

**МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН**

Ташкентский архитектурно-строительный институт

Инженерно-сервис строительный факультет

**Кафедра «Технология строительных материалов, изделий и
конструкции»**

ДИПЛОМНЫЙ ПРОЕКТ

Тема дипломного проекта: Производство бетонной смеси.
Производительность 280000 м³

Ф.И.О. студента Миндубаева Д

Зав.кафедрой

к.т.н. доц. Махмудова Н

Руководитель дипломного проекта

Комилов Х. Х

Консультант

Акромов Х.А.

ТОШКЕНТ 2012 г.

Содержание:

1. Введение
2. Технологическая часть
 - Марки бетона
 - Выбор и обоснование способа производства
 - Режим работы цеха
 - Расчет производительности цеха по классам бетона
 - Расчет состава бетона
 - Расчет добавок
 - Расчет состава бетона с добавкой
 - Расход сырьевых материалов
 - Расчет склада цемента
 - Расчет склада заполнителей
 - Расчет склада добавок
 - Расчет бетоносмесительного узла
3. Расчетная часть
4. Экономическая часть
5. Охрана труда и техника безопасности
6. Список использованной литературы

Введение

Из доклада Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на заседании Кабинета Министров, посвященном основным итогам 2011 года и приоритетам социально-экономического развития на 2012 год: «Темп роста ВВП в истекшем году, как и ожидалось, фактически составил 8,3%, а за период 2000-2011 годы объемы ВВП увеличились в 2,1 раза, и по этому показателю Узбекистан находится среди наиболее динамично развивающихся экономик мира.

Устойчиво высокими темпами росли в истекшем году – промышленное производство – 6,3, производство продукции сельского хозяйства – 6,6, объем розничного товарооборота – 16,4% и реализация платных услуг населению – 16,1%.

Показателем серьезных структурных сдвигов и качественных изменений является тот факт, что если в 2000 году на долю индустриального производства в формировании валового внутреннего продукта страны приходилось всего 14,2 процента, то в 2011 году она составила 24,1 процента.

Около 70 процентов общего прироста промышленной продукции внесли отрасли, ориентированные на выпуск готовой продукции с высокой добавленной стоимостью. Опережающими темпами в 2011 году развивались отрасли машиностроения и автомобилестроения (12,2%), химической и нефте-химической промышленности (9,4%), пищевой промышленности (13,1%), промышленности строительных материалов (11,9%), фармацевтической и мебельной отраслей (18%), которые стали сегодня локомотивами роста нашей экономики.

При этом объем производства потребительских товаров в 2011 году возрос на 11,2 процента, а к 2000 году этот показатель вырос более чем в 4 раза.

Огромное внимание, которое уделяется структурным сдвигам и диверсификации ведущих отраслей экономики положительно отразилось на объемах, номенклатуре и качестве экспорта. Объем экспортной продукции в 2011 году возрос против 2010 года почти на 15,4 процента и составил более 15 миллиардов долларов, или увеличился против 2000 года в 4,6 раза. Положительное сальдо внешнеторгового оборота превысило 4,5 миллиарда долларов. Удельный вес готовой продукции в объеме экспорта вырос до 60 процентов, тогда как в 2000 году он составлял около 46 процентов.

Конкретным подтверждением устойчивого и сбалансированного развития экономики Узбекистана является то, что, начиная с 2005 года, Государственный бюджет исполняется с профицитом.

Позитивные качественные изменения происходят в структуре источников финансирования и направлений использования капитальных вложений. Свыше 73 процентов всех инвестиций формируется за счет собственных внутриреспубликанских источников – собственных средств предприятий и населения, кредитов коммерческих банков, которые все более активно участвуют в инвестиционных процессах, а также средств государственного бюджета и внебюджетных фондов.

Более 73,5 процента всех инвестиций направляется на производственное строительство, и, что особенно важно, порядка 45,3 процента инвестиций было направлено на приобретение современного высокопроизводительного оборудования.

Завершено строительство первой очереди установки пропан-бутановой смеси для увеличения производства сжиженного газа на УДП «Мубарекский

ГПЗ», дилерского центра нового комплекса по производству грузовых автомобилей «MAN» в Самаркандской области.

В активную фазу строительно-монтажных работ вступили такие крупные проекты, как строительство парогазовой установки на Навоийской ТЭС, строительство третьей нитки газопровода Узбекистан-Китай.

В рамках реализации проектов по строительству и реконструкции Узбекской национальной автомобильной магистрали реконструировано с укладкой современного покрытия 302,5 километра автомобильных дорог. Введены в эксплуатацию пассажирские терминалы аэропортов местных линий в городах Ташкенте и Бухаре.

Основные показатели развития экономики Узбекистана и ведущих ее отраслей в 2012 году направлены на сохранение высоких и устойчивых темпов роста, дальнейшее укрепление макроэкономической стабильности.

Темпы прироста валового внутреннего продукта (ВВП) составят 8,2 процента, промышленного производства – 8,6, сельского хозяйства – 5,8 процента. Индекс потребительских цен в годовом исчислении намечается с ростом в пределах 7-9 процентов, ставку рефинансирования Центрального банка предусматривается сохранить на уровне 12 процентов.

В соответствии с принятой Программой первоочередных мер по расширению объемов производства и освоению выпуска новых видов конкурентоспособной продукции предусматривается в 2012-2016 годах реализация более 270 инвестиционных проектов расчетной стоимостью 6,2 миллиарда долларов, а также отраслевых программ модернизации, технического и технологического перевооружения производства.

В текущем 2012 году предусматривается реализация проектов, имеющих исключительно важное значение для дальнейшей диверсификации нашей экономики, в том числе начало строительства Устюртского

газохимического комплекса на базе месторождения Сургиль, второй очереди Дехканабадского завода калийных удобрений и Кунградского содового завода, завода по производству синтетического жидкого топлива, двух парогазовых установок на Талимарджанской ТЭС, нового энергоблока на Ангренской ТЭС, организация производства автомобильных шин и транспортной ленты, а также проекты по расширению мощностей и углублению всей технологической цепочки на текстильных предприятиях.

В прошлом году в соответствии с протокольным поручением на всех крупных предприятиях и производствах республики был проведен технический аудит, в результате которого выявлено около 37 тысяч единиц оборудования и технологий, которые подлежат замене на современные, апробированные на мировом уровне. Кабинету Министров по полученным результатам аудита необходимо в месячный срок утвердить сетевые графики реализации проектов по обновлению морально и физически устаревшего оборудования, уделив особое внимание определению реальных источников их финансирования.

Критический анализ положения дел в нашей экономике, в ее ведущих отраслях, если оценивать критериями удельных затрат, достигнутых в экономически развитых странах мира, свидетельствует, что у нас сохраняются незадействованными большие резервы, в первую очередь продолжают оставаться высокими материалоемкость и энергоемкость выпускаемой продукции.

Говоря о приоритетах, которые должны находиться в центре нашего внимания в 2012 году и последующих годах, особо хотел бы остановиться на вопросах реализации Программы по строительству индивидуального жилья в сельской местности по типовым проектам.

С начала реализации широкомасштабной Программы по строительству в сельской местности индивидуального жилья, то есть за последние два года, более 15 тысяч сельских семей получили жилье повышенной комфортности.

Только в прошлом году по типовым проектам было построено 7400 индивидуальных жилых домов с жилой площадью 1,1 миллиона квадратных метров, на что было направлено свыше 576 миллиардов сумов инвестиций, из которых более 63 процентов составляют централизованные источники и собственные средства «Кишлок курилиш банка».

