели содержит опалубочный чертёж, схему армирования, спецификацию и ведомость расхода стали, сетки, каркасы, монтажная петля и групповая спецификация арматуры.

Напрягаемые стержни располагаем в сечении симметрично. Поперечную арматуру объединяем в каркасы КР1, а продольную в сжатой зоне - в сетку СЗ, с ячейками 200×250мм. Кроме этого предусматриваем в опорных участках сетки С1 из проволоки класса Вр-I, служащие для предохранения

бетона от раскалывания предварительным обжатием, а при ширине панелей более 1,5м – так же сетки С2, предотвращающие развитие продольных трещин в нижней полке от местного изгиба.

Четыре петли предназначены для подъёма панели, их диаметр 10мм. При проектировании сеток каркаса учитываем конструктивное требование норм: длина от концов стержней до оси крайнего пересекаемого стержня должна быть не менее диаметра выступающего стержня и не менее 20мм.

Приложить чертеж формата А3.

7 Критерии оценивания работы

При проверке задания, оцениваются:

- последовательность и рациональность выполнения;
- точность расчетов;
- правильность выполнения чертежей.

Оценка «отлично» выставляется студенту, если студент полностью справился с заданием, показал умения и навыки.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если студент полностью справился с заданием, показал умения и навыки, допустил незначительные ошибки.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если студент полностью справился с теоретическим заданием, но не показал умения и навыки.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если не справился с поставленным заданием.

8 Порядок защиты работы

При защите КП оцениваются:

- актуальность и научная новизна;
- степень самостоятельности;
- соответствие содержания теме исследования;
- полноту достижения цели и решения задач работы;
- логичность и последовательность изложения материала;
- качество использования литературных источников.

9Список рекомендуемой литературы

Основная литература:

2. Манаева, М.М. Каменные и армокаменные конструкции : учебное пособие / М.М. Манаева, Ю.В. Николенко. - М. : Российский университет дружбы народов, 2013. - 193 с. - ISBN 978-5-209-04323-2.
3. Железобетонные и каменные конструкции : учебник / О.Г. Кумпак, З.Р. Галяутдинов, О.Р. Пахмурин, В.С. Самсонов ; под ред. О.Г. Кумпяка. - Изд. 2-е, доп. и перераб. - М. : Издательство АСВ, 2014. - 672 с. : ил., схем. ,табл. - Библиогр.: с. 660-661. - ISBN 978-5-

Дополнительная литература:

4. Байков, В.Н. Железобетонные конструкции. Общий курс: учебник для вузов/ В. Н. Байков, Э. Е. Сигалов- М.: ООО "БАСТЕТ", 2009.
5. Железобетонные и каменные конструкции: учебник/ В. М. Бондаренко [и др.] ; ред. В. М. Бондаренко- М.: Высшая школа, 2008.
6. Юдина, А.Ф. Монтаж металлических и железобетонных конструкций: учебник для студ. сред. проф. образования/ А. Ф. Юдина- М.: ИЦ "Академия", 2009.
7. Мандриков, А. П. Примеры расчета железобетонных конструкций : [учеб. пособие] / А.П. Мандриков, Ч. 2. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Техиздат, 2011. - 233 с. : ил. - Прил.: с. 179-227. - Библиогр.: с. 231. - ISBN 5-274-01013-X.