В 2012 году намечается строительство еще 8510 индивидуальных жилых домов с жилой площадью свыше 1,2 миллиона квадратных метров, или с ростом против прошлого года на 15 процентов.

Наряду с этим, в соответствии с заранее утвержденными комплексными планами застройки жилых поселков за счет государственных средств, подчеркиваю бюджетных средств, предусмотрено строительство свыше 425 километров водопроводных сетей, около 260 километров электрических линий, 375 километров газовых сетей и 306 километров подъездных автомобильных дорог. За счет строительства объектов социальной инфраструктуры будут введены в местах комплексной застройки 26 сельских врачебных пунктов, 10 общеобразовательных учреждений и более 680 объектов сферы услуг и сервиса.

Министерству высшего и среднего специального образования, Центру ССПО совместно с Министерством экономики, Министерством труда и социальной защиты населения, Советом Министров Республики Каракалпакстан, хокимиятами областей и города Ташкента, заинтересованными предприятиями и ведомствами в месячный срок разработать и до 1 июня текущего года реализовать комплекс мероприятий по охвату выпускников профессиональных колледжей трудоустройством в соответствии с полученной профессией.

Таковы основные итоги прошедшего 2011 года и принципиально важные приоритеты экономической программы страны на 2012 год.

Сегодня самая большая и самая ответственная, зависящая от нас с вами работа, – это мобилизовать весь наш потенциал, все наши возможности и средства для ее реализации.»

Строительство как отрасль народного хозяйства Республики Узбекистан оказывает значительное влияние на развитие экономики.

Современный размах строительства ставит задачу использования энергосберегающих и эффективных технологий производства строительных материалов. Осуществление этих задач приводит, в первую очередь, к экономии дорогостоящих материальных ресурсов, а во-вторых, отказа от ввоза их из других регионов.

Одним из основных строительных материалов является бетон.

В наше время нет отрасли народного хозяйства, которая могла бы обойтись без бетона.

Бетоном называется искусственный камневидный материал, представляющий собой затвердевшую бетонную смесь. Различают следующие стадии готовности бетона: бетонная смесь, свежеложенный бетон и затвердевший бетон.

Бетонная смесь - это смесь вяжущих, заполнителей, затворителей и, при необходимости, добавок до ее укладки.

Бетон — материал, полученный в результате склеивания вяжущим раствором естественных каменных материалов (песка, щебня, гравия). В зависимости от использованного вяжущего раствора, бетоны бывают разными, но наибольшее распространение получили бетонные смеси на основе цемента.

Трудно точно сказать, где и когда появился бетон, так как начало его зарождения уходит далеко в глубь веков. Очевидно лишь то, что он не возник

таким, каким мы его знаем сегодня, а, как большинство строительных материалов, прошел длинный путь развития.

Славу бетону как прогрессивному строительному материалу принесли его высокие механические свойства: долговечность, огнестойкость, легкая приспособляемость к любым формам и т. д.

Современный бетон классифицируют по различным признакам:

- основному назначению;
- виду вяжущего;
- виду заполнителей;
- структуре;
- условиям твердения.

По назначению бетоны подразделяются на:

- конструкционные;
- специальные (жаростойкие, химически - стойкие, декоративные, радиационно – защитные, теплоизоляционные и др.).

По виду вяжущего бетоны подразделяются на:

- цементные;
- известковые;
- шлаковые;
- гипсовые;
- специальных вяжущих.

По виду заполнителей бетоны подразделяются на:

- плотные заполнители;
- пористые заполнители;

По структуре бетоны могут быть:

- плотной структуры;
- поризованной структуры;
- ячеистой структуры
- крупнозернистой структуры.

По условиям твердения бетоны делятся на твердевшие:

- в естественных условиях;
- в условиях термо – влажностной обработки (ТВО) при атмосферном давлении;
- в условиях ТВО при повышенном давлении.

Цементные бетоны в зависимости от объёмной массы (в кг/м³) подразделяются на особо тяжёлые (более 2500), тяжёлые (от 1800 до 2500), лёгкие (от 500 до 1800) и особо лёгкие (менее 500).

Области применения бетона в современном строительстве постоянно расширяются. В перспективе намечается использование высокопрочных бетонов (тяжёлых и лёгких), а также бетонов с заданными физико-техническими свойствами: малой усадкой и ползучестью, морозостойкостью, долговечностью, трещиностойкостью, теплопроводностью, жаростойкостью и защитными свойствами от радиоактивных воздействий. Для достижения этого потребуется проведение широкого круга исследований, предусматривающих разработку важнейших теоретических вопросов технологии тяжёлых, лёгких и ячеистых бетонов: макро- и микроструктурной теорий прочности бетона с учётом внутренних напряжений и микротрещинообразования, теорий кратковременных и длительных деформаций бетонов и др.

Для улучшения свойств бетона и для экономии дорогостоящего портландцемента используют различные добавки для бетонов.

Добавки для бетонов - это органические и неорганические вещества или их смеси (комплексы), за счет введения которых в состав бетонов и бетонных смесей их свойства регулируются направленно и контролируемо.

Применение добавок снижает затраты на строительство (в том числе экономит цемент), модифицирует качественные и функциональные характеристики бетонов, сохраняет его свойства при подготовке бетонной смеси: ее укладки, вибрировании и твердении.

Добавки классифицируются качественно, по назначению и величинам технологических эффектов. Существуют минеральные, органические, воздухововлекающие и другие виды добавок.

Снижение расхода цемента за счет применения добавок обуславливает снижение стоимости строительства. Повышение подвижности бетонных смесей, при сохранении водопотребности в производстве густоармированных конструкций и тонкостенных изделий, ведет к снижению трудоемкости формования, к уменьшению продолжительности вибрационного уплотнения бетонной смеси и экономии электроэнергии.

Снижение водопотребности высокоподвижных бетонных смесей при формовании объемных элементов экономит цемент на 8-12%, сокращает продолжительность тепловлажностной обработки и увеличивает пропускные способности формовочных установок.

Повышение прочности бетона за счет снижения водосодержания при постоянном расходе цемента делает возможным получение бетона классов В30, В40 при использовании цемента М500. Понимание механизма действия добавок на бетонные, растворные смеси и свойства конечного продукта позволяет избежать ошибок и получения нежелательных эффектов.

Еще одной важной стороной в производстве бетона высокого качества является хорошо оснащенное оборудование.

Приготовление бетонной смеси осуществляется в бетоносмесительных узлах и установках, которые классифицируют по следующим признакам:

- По принципу работы - циклического и непрерывного действия.
- По назначению - производство товарного бетона, производство товарного раствора, производство на технологию, общая (комбинированная).

- По компоновке оборудования в вертикальной плоскости - установки с одноступенчатой схемой (башенный тип) и двухступенчатой схемой (с рядным складом заполнителей).
- По компоновке бетоносмесителей в горизонтальной плоскости - установки линейные (однорядные и двухрядные) и гнездовые.

Любой бетонный завод должен обеспечивать весь технологический процесс приготовления бетонной смеси, который включает в себя следующие операции: прием, хранение, дозирование и смешивание компонентов, выдача бетонной смеси и в ряде случаев её транспортирование. Для этого любой бетонный завод должен включать: расходные бункера заполнителей, расходные силоса цемента (вяжущих), расходные емкости для жидкости и хим.добавок, дозирующее оборудование и бетоносмеситель.

1. Марки бетона

Для приготовления бетона строительных конструкций наиболее широко используют неорганические вяжущие вещества. Эти вещества при смешивании с водой под влиянием внутренних физико-химических процессов способны схватываться (переходить из жидкого или тестообразного состояния в камневидное) и твердеть (постепенно увеличивать свою прочность).

Наиболее широкое применение в производстве бетона получил портландцемент – гидравлическое вяжущее вещество, твердеющее на воздухе и в воде. Его получают тонким помолом клинкера с соответствующими добавками. Клинкер – спекшаяся сырьевая смесь известняка и глины в виде зерен размером до 40 мм. Технология получения портландцемента в основном сводится к следующим операциям: изготовление сырьевой смеси надлежащего состава, ее обжига до спекания (1200-1450 С) и помола. Для регулирования сроков схватывания при помоле к клинкеру добавляют 1,5...3,5% гипса от массы цемента. Портландцемент выпускают без добавок или с активными минеральными добавками в количестве до 20 %.

Портландцемент по прочности при сжатии в 28-суточном возрасте подразделяют на марки: 400, 500, 550 и 600.

Условное обозначение цемента состоит из:

- обозначения вида цемента – ПЦ (портландцемент), ШПЦ (шлакопортландцемент);
- марки цемента (400, 500, 550 или 600);
- обозначения максимального содержания добавок:
 - Д0 – добавки не допускаются
 - Д5 – количество добавок не более 5%
 - Д20 – количество добавок от 5 до 20%
 - обозначение быстротвердеющего цемента – Б;

- обозначение пластификации и гидрофобизации цемента – ПЛ и ГФ соответственно;

- обозначение цемента, полученного на основе клинкера нормированного состава – Н.

Пример условного обозначения портландцемента марки 400, с добавками до 20%, быстротвердеющего, пластифицированного:

ПЦ 400 – Д20 – Б – ПЛ – ГОСТ 10178

Портландцемент должен удовлетворять следующим основным требованиям:

- цемент должен показывать равномерность изменения объема при испытании образцов кипячением в воде;

- начало схватывания цемента должно наступать не ранее 45 мин., а конец - не позднее 10 часов от начала затворения;

- тонкость помола цемента должна быть такой, чтобы при просеивании сквозь сито с сеткой № 008 по ГОСТу 3584 проходило не менее 85 %;

- подвижность цементно – песчаного раствора состава 1 : 3 из пластифицированных цементов должна быть такой, чтобы при водо – цементном отношении, равном 0,4, расплыв стандартного конуса был не менее 125 мм.;

- гидрофобный цемент не должен впитывать в себя воду в течение 5 мин от момента нанесения капли воды на поверхность цемента.

Для цемента дорожных и аэродромных покрытий, железобетонных шпал и т.п. должен применяться цемент, изготовленный на основе клинкера нормированного состава с содержанием трехкальциевого алюмината (СаА) в количестве не более 8% по массе. Для этих изделий по согласованию с потребителем должен поставляться цемент следующих марок:

ПЦ 400 – Д0 – Н, ПЦ 500 – Д0 – Н

Коэффициент вариации предела прочности цемента при сжатии в возрасте 28 суток, рассчитанный по результатам испытаний за квартал, не должен быть более 7%.

Изготовитель гарантирует качество цемента обычных марок в течение 60 суток после отгрузки.

Основное свойство, характеризующее качество любого цемента, - его прочность (марка). Марка цемента соответствует пределу прочности при сжатии половинок балочек 4*4*16 см из раствора 1:3 по массе с нормальным вольским песком, твердевших 28 суток в воде при температуре $20 + (-) 2^0$ С (первые сутки после изготовления до распалубки образцы твердеют во влажном воздухе). Растворная смесь должна иметь расплыв конуса на встряхивающем столике 106...115 мм. Если расплыв меньше, В/Ц увеличивают, если расплыв больше, что может быть у высокопрочных цемента, то В/Ц уменьшают.

Действительную прочность цемента называют его активностью. Например, если прочность контрольных образцов окажется 44 МПа, то его активность будет – 44 МПа, а марка – 400. При проектировании состава бетона лучше использовать активность цемента, т.к. это обеспечивает более точные результаты и экономию цемента. Повышение прочности цемента на 1 МПа приводит к снижению расхода цемента на 2...5 кг/м³, причем более заметное снижение наблюдается в высокопрочных бетонах.

Прочность бетонов высоких марок нарастает быстрее, чем у цемента низких марок. Например, прочность цемента марки 500 уже через 3 суток составляет 20...25 МПа (около 50% от 28 суточной), поэтому цементы высоких марок являются не только высокопрочными, но и до известной степени быстротвердеющими.

Помимо требований прочности, к цементам предъявляются такие важные требования, как нормальная плотность и сроки схватывания.

Нормальной плотностью называют то содержание воды в %, которое необходимо добавлять к цементу, чтобы получить определенную консистенцию цементного теста. Нормальная плотность портландцементов составляет 22...27%, пуццолановых портландцементов – 30 % и более. Нормальная плотность увеличивается при введении в цемент при помеле

тонкомолотых добавок. Наименьшую нормальную плотность имеют чисто клинкерные цементы.

Нормальная плотность цемента значительно влияет на реологические свойства бетонной смеси. Чем меньше НГЦ, тем меньше водопотребность бетонной смеси. Сокращение расхода воды в свою очередь приводит к уменьшению расхода цемента (при подборе бетонной смеси В/Ц – const). Поэтому в бетонах желательно применять цементы с пониженной нормальной плотностью.

Сроки схватывания цемента, определяемые на специальном приборе по глубине проникания иглы в цементное тесто, характеризуют начало и конец процесса превращения материала в твердое тело. Как уже указывалось выше. Сроки схватывания при температуре 20⁰ С лежат в пределах 45 мин...10 часов. В действительности начало схватывания цемента наступает через 1...2 часа, а конец 5..8 часов. Сроки схватывания можно регулировать путем добавления в бетонную смесь при ее приготовлении различных химических добавок. Например, хлористый кальций ускоряет схватывание цемента, а сульфитно-спиртовая бражка – замедляет.

Вид цемента ориентировочно можно описать по цвету:

- портландцемент – серовато-зеленый;
- пуццолановый портландцемент – светло-серый или желтый;
- шлакопортландцемент – серый с голубым оттенком;
- глиноземистый цемент – темно-серый, стальной без зеленого оттенка или коричнево-шоколадный.

Наличие доменного шлака проверяется с помощью магнита (шлак имеет включения железа).

При расчете состава бетона из портландцемента без добавок применяются следующие данные:

- истинная плотность 3,1 Г/см³
- насыпная плотность – 1,3 Г/см³

В процессе хранения цемент теряет свою активность. Как указывалось выше, изготовитель гарантирует марку бетона по прочности в течение 2 мес.

При хранении в нормальных условиях цемент теряет прочность до:

- 20% при хранении 3 мес.;
- 30% при хранении 6 мес.;
- 40% при хранении 12 мес.

При использовании в производстве лежалого цемента увеличивают в 2...4 раза время перемешивания бетонной смеси, вводят добавки – ускорители твердения.

Для получения бетона необходимого класса рекомендуется следующие марки цемента и его расход:

Наименование	Класс бетона, МПа/Марка бетона, (*) кг/см ³							
	В 7,5	В10	В15	В20	В25	В30	В40	В45
	100	150	200	250	300	400	500	600
Марка цемента	200	300	300-400	400	400	500	500-600	600-700
Расход цемента кг/м ³	200-240	215-240	240-310	270-340	310-390	350-440	410-535	480-650

*- марка бетона определена по формуле:

$$R^{cp}_b = B/0,778$$

Заполнители занимают в бетоне до 80 % объема и оказывают значительное влияние на свойства бетона, его долговечность и стоимость.