10 ПРИЛОЖЕНИЕ А

К расчету плиты перекрытия

№ варианта	L, м	B, м	b, м	V _n , кгс/м ²	V _{n1} , кгс/м ²	V _{n2} , кгс/м ²	Класс бетона В	Класс арматуры А
1	7,18	1,50	0,12	320	120	200	25	V
2	7,30	1,20	0,25	590	190	400	30	IV
3	5,90	1,50	0,20	522	369	153	20	V
4	5,40	1,80	0,3	850	650	200	25	V
5	6,40	1,20	0,3	500	350	150	25	V
6	6,00	1,20	0,12	700	500	200	25	V
7	7,2	1,20	0,3	550	350	200	30	A _T -IV
8	5,70	1,80	0,2	900	700	200	20	V
9	6,40	1,20	0,3	500	350	150	20	V
10	5,38	1,49	0,12	150	50	100	30	IV
11	5,52	1,76	0,3	850	600	250	25	V
12	6,00	1,5	0,12	416	216	200	25	V
13	6,00	1,2	0,12	350	150	200	25	A _T -V
14	6,30	1,50	0,3	380	180	200	25	IV
15	5,52	1,76	0,3	850	650	200	25	V
16	6,30	1,50	0,12	320	120	200	25	A _T -V
17	7,00	1,50	0,12	150	30	120	25	A _T -V
18	6,00	1,20	0,12	180	30	150	30	A _T -IV
19	6,40	1,20	0,3	500	350	150	25	V
20	5,20	1,80	0,2	380	140	240	25	II
21	7,2	1,50	0,3	550	350	200	30	A _T -IV
22	6,00	1,20	0,09	200	70	130	35	IV
23	5,70	1,80	0,2	900	700	200	25	V
25	7,00	1,50	0,12	150	30	120	20	A _T -V
26	7,18	1,50	0,12	150	30	120	30	A _T -V
27	6,28	1,20	0,2	216	16	200	25	V
28	6,00	1,50	0,39	200	100	100	15	IV
29	7,20	1,50	0,12	150	50	100	20	A _T -IV
30	6,28	1,50	0,12	180	30	150	15	IV
31	6,40	1,20	0,3	500	350	150	25	V
32	5,40	1,80	0,3	850	650	200	20	V
33	7,2	1,5	0,12	150	50	100	20	A _T -IV
34	7,20	1,50	0,12	150	50	100	25	A-IV
35	6,30	1,50	0,14	300	100	200	20	V
36	6,00	1,2	0,12	350	150	200	35	II
37	6,40	1,5	0,12	200	70	130	25	IV
38	5,40	1,80	0,3	850	650	200	25	IV
39	6,40	1,20	0,3	500	350	150	25	IV
40	6,00	1,20	0,12	700	500	200	25	IV
41	5,40	1,76	0,3	850	600	250	25	IV
42	6,40	1,5	0,12	416	216	200	15	III
43	6,00	1,2	0,12	350	150	200	25	A _T -V
44	6,30	1,50	0,3	380	180	200	25	IV
45	5,52	1,76	0,3	850	550	300	25	III
46	6,30	1,50	0,3	320	120	200	20	IV

47	7,00	1,50	0,12	150	50	100	20	V
48	6,00	1,20	0,12	180	30	150	30	A _T -IV
49	6,40	1,20	0,3	500	350	150	25	V
50	5,20	1,50	0,2	380	140	240	20	III
51	7,2	1,50	0,3	550	450	100	25	A _T -IV
52	6,00	1,20	0,2	200	100	200	20	IV
53	5,70	1,50	0,12	900	600	300	25	IV
54	7,00	1,50	0,12	200	120	80	20	A _T – IV
55	7,18	1,50	0,3	150	30	120	25	A _T – V
56	6,28	1,20	0,2	316	116	200	20	V
57	6,00	1,50	0,3	200	150	50	15	III
58	7,20	1,50	0,12	150	50	100	20	A _T -IV
59	6,28	1,20	0,3	180	30	150	15	III
60	6,40	1,20	0,12	500	350	150	25	IV

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Ведомость расхода стали, кг

Марка элемента	Напрягаемая арматура класса			Изделия арматурные							Всего
				Арматура класса							
	А-IV			Вр-I				А-I			
	ГОСТ 10884-81			ГОСТ6727-80				ГОСТ5781-82			
	Ø12		Итого	Ø3	Ø4	Ø5	Итого	Ø10		Итого	
П1	20,1		20,1	4,7	3,7	3,2	10,2	2,2		2,2	13,2

Спецификация деталей сеток

Марка	Поз.	Наименование	Кол.	Масса 1 дет. кг	Масса изд. кг
С1	1	Ø5 Вр- I, l=1440	6	0,22	1,43
	2	Ø3 Вр- I, l=290	8	0,015	
С2	1	Ø5 Вр- I, l=1440	3	0,18	0,73
	2	Ø3 Вр- I, l=440	8	0,023	
С3	1	Ø8 Вр- I, l=5930	7	0,308	3,62
	2	Ø8 Вр- I, l=1130	25	0,069	
КР1	1	Ø4 Вр- I, l=1230	2	0,113	0,46
	2	Ø4 Вр- I, l=210	13	0,018	