Введение в бетон заполнителей позволяет резко сократить расход цемента, являющегося наиболее дорогим и дефицитным компонентом..

Заполнитель уменьшает усадку бетона. Усадка цементного камня при его твердении достигает 1...2 мм/м, а заполнитель воспринимает усадочные напряжения на себя и в несколько раз уменьшает усадку бетона по сравнению с цементным камнем.

Различают рядовой заполнитель, содержащий зерна различных размеров и фракционный – включающий зерна близких между собой размеров, например 5...10 мм.

Зерновой состав называют непрерывным, если в нем встречаются зерна всех размеров – от наименьшего до наибольшего. Если же в заполнителях отсутствуют зерна какого-либо промежуточного размера, то такой зерновой состав называют прерывистым.

При использовании заполнителей с непрерывным зерновым составом, смеси получаются более подвижные, менее склонный к расслаиванию. На практике подбор состава заполнителей точно по идеальной кривой рассеивания требует дополнительных операций по рассеву песка и щебня, его дроблению. Поэтому эта методика не получила распространения.

В производстве используют зерновой состав заполнителя, состоящий из мелкой фракции (песка) и крупной фракции (щебня). Количество крупной и мелкой фракции определяется исходя из наименьшей пустотности их в бетонной смеси (наименьшего расхода цементного теста).

Соотношение между песком и щебнем, при котором получается минимальная пустотность, можно ориентировочно определить, полагая, что песок полностью заполнит пустоты между зернами крупного заполнителя с учетом некоторой их раздвижки зернами песка:

$$П/Щ = 1,1 * П_{от.щ} * Y_{п} / Y_{щ} , \text{ где}$$

П,Щ – количество песка и щебня

$P_{от.щ}$ – пустотность щебня относительная (0,3...0,48)

$Y_{п}$, $Y_{щ}$ - плотности песка и щебня (истинная)

Из практики количество песка составляет 30...35 % от общего количества заполнителя.

Песок представляет собой рыхлую смесь зерен крупностью 0,14...5 мм, образовавшуюся в результате естественного разрушения твердых пород. Природные пески в зависимости от условий залегания могут быть речные, морские и горные. Речные и морские пески имеют округлую форму зерен,

горные содержат остроугольные зерна, что обеспечивает их лучшее сцепление с бетоном. Горные пески обычно больше загрязнены примесями.

Искусственные пески обычно подразделяют на:

- дробленый – изготовленный из скальных пород и гравия с использованием специального дробильно-помольного оборудования;
- дробленый из отсевов – получаемый из отсевов продуктов дробления горных пород при производстве щебня.

Кроме того, эти пески могут быть фракционированными.

Важным свойством песка является его зерновой состав. Для условного выражения зернового состава пользуются модулем крупности МК, обозначающим сумму полных остатков (в %) на ситах стандартного набора, деленную на 100. Зерновой состав должен находиться в следующих пределах (что соответствует модулю крупности от 2,1 до 3,25):

Размер отверстий сит, мм	5	2,5	1,25	0,63	0,315	0,14	менее 0,14
Полные остатки на ситах, в % по массе	0	0-20	15-45	35-70	70-90	90-100	0-10

Могут применяться и более мелкие пески. В зависимости от модуля крупности пески разделяют на:

- крупные МК 2,5...3,5
- средние МК 2...2,5
- мелкие МК 1,5...2,5
- тонкие МК 1...1,5

Содержание в песке пылевидных, глинистых и иных частиц, не должно превышать значений: природный – 3%; дробленый из отсевов 5 %.

Для бетона желательно применять более крупные пески. Однако песок, содержащий избыток крупных частиц, имеет большой объем пустот (40%), который приходится заполнять цементным тестом, что увеличивает

расход цемента. Наилучшие результаты получают, применяя в бетоне пески, содержащие крупные, средние и мелкие зерна в оптимальном соотношении, обеспечивая минимальную пустотность песка. В доброкачественном песке пустотность не должна превышать 38 %, в песке оптимального зернового состава она уменьшается до 30 %.

Насыпная плотность песка зависит от его истинной плотности, пустотности и влажности. Песок, предназначенный для бетона марки М 200 и выше или для бетона, подвергающегося замерзанию в насыщенном водою состоянии, должны иметь насыпную плотность не ниже 1550 кг/м^3 , в остальных случаях – не ниже 1400 кг/м^3 . Самый большой объем песок занимает при влажности 5...7 %, с повышением или понижением влажности объем песка уменьшается. Это свойство песка следует учитывать при объемном дозировании.

Для приготовления бетонов в качестве крупного заполнителя используют щебень и гравий.

Щебень – это рыхлый материал, получаемый путем искусственного дробления изверженных, осадочных метаморфических горных пород или отходов различных производств.

Гравий – это рыхлый материал, образовавшийся в результате естественного разрушения (выветривания) твердых горных пород и состоящий из зерен округлой формы. Гравий может быть горным, речным и морским.

Щебень и гравий состоят из отдельных зерен и кусков от 5 до 70 мм. Они могут быть как рядовыми так и фракционированными.

Прочность заполнителя определяется прочностью горной породы, из которой он получен. Заполнители из прочных горных пород (гранита, диабазы) обладают высокой прочностью (80 МПа и выше). Заполнители из осадочных пород. Например, из известняка, имеют прочность 30 МПа и

выше. Прочность легких пористых заполнителей зависит от плотности и составляет 2...20 МПа.

Крупный заполнитель мало влияет на прочность бетона, если его прочность более чем на 20 % выше прочности бетона. Однако в заполнителе могут встречаться отдельные слабые зерна, поэтому для большей надежности рекомендуется, чтобы прочность исходной горной породы была в 1,5...2 раза выше прочнотчи бетона. На некоторые виды изделий марка щебня нормируется. Так для тротуарной плитки марка щебня по прочности на сжатие должна быть:

1200 – для щебня из изверженных пород;

800 – для щебня из осадочных пород.

В нормативной документации на щебень ограничивается содержание пластинчатых (лещадных) и игловатых зерен, увеличивающих пустотность заполнителя. В обычном заполнителе содержание таких зерен не должно превышать 35 %, в щебне с улучшенной формой зерен – 25%, с кубовидной формой зерен – 15%.

Поскольку изготовить образцы для испытаний из щебня или гравия трудно, то прочность заполнителя определяют косвенным путем – по дробимости. Образцы щебня помещают в стальной цилиндр и прикладывают определенную нагрузку. Затем образцы просеивают через сито и по потере в массе судят о дробности. Для щебня фракции 5...20 мм используют цилиндр диаметром 75 мм с нагрузкой 50кН. Для фракции более 20 мм испытание проводят в цилиндре диаметром 150 мм с нагрузкой 200 кН.

Дробимость щебня определяют по формуле:

$$D_p = (m_1 - m_2) / m_1 * 100, \text{ где}$$

m_1 – масса навески из щебня (гравия) до испытания в кг;

m_2 – остаток на сите после просеивания раздробленного в цилиндре щебня (гравия), в кг.

Марку щебня определяют по таблице в зависимости от показателя дробимости и вида исходной породы. Например, марка щебня 800 из

изверженных эффузивных и осадочных пород соответствует показателю дробимости 13...15.

Для ориентировочной оценки можно пользоваться следующими значениями марок щебня в зависимости от их дробимости:

Др 8 – свыше 1000 кг/см²

Др 12 – 800 – 1000кг/см²

Др 16 – 600-800 кг/см²

Др 24 – 400-600 кг/см²

Для приготовления бетонов рекомендуется использовать следующие марки щебня (гравия):

Марка бетона	М400 и выше	М 300	М 200	М 150 и ниже
Марка заполнителя	Др 8	Др 12	Др 16	Др 24

Большое влияние на прочность и экономичность бетона оказывает чистота заполнителя. Пылевидные и особенно глинистые примеси создают на поверхности зерен заполнителя пленку, препятствующую сцеплению их с цементным камнем. В результате прочность бетона значительно понижается (до 30%), поэтому в стандартах на заполнители указано предельно допустимое содержание в них загрязняющих примесей. В щебне из изверженных пород допускается содержание примесей, определяемых отмучиванием, не более 1%, а из осадочных пород – 2...3%. Содержание глины в комках не более 0,25%.

По морозостойкости щебень подразделяют на марки: 15, 25, 50, 100, 200, 300. Кроме того, нормируются такие показатели у щебня, как марка щебня по сопротивлению удару и истиранию на полочном барабане.

Важное значение имеет зерновой состав щебня и его крупность. В бетоне целесообразно использовать щебень или гравий максимальной допустимой крупности, так как такой заполнитель обладает меньшей

удельной поверхностью. Для надлежащей укладки и уплотнения бетонной смеси применяют заполнитель не крупнее $\frac{1}{4}$ части минимального размера конструкции.

Щебень изготавливают по фракциям: 5-10 мм; 10-20 мм; 20-40 мм; 40-70 мм. Зерновой состав щебня фракции 5-10 мм должен соответствовать следующим значениям:

Показатели	Размер отверстий контрольных сит			
	Д min	0,5(Дmin+Дmax)	Д max	1,25 Д max
Полный остаток на ситах в % по массе	95...100	40...80	0...10	0

Для ориентировочных расчетов можно использовать следующие технологические характеристики некоторых заполнителей:

Вид заполнителя	Истинная плотность г/см ³	Насыпная плотность кг/л	Пустотность, %	Модуль крупности, M _{кр}	Водопотребность, %
Щебень из изверженных пород	2,69	1,45	45,7	----	3,43
То же	2,6	1,47	42,6	----	5,88
Известняковый щебень	2,56	1,34	45,6	----	5,72
Строительный песок	2,63	1,51	42,5	2,79	7,0
То же	2,7	1,37	49,0	0,69,	11,5
Вольский песок	2,65	1,56	41,0	2,05	4,0

Для приготовления легких бетонов широко используют пористые минеральные заполнители, которые делятся на природные (вулканического

или осадочного происхождения) и искусственные (в т.ч. из отходов промышленности).

Природные пористые заполнители получают путем дробления на щебень и песок горных пород вулканического происхождения – пемзы, вулканического шлака и вулканического туфа; горных пород осадочного происхождения: пористых известняков, известняков – ракушечников, известняковых туфов, диатомитов и др.

Искусственные пористые заполнители получают путем термической обработки силикатного сырья с последующим рассевом или дроблением и рассевом. К искусственным заполнителям относятся: гравий и песок керамзитовые; щебень и песок аглопоритовые; гравий, щебень и песок шунгезитовые; щебень и песок из вспученного перлита, вспученный вермикулит.

Пористые заполнители из отходов промышленности получают путем переработки (дробления и отсева) пористых кусков топливных и отвальных шлаков, грубодисперсных зол - уноса, и золошлаковых смесей ТЭЦ, кирпичного боя и т.п.

Пористые заполнители в зависимости от крупности зерен подразделяются на щебень (гравий) от 5 до 40 мм и песок – до 5 мм. Крупные пористые заполнители подразделяются на фракции 5...10, 10...20, 20...40 мм.

Пористые пески подразделяются на рядовые (с зернами размером 0...5 мм.), крупные (с зернами размером 1, 25...5мм.), мелкие (с зернами размером менее 1,25 мм).

В зависимости от насыпной плотности в сухом состоянии пористые заполнители подразделяются на марки : 100, 150, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200. Для крупного заполнителя фракции 5...40 мм насыпная плотность не должна превышать 1000 кг/м³. Для щебня из пористых горных пород фракции 5...10 мм. допускается марка 1200, а для песка – марка 1400.

По прочности крупный пористый заполнитель подразделяется по маркам: П25, П35, П50, П75, П100, П150, П200, П250, П300, П350.

В зависимости от марки бетона рекомендуется применять следующие марки заполнителя по прочности:

Марка бетона	М 35	М 50	М75	М100	М150	М200	М250	М300	М400
Марка заполн-ля	25-75	35-100	50-125	75-150	75-200	100-250	125-300	150-350	250-350

Пористые заполнители обладают значительным водопоглощением и при введении их в бетонную смесь забирают из цементного раствора часть воды. Наиболее интенсивно этот процесс происходит в первые 10 – 15 мин. После приготовления бетонной смеси. Тем самым существенно изменяются реологические свойства бетонной смеси, т.е. уменьшается ее подвижность. Количество воды, поглощаемой заполнителем, зависит от состава бетонной смеси: оно увеличивается в литых и подвижных смесях при высоких значениях водоцементного отношения и уменьшается в жестких бетонных смесях при низких значениях В/Ц. Чтобы компенсировать влияние водопоглощения пористого заполнителя и сохранить подвижность бетонной смеси, необходимо увеличивать расход воды.

Пористый щебень и песок состоят из зерен неправильной формы с сильно развитой поверхностью и обладают вследствие этого увеличенным объемом межзерновых пустот. Для заполнения этих пустот и создания достаточной связки между зернами заполнителя с целью получения нерасслаеваемых и удобнoобработываемых бетонных смесей, требуется в 1,5 – 2 раза больше цементного теста, чем при применении плотных, тяжелых заполнителей.

Химические добавки, вводимые в состав бетонных смесей, в процессе их приготовления, подразделяют на поверхностно – активные добавки, добавки – ускорители твердения и противоморозные добавки.

Поверхностно – активные вещества (ПАВ) по характеру действия делятся на следующие группы: пластифицирующие, пластифицирующие – воздухововлекающие, воздухововлекающие микропенообразующие.

Пластифицирующие добавки применяются для повышения пластичности бетонных смесей, экономии цемента и придания бетону большей прочности и морозостойкости, водонепроницаемости. К этой группе добавок относятся сульфитно – дрожжевая бражка (СДБ), пластификатор адипиновый (ПАЩ – 1), водорастворимый (ВРП – 1), упаренная последрожжевая барда (УПБ) и др. Широко применяют суперпластификатор С – 3: при этом снижается трудоемкость укладки и увеличивается скорость твердения бетона.

Пластифицирующие – воздухововлекающие добавки способствуют связности и однородности бетонных смесей. Увеличение содержания воздуха в смеси приводит к замедлению скорости твердения бетона. При содержании вовлеченного воздуха 5% значительно улучшаются формовочные свойства бетонной смеси, что позволяет уменьшить значение В/Ц и сократить расход цемента. К этой группе добавок относятся мылонафт (М1), пластификатор адипиновый (ПАЩ-1), омыленная растворимая смола (ВЛХК), нейтрализованный черный контакт (натриевый) (НЧК). Введение этих добавок повышает прочность бетона при растяжении, трещиностойкость, газо – и водонепроницаемость, солестойкость.