Марка

Спецификация деталей каркасов КР1, КР2

Марка	Поз.	Наименование	Кол.	Масса 1 дет. кг	Масса изд. кг
КР1	1	Ø8 А-III, l=430	33	0,17	37,2
	2	Ø12 А-III, l=5620	1	5,01	
	3	Ø5 Вр- I, l=5340	1	0,82	
	4	Ø28 А-III, l=5340	1	25,8	
КР2	1	Ø8 А-I, l=380	22	0,15	38,8
	2	Ø5 Вр- I, l=5340	2	0,82	
	3	Ø25 А-III, l=4320	2	16,91	
КР1	1	Каркас КР1	2	37,2	116,3
	2	Каркас КР2	1	38,8	
	3	Ø5 Вр- I, l=180	22	0,026	

	4	Ø28 А-III, l=720	22	0,116	
	2				
М1	1	Полоса <u>10x150</u> , l=190 ВСт3пс2	1	2,24	7,6
	2	Ø12 А-III, l=250	4	0,22	
	3	Ø22 А-III, l=710	2	2,22	

ПРИЛОЖЕНИЕ В

В.1. Расчетные значения сопротивления бетона R_b и R_{bt} для предельных состояний первой группы (Табл. 5.2. СП 52-101-2003)

вид сопротивлени я	расчетные значения сопротивления бетона для предельных состояний первой группы R_b и R_{bt} мпа при классе бетона по прочности на сжатие										
	B10	B15	B20	B25	B30	B35	B40	B45	B50	B55	B60
сжатие осевое (призменная прочность) R_b	6,0	8,5	11, 5	14, 5	17, 0	19, 5	22, 0	25, 0	27, 5	30, 0	33, 0
растяжение осевое R_{bt}	0,5 6	0,7 5	0,9	1,0 5	1,1 5	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8

5.1.10. (СП 52-101-2003) В необходимых случаях расчетные прочностных характеристик бетона умножают на следующие коэффициенты условий работы γ_{b1} , учитывающие особенности работы бетона в конструкции (характер нагрузки, условий окружающей среды и т.д.);

а) γ_{b1} – для бетонных и железобетонных конструкций, вводимый к расчетным значениям сопротивлений r_b и r_{bt} и учитывающие влияние длительного действия статической нагрузки:

$\gamma_{b1} = 1,0$ – при непродолжительном (кратковременном) действием нагрузки.

$\gamma_{b1} = 0,9$ – при продолжительном (длительном) действии нагрузки.

б) γ_{b2} – для бетонных конструкций, вводимый к расчетным сопротивлениям r_b и учитывающий характер разрушения таких конструкций; $\gamma_{b2} = 0,9$;

в) γ_{b3} – для бетонных и железобетонных конструкций, бетонируемых в вертикальном положении, вводимый к расчетному значению сопротивления бетона, $R_b - \gamma_{b3} = 0,9$.

Влияние попеременного замораживания и оттаивания, а т.ж. отрицательных температур учитывают коэффициентом условий работы бетона $\gamma_{b4} \leq 1,0$. Для надземных конструкций, подвергаемых атмосферным воздействиям окружающей среды при расчетной температуре наружного воздуха холодный период – 40 $^{\circ}\text{C}$ и выше, принимают коэффициент $\gamma_{b4} = 1,0$. в остальных случаях значение коэффициента γ_{b4} принимают в зависимости от назначения конструкции условий окружающей среды согласно специальным указаниям.

В.2. Расчетные значения прочностных характеристик арматуры.

5.2.3. СНиП (СП 52-101-2003). Для железобетонных конструкций проектируемых в соответствии с требованиями СП 52-101-203, следует предусматривать арматуру:

- гладкую класса A240 (A-1);

- периодического профиля классов А300 (А-II), А400 (А-III, А 400С), А – 500 (А500С), В500 (В_Р – I, В500С)

Таблица 5.8. (СП 52-101-2003)

арматура класса	расчетные значения сопротивления арматуры для предельных состояний первой группы, МПа		
	РАСТЯЖЕНИЮ		сжатию R_{sc}
	продольной R_s	поперечной (хомутов и отогнутых стержней) R_{sw}	
A240	215	170	215
A300	270	255	270
A400	355	285	355
A500	435	300	400 (435)
A500	415	300	360 (415)

Примечание: значение R_{sc} в скобках используют только при расчете на кратковременное действие нагрузки.