Воздухововлекающие добавки способствуют вовлечению в смесь воздуха в виде пузырьков. С одной стороны это приводит к незначительному уменьшению прочности бетона, а с другой – при содержании вовлеченного воздуха менее 5% - пластифицирующее действие добавок позволяет уменьшить В/Ц и получать бетон требуемой прочности с сокращенным расходом цемента. К этой группе добавок относятся: смола нейтрализованная

воздухововлекающая (СНВ), синтетическая поверхностно – активная добавка (СПД), смола древесная омыленная (СДО), омыленный древесный пек (ЦНИПС – 1) и др. Введение этих добавок значительно повышает морозостойкость бетона, несколько увеличивает прочность бетона при растяжении, увеличивает водонепроницаемость.

Газообразующие добавки, вводимые при приготовлении бетонной смеси, обеспечивают образование в бетоне равномерно распределенных замкнутых пор. Эти добавки замедляют твердение бетона на разных стадиях, что требует удлинения предварительной выдержки изделий перед тепловой обработкой. К этой группе добавок относятся : полигидросилоксан (ГКЖ – 94), пудра алюминиевая (ПАК) и др. Введение указанных добавок повышает морозостойкость, долговечность и водонепроницаемость бетона.

Добавки – ускорители твердения интенсифицируют процессы гидратации цемента и приводят к ускорению твердения бетона, выдерживаемого в естественных условиях, а также к увеличению его прочности сразу после тепловой обработки и в возрасте 28 суток. К этой группе добавок относятся: сульфат натрия (СН), нитрат натрия (НН), хлорид кальция (ХК), нитрат кальция (НК), нитрит – натрат – сульфат натрия (ННСН), нитрит – нитрат – хлорид кальция (ННХК). Оптимальное количество добавок устанавливается экспериментально. При этом необходимо учитывать побочное отрицательное действие некоторых добавок на арматуру, приводящее к коррозии, или на бетон – появление высолов.

Противоморозные добавки придают бетону способность твердеть при отрицательной температуре. К этой группе относятся нитрит натрия (НН), хлорид кальция (ХК), поташ (П), хлорид натрия (ХН) и другие, а также их сочетания. Вид и количество добавок зависит от температуры твердения бетона.

Комплексные добавки представляют собой сочетания добавок разных групп, приведенных выше. Применение их предпочтительнее, чем каждой из добавок в отдельности. Наиболее эффективными зарекомендовали

себя комплексные добавки из ПАВ (СДБ+СНБ, СДБ+ГКЖ-94 и др.) и электролитов (СДБ+СН, СДБ+ННХК, СДБ+НН и др.). Комплексная добавка позволяет в большей степени уменьшить расход цемента, чем каждая добавка в отдельности.

Основные химические добавки к бетону.

ДОБАВКИ	Кол-во сухого вещества в % от массы цемента
<u>ПЛАСТИФИЦИРУЮЩИЕ</u>	
- суперпластификатор С-3	0,35...0,7
-сульфитно – дрожжевая бражка (СДБ)	0,15...0,25
-пластификатор адипиновый (ПАЩ-1)	0,1...0,3
<u>Пластифицирующие – воздухововлекающие</u>	
-мылонафт (М1)	0,1...0,2
-омыленная растворимая смола (ВЛХК)	0,1...0,2
-этил силиконат натрия (ГКЖ 10)	0,1...0,2
-метил силиконат натрия (ГКЖ 11)	0,1...0,2
-нейтрализованный черный контакт (НЧК)	0,1...0,2
-нейтрализованный черный контакт рафинированный	0,1...0,2
<u>Воздухововлекающие</u>	
-смола нейтрализованная воздухововлекающая	0,01...0,02
-синтетическая поверхностно – активная добавка (СПД)	0,01...0,02
омыленный древесный пек (ЦНИПС – 1)	0,01...0,03
<u>Газообразующие</u>	
-полигидросилоксан (ГКЖ – 94)	0,05...0,1
<u>Ускорители твердения</u>	
-сульфат натрия (СН)	0,5...1,0
-нитрат натрия (НН)	0,5...1,0
-хлорид кальция (ХК)	0,5...2,0
-нитрат кальция (НК)	1,0...3,0
-нитрит-нитрат-сульфат натрия (ННСН)	1,0...2,0
-нитрит нитрат-хлорид кальция (ННХК)	2,0...3,0
<u>Противоморозные</u>	
-хлорид натрия в сочетании с хлоридом кальция (ХН+ХК)	количество зависит от t
-нитрат натрия в сочетании с хлоридом кальция(НН+ХК)	(1,5...2,5%)

-поташ (П) -нитрат кальция с мочевиной (НК+М) -соединение нитрата кальция с мочевиной (НКМ) -нитрит-нитрат хлорид кальция (ННХК) -нитрит-нитрат хлорид кальция в сочетании с мочевиной (ННХК+М)	
---	--

Примечание:

- 1. Рекомендуемое количество добавок относится к применению портландцемента и быстротвердеющего портландцемента.*
- 2. Приведенное количество добавок применяется и для комплексных добавок.*

При проектировании составов бетона с добавками следует учитывать, что добавки не изменяют характера основных зависимостей, в частности зависимости подвижности смеси от расхода воды; прочности бетона от активности цемента и водо-цементного отношения, а только изменяют количественное отношение между разными факторами. Величина подобных изменений зависит от дозировки добавки и может быть учтена на основе рекомендаций, содержащихся в технических условиях, или инструкции по применению данной добавки или установлена по результатам предварительных опытов. Например, введение в смесь пластификаторов и суперпластификаторов уменьшает водопотребность бетонной смеси до 30 %.

Добавки – ускорители твердения, заметно изменяя твердение бетона в раннем возрасте, практически мало влияют на его прочность в возрасте 28 суток.

ДОБАВКИ	В/Ц	1 – суточная прочность бетона на цементе марки:		
		400	500	600
Ускоритель твердения (CaCl ₂)	0,4	0,3	0,4	0,45
	0,6	0,2	0,3	0,35
Комплексная добавка (ускоритель твердения, суперпластификатор, антивоздухововлекающий компонент)	0,4	0,4	0,5	0,55
	0,6	0,3	0,4	0,45

То же, твердение при 40 ⁰ С	0,4	0,55	0,65	0,7
	0,6	0,45	0,55	0,6
Без добавки	0,4	0,2	0,25	0,35
	0,6	0,1	0,15	0,25

В отдельных случаях повышение прочности составляет не более 10...15%, поэтому можно полагать, что добавки ускорители твердения не меняют зависимости прочности бетона от цементно – водного фактора в возрасте 28 суток, а возможное влияние можно учитывать поправочным коэффициентом.

Наилучшие результаты достигаются тогда, когда твердение бетона с добавками происходит при несколько повышенной температуре. Это позволяет в раннем возрасте получить достаточно высокую относительную прочность бетона и в некоторых случаях отказаться от тепловой обработки.

Эффективность введения воздухововлекающих добавок для повышения морозостойкости может быть увеличена путем введения в состав бетонов специальных твердых добавок, уже имеющих в своей структуре поры, выполняющие в бетоне роль резервных пор, в которых происходит сжатие воды при замерзании. В качестве таких добавок используется молотый цементный камень (МЦК) и измельченный ячеистый бетон автоклавного твердения (МЯБ). МЦК представляет собой продукт помола затвердевшего цементного теста, приготовленного затворением цемента небольшим количеством воды (не более величины требуемой для получения теста нормальной густоты).

Применение пластифицирующих добавок дает экономию цемента и увеличение прочности бетона в первые несколько суток естественного твердения.

Для повышения эстетической выразительности зданий и сооружений используют декоративный бетон. Декоративные свойства бетону придают красящие заполнители – пигменты. В зависимости от состава и назначения декоративные бетоны делятся на цветные бетоны и бетоны, имитирующие природные камни или сами по себе обладающие выразительной структурой.

Для получения цветных бетонов применяют белые или цветные минеральные или органические пигменты

Пигменты, используемые в цветных бетонах, должны обладать высокой светостойкостью, атмосферно – и щелочестойкостью. Наиболее часто используются пигменты, которые в большинстве своем являются оксидами или солями различных металлов. Эти пигменты вводят в количестве 1...5% от массы цемента в зависимости от их укрывности, плотности и других свойств. Пигменты позволяют получать довольно широкую гамму цветов: от красного (оксид железа) и зеленого (оксид хрома) до фиолетового (оксид марганца) и черного (перекись марганца). К белым пигментам относятся мел или известняк. Для осветления белого цемента, при необходимости получить особо светлые бетоны в него вводят двуокись титана. К черным пигментам относятся смола, оксид железа (черный), к желтым – охра, представляющая собой смесь белой глины (каолина) с оксидом железа. Применяя смешанные пигменты можно получить бетоны равной расцветки. Минеральные пигменты, благодаря высокой свето-, щелоче-, и атмосферостойкости, доступности и небольшой стоимости находят широкое применение.

В последнее время появились различные органические пигменты и красители (аниловые и др.), которые дают интенсивное окрашивание бетона при введении их в количестве всего 0,1...0,2% от массы цемента и обладают относительно высокой свето- и щелочестойкостью.

Для получения достаточной плотности, хорошей цветовой выразительности поверхности бетона несколько повышают (по сравнению с обычным бетоном) расход цемента. В качестве цветных бетонов обычно используют мелкозернистые бетоны. Оптимальными с точки зрения получения хороших декоративных качеств являются составы: 1/2...1/3 при В/Ц - отношении, соответствующем нормальной густоте цементного теста.

Расход воды в цветных бетонах определяют предварительными испытаниями и затем постоянно контролируют, так как даже небольшие отклонения в расходе воды влекут за собой заметные изменения цвета

бетона. Для сокращения расхода воды и цемента и повышения долговечности изделий используют пластификаторы и суперпластификаторы, а также комплексные добавки на их основе.

Для повышения долговечности и борьбы с высолами применяют гидрофобизаторы (тонкомолотые добавки), способствующие связыванию гидрата окиси кальция, выделяющегося при твердении цемента или применяют пропитку цветных бетонов полимерами. Для получения равномерной окраски бетона используют специальные добавки - выравниватели (ОП – 7 и др.). Хорошие результаты получают, применяя заранее приготовленные цветные смеси, в которые входят пигменты, часть воды затворения и добавки. Эти смеси рекомендуется приготавливать в специальных смесителях. Наиболее эффективны ротационно-пульсационные аппараты, в которых смесь подвергается особому динамическому воздействию, чем достигается высокая гомогенизация смеси.

В цветных бетонах используют кварцевые пески светлых оттенков без примеси частиц из оксидов железа, которые окрашивают пески и бетоны в серый цвет. Чтобы добиться большей равномерности окраски используют воздухововлекающие добавки или вводят в небольших количествах тонкие фракции некоторых материалов: жирной извести, тонкомолотого известняка и др.

Продолжительность перемешивания цветных бетонов несколько больше, чем при приготовлении обычной бетонной смеси. При тепловой обработке может происходить некоторое изменение цвета пигмента, что необходимо учитывать при подборе состава краски.

Бетон относится к материалам, которые хорошо сопротивляются сжатию, значительно хуже – срезу и еще хуже – растяжению (до 50 раз по сравнению с сжатием), поэтому строительные конструкции проектируют таким образом, чтобы бетон в них воспринимал сжимающие нагрузки. При необходимости восприятия растягивающих усилий конструкции армируют. Однако имеются отдельные типы конструкций (дорожные покрытия,

тротуарная плитка и др.), в которых бетон должен воспринимать напряжения растяжения при изгибе, что учитывается при проектировании бетона.

Прочность бетона определяется главным образом структурой и свойствами цементного камня, который скрепляет зерна заполнителя в монолит. Структура и свойства цементного камня зависят от его минералогического состава, водоцементного отношения, тонкости помола цемента, его возраста, условий приготовления и твердения, и введенных добавок. Путем применения тех или иных технологических приемов, например, виброперемешивания или введения добавок, можно значительно изменить прочность бетона (в 1,5...2раза). Свойства бетона существенно зависят от вида и качества заполнителя, а также от его состава. Прочность бетонов, приготовленных на цементе одинакового количества, при одном и том же водоцементном отношении, но на разных заполнителях может отличаться в 1,5...2 раза.

На прочность бетона влияет много факторов, даже образцы одного замеса, твердевшие в одинаковых условиях и испытанные на одном прессе, показывают различные значения. Поэтому для учета разброса прочности бетона введен термин “требуемая прочность бетона”.

Требуемая прочность бетона – это минимально достигнутое значение фактической прочности бетона в партии, устанавливаемое лабораториями предприятий и строек в соответствии с достигнутой ее однородностью. Однородность прочности бетона характеризуется коэффициентом вариации прочности бетона.

Требуемую прочность бетона (отпускную, передаточную, в промежуточном или проектном возрастах) при нормировании прочности по классам (R_t), МПа, вычисляют по формуле:

$$R_t = K_t * V_{\text{норм.}}, \quad \text{где}$$

$V_{\text{норм.}}$ - нормируемое значение прочности бетона (отпускной, передаточной, в промежуточном или проектном возрасте) для бетона данного

класса по прочности на сжатие, осевое растяжение или растяжении при изгибе, МПа;

K_T - коэффициент требуемой прочности для всех видов бетонов, принимаемый в зависимости от среднего коэффициента вариации прочности бетона V_p по всем партиям за анализируемый период.

Средний коэффициент вариации прочности бетона V_p для всех видов бетонов, за исключением плотных силикатных, ячеистых и для массивных гидротехнических сооружений, изменяется в интервале от 6 до 16% . В зависимости от него коэффициент требуемой прочности изменяется в пределах 1,07...1,43.

Требуемую прочность бетона (отпускную, передаточную, в промежуточном или проектном возрасте) при нормировании прочности по маркам (R_T) МПа, вычисляют по формуле:

$$R_T = R_{\text{норм.}} * K_T / 100, \text{ где}$$

$R_{\text{норм.}}$ – нормируемое значение прочности бетона (отпускной, передаточной, в промежуточном или проектном возрасте) для бетона данной марки по прочности на сжатие, осевое растяжение или растяжение при изгибе, МПа;

K_T - коэффициент требуемой прочности в %, принимаемый в зависимости от среднего партионного коэффициента вариации прочности бетона V_p за анализируемый период.

При изменении коэффициента вариации прочности бетона V_p от 6 до 16% коэффициент требуемой прочности изменяется от 83 до 112%.