В.3. Граничная относительная высота сжатой зоны ξ_r

Таблица 3.2. пособия к СП 52-101-2003

класс арматуры	A240	A300	A400	A500	B500
значение ξ_r	0,612	0,577	0,513	0,493	0,502
значение α_r	0,425	0,411	0,390	0,372	0,376

В.4. О значениях b'_f , вводимых в расчет таврового сечения.

6.2.12 (СП 52-101-2003). значение b'_f , вводимые в расчет, принимают из условия, что ширина свеса полки в каждую сторону от ребра должна быть не более $l/6$ пролета элемента и не более:

а) при наличии поперечных ребер или при $h'_f \geq 0,1h - l/2$ расстояния в свету между продольными ребрами;

б) при отсутствии поперечных ребер (или при расстояниях между ними больших, чем расстояние между продольных ребрами) $h'_f < 0,1h - 6 h'_f$;

в) при консольных свесах полки: при $h'_f \geq 0,1h - 6 h'_f$;

при $0,05h \leq h'_f < 0,1h - 3 \cdot h'_f$; при $h'_f < 0,05h$ – свесы не учитывают.

В.5. Значение коэффициента ϕ при расчете прочности прямоугольных сечений.

При длительном действии нагрузки коэффициент φ принимается в зависимости от гибкости элемента по таблице 6.2 СП 52-101-2003

l_0/h	6	10	15	20
φ	0,92	0,9	0,83	0,7

При кратковременном действии нагрузки значение φ определяют по линейному закону, принимая $\varphi = 0,9$ при $l_0/h = 10$ и $\varphi = 0,85$ при $l_0/h = 20$

В.6. Требование о минимальном армировании (п. 8.3.4. СП 52-101-2003).

в железобетонных элементах площадь сечения продольной растянутой арматуры, а так же сжатой, если она требуется по расчету, в процентах площади сечения бетона, равной произведению ширины прямоугольного сечения либо ширине таврового (двутаврового) сечения на рабочую высоту сечения, $\mu_s = \frac{A_s}{bh} 100\%$ следует принимать не менее:

0,1 % - в изгибаемых, внецентренно растянутых элементах и вцентренно сжатых элементах при гибкости $l_0/i \leq 17$ (для прямоугольных сечений $l_0/h \leq 5$);

0,25 % - во внецентренно сжатых элементах при гибкости $l_0/i \geq 87$ (для прямоугольных сечений $l_0/h \geq 25$);

для промежуточных значений гибкости элементов значение μ , определяют по интерполяции.

В элементах с продольной арматурой, расположенной равномерно по контуру сечения, а также в центрально-растянутых элементах минимальную площадь сечения всей продольной арматуры следует принимать вдвое больше указанных выше значений и относить их к полной площади сечения бетона.

В.7. Данные для подбора рабочей арматуры сварных сеток

класс рабочей арматуры	номинальный диаметр рабочих стержней, мм	рабочая площадь поперечного сечения рабочих стержней в мм ² на 1 пог. м. длинны сеток при шаге стержней, мм:					
		75	100	125	150	175	200
B500	3	94,2	70,7	56,5	47,1	40,4	35,3
	4	167,2	125,6	100,5	83,8	71,8	62,8
	5	261,8	196,3	157,1	130,9	112,2	98,2
A400	6	377,0	283,0	226,0	189,0	162,0	141,0
	8	670,0	603,0	402,0	335,0	287,0	251,0
монтажная арматура всех сеток Ø 3 B500 с шагом 250 мм							

Вспомогательные коэффициенты ξ , η , α_m								
ξ	η	α_m	ξ	η	α_m	ξ	η	α_m
0,01	0,995	0,010	0,26	0,870	0,226	0,51	0,745	0,380
0,02	0,990	0,020	0,27	0,865	0,234	0,52	0,740	0,385
0,03	0,985	0,030	0,28	0,860	0,241	0,53	0,735	0,390
0,04	0,980	0,039	0,29	0,855	0,243	0,54	0,730	0,394
0,05	0,975	0,049	0,30	0,850	0,255	0,55	0,725	0,399
0,06	0,970	0,058	0,31	0,845	0,262	0,56	0,720	0,403
0,07	0,965	0,068	0,32	0,840	0,269	0,57	0,715	0,407
0,08	0,960	0,077	0,33	0,835	0,276	0,58	0,710	0,412
0,09	0,955	0,086	0,34	0,830	0,282	0,59	0,705	0,416
0,10	0,950	0,095	0,35	0,825	0,289	0,60	0,700	0,420
0,11	0,945	0,104	0,36	0,820	0,295	0,62	0,690	0,428
0,12	0,940	0,113	0,37	0,815	0,302	0,64	0,680	0,435
0,13	0,935	0,122	0,38	0,810	0,308	0,66	0,670	0,442
0,14	0,930	0,130	0,39	0,805	0,314	0,68	0,660	0,449
0,15	0,925	0,139	0,40	0,800	0,320	0,70	0,650	0,455
0,16	0,920	0,147	0,41	0,795	0,326	0,72	0,640	0,461
0,17	0,915	0,156	0,42	0,790	0,332	0,74	0,630	0,466

Вспомогательные коэффициенты ξ , η , α_m								
ξ	η	α_m	ξ	η	α_m	ξ	η	α_m
0,18	0,910	0,164	0,43	0,785	0,338	0,76	0,620	0,471
0,19	0,905	0,172	0,44	0,780	0,343	0,78	0,610	0,476
0,20	0,900	0,180	0,45	0,775	0,349	0,80	0,600	0,480
0,21	0,895	0,188	0,46	0,770	0,354	0,85	0,575	0,489
0,22	0,890	0,196	0,47	0,765	0,360	0,90	0,550	0,495
0,23	0,885	0,204	0,48	0,760	0,365	0,95	0,525	0,499
0,24	0,880	0,211	0,49	0,755	0,370	1,00	0,500	0,500
0,25	0,875	0,219	0,50	0,750	0,375	—	—	—

В.8. Сортамент арматуры (Приложение 1. Пособие к СП 52-101-2003)

Диаметр стержней мм	расчетная площадь поперечного стержня, мм ² , при числе стержней									Теоретическая масса 1м длинны арматуры, кг	Диаметр арматуры класса			Макс. размер сечения периодического профиля
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		A240 A400 A500	A300	B500	
3	7,1	14,1	21,2	28,3	35,5	42,4	49,5	56,5	63,6	0,052	-	-	+	-
4	12,6	25,1	37,7	50,2	62,8	75,4	87,9	100,5	113	0,092	-	-	+	-
5	19,6	39,3	58,9	78,5	98,2	117,8	137,5	157,1	176,7	0,144	-	-	+	-
6	28,3	57	85	113	141	170	198	226	254	0,222	+	-	+	6,75
8	50,3	101	151	201	251	302	352	402	453	0,395	+	+	+	9,0
10	78,5	157	236	314	393	471	550	628	707	0,617	+	+	+	11,3
12	118,1	226	339	452	565	679	792	905	1018	0,888	+	+	+	13,5
14	153,9	308	462	616	769	923	1077	1231	1385	1,208	+	+	-	15,5
16	201,1	402	603	804	1005	1206	1407	1608	1810	1,578	+	+	-	18,0
18	254,5	509	763	1018	1272	1527	1781	2036	2290	1,998	+	+	-	20,0
20	314,2	628	942	1256	1571	1885	2199	2513	2828	2,466	+	+	-	22,0
22	380,1	760	1140	1520	1900	2281	2661	3041	3421	2,984	+	+	-	24,0
25	490,9	982	1473	1963	2454	2945	3436	3927	4418	3,84	+	+	-	27,0
28	615,8	1232	1847	2463	3079	3695	4310	4926	5542	4,83	+	+	-	30,5
32	804,3	1609	2413	3217	4021	4826	5630	6434	7238	6,31	+	+	-	34,5
36	1017,9	2036	3054	4072	5089	6107	7125	8143	9161	7,99	+	+	-	39,5
40	1256,6	2513	3770	5027	6283	7540	8796	10053	11310	9,865	+	+	-	43,5

Примечания: 1. Номинальный диаметр стержней для арматурных сталей периодического профиля соответствует номинальному диаметру равновеликих по площади поперечного сечения гладких стержней. фактические размеры стержней периодического профиля устанавливается ГОСТ 5781-91.

2. Знак « - » означает наличие диаметра в сортаменте для арматуры данного класса.