Под маркой бетона понимается одно из нормированных значений унифицированного ряда данного показателя качества бетона, принимаемого по его среднему значению. Средний уровень бетона определяется по формуле:

$$R_y = R_T * K_{\text{мп}}, \text{ где}$$

R_T – требуемая прочность бетона;

Кмп - коэффициент, зависящий от коэффициента вариации бетона $V_{п}$, принимается по таблице:

$V_{п}$, %	6 и менее	6...7	7...8	8...10	10...12	12...14	14 и более
Кмп	1,03	1,04	1,05	1,07	1,09	1,12	1,15

Обычно марка тяжелого бетона определяется пределом прочности (в кг/см²) при сжатии стандартных бетонных кубов 15*15*15 см, изготовленных из рабочей бетонной смеси в металлических формах и испытанных в возрасте 28 суток после твердения в нормальных условиях (температура 15...20 С, относительная влажность 90..100%). Установлены следующие марки: М50, М75, М100...далее через 50, М500, М600...далее через 100. Для легких бетонов установлены марки: М25, М35, М50, М75, М100...далее через 50...М400. При использовании быстротвердеющих цементов или различных способов ускорения твердения бетона, например, пропаривание, прочность его определяют в более короткий срок (1,3 и 7 сут.). Наоборот, бетоны на медленно твердеющих цементах могут иметь расчетные сроки твердения, превышающие 28 суток (60,90 и 180 сут.). Увеличение расчетного срока твердения бетона ведет к экономии цемента. Усредненные данные нарастания прочности бетона с течением времени приведены в таблице:

Время, сут.	28	60	90	120	150	180
Относит. прочность, %	100	120	130	140	145	150

Под классом бетона понимают одно из нормируемых значений унифицированного ряда данного показателя качества бетона, принимаемого с гарантированной обеспеченностью (0,95). Нормируются следующие классы бетона: В1, В1, 5, В2, В2, 5, В3, 5, В5, В7, 5, В10, 12, 5, В15, В20, В25, В30, В35, В40, В45, В50, В55, В60. Числовое значение обозначает прочность в МПа. Для перехода от класса бетона к марке бетона (при нормируемом коэффициенте вариации 13,5%) используют формулу:

$$R_{cp} = B / 0,778 \text{ (МПа)}, \quad \text{где}$$

B – класс бетона в МПа.

Прочность бетона главным образом зависит от активности (прочности) цемента и водоцементного отношения. Под водоцементным отношением (В/Ц) понимают отношение массы воды к массе цемента в свежеизготовленной бетонной смеси, при чем учитывается только свободная, не поглощенная заполнителем вода. Прочность бетона повышается с увеличением прочности цемента (R_c) или уменьшением В/Ц и имеет следующую зависимость:

$$R_b \sim R_c / (B/C)^{1/2}$$

Зависимость прочности бетона от водоцементного отношения вытекает из физической сущности формирования структуры бетона. В процессе гидратации цемента (реакции с водой), цемент присоединяет всего 15...25% воды от своей массы. Для придания бетонной смеси пластичности в бетон добавляют значительно больше воды, чем необходимо (40...70% от массы цемента). Избыточная вода, не вступившая в химическую реакцию с цементом, остается в бетоне в виде водяных пор и капилляров или испаряется, оставляя воздушные поры. В обоих случаях бетон будет ослаблен наличием пор и чем больше В/Ц, тем больше пор и тем самым меньше прочность бетона.

Для тяжелых бетонов, применяемых в строительстве дорог, изготовлении тротуарных плит и т. п., устанавливают марки или классы бетона по прочности на растяжение при изгибе. Прочность бетона на изгиб в несколько раз меньше его прочности на сжатие. Марки бетона на растяжение при изгибе: М5, М10...далее через 5 до М50. Прочность бетона на изгиб зависит от тех же факторов, что и прочность бетона на сжатие. Однако с увеличением возраста бетона его прочность на изгиб и растяжение возрастает более медленно, чем прочность на сжатие, что учитывается на отпускной прочности изделий.

2. Выбор и обоснование способа производства

Приготовление бетонной смеси осуществляется в бетоносмесительных узлах и установках, которые классифицируют по следующим признакам:

- По принципу работы - циклическое и непрерывное действие.
- По назначению - производство товарного бетона, производство товарного раствора, производство на технологию, общая (комбинированная).
- По компоновке оборудования в вертикальной плоскости - установки с одноступенчатой схемой (башенный тип) и двухступенчатой схемой (с рядным складом заполнителей). При одноступенчатой схеме все агрегаты скомпонованы по одной вертикальной оси. Все компоненты бетонной смеси, однократно поднятые в раздаточные бункера, далее проходят через дозаторы, бетоносмесители, раздаточный узел гравитационным путем. При двухступенчатой применяют двукратный подъем материала. Сам же цех расчленяют на две части. В первой дозировочное отделение с приемными бункерами, во второй смесительное отделение и раздаточные бункера.
- По компоновке бетоносмесителей в горизонтальной плоскости - установки линейные (однорядные и двухрядные) и гнездовые.

На практике можно встретить только линейную однорядную схему размещения смесителей, т.к. даже при комбинированной работе установки, достаточно 1-4 смесителей для поддержания производительности до 500 м³/час. Бетонные заводы с одним смесителем обычно используются при работе с однотипными составами бетона или раствора. А при необходимости выпуска разных составов на установке используется 2 и более бетоносмесителя.

При гнездовом расположении смесителей один комплект дозаторов обслуживает три или четыре бетоносмесителя, расположенные вокруг вертикальной оси здания. Каждая секция (гнездо) имеет один групповой раздаточный бункер для компонентов, который обслуживает все смесители. Выгрузка бетонной смеси осуществляется в общий или индивидуальный бункер для каждого смесителя. Гнездовая схема по сравнению с линейной требует меньше площади, снижает расходы по строительству и эксплуатации.

Любой бетонный завод, не зависимо от используемой схемы размещения, должен обеспечивать весь технологический процесс приготовления бетонной смеси, который включает в себя следующие операции: прием, хранение, дозирование и смешивание компонентов, выдача бетонной смеси и в ряде случаев её транспортирование. Для этого любой бетонный завод должен включать: расходные бункера заполнителей, расходные силоса цемента (вяжущих), расходные емкости для жидкости и хим.добавок, дозирующее оборудование и бетоносмеситель.

Бункера заполнителей.

Как уже было описано ранее, заполнитель подают в расходные бункера бетоносмесительной установки фронтальным погрузчиком (при рядной схеме размещения бункеров) или наклонным ленточным конвейером. В расходных бункерах осуществляется не только накопление материала для его дальнейшего дозирования, но и при необходимости оттаивание и прогрев.

Силоса цемента.

В расходные силоса производится пневмотранспортом или вертикальными и наклонными шнеками. В силосах и расходных силосах устанавливаются датчики уровня, обеспечивающие контроль за уровнем цемента.

Дозировочное оборудование.

Необходимо помнить всегда, что от точности дозирования зависит соответствие фактического состава бетона заданному. Точность дозирования в значительной степени влияет на коэффициент вариации и соответственно на расход таких дорогостоящих материалов как цемент и ряд хим.добавок. Важнейшими показателями для дозаторов является:

Погрешность дозирования, которая не должна превышать 1-2,5% для разных компонентов;

Повторяемость состава готовой бетонной смеси.

Применяемые дозаторы классифицируют:

по режиму работы на дозаторы циклического и непрерывного действия;

по способу управления на дозаторы с ручным, дистанционным и автоматическим управлением;

по способу измерения на массовые и объемные.

На бетонных заводах применяют в основном дозирование по массе, так как из-за различной степени уплотняемости сыпучих материалов объемное дозирование обеспечивает точность $\pm 5-10\%$. Для весового дозирования применяют тензометрические датчики, обеспечивающие высокую точность взвешивания. На старых заводах ЖБК и ЖБИ можно встретить динамометрические и гидравлические устройства, у которых очень низкая точность измерения и они уже морально устарели. Но дозировочное оборудование это не только взвешивающие устройства, но также различные исполнительные и питающие устройства с различными датчиками положения. Именно эти устройства отвечают за точность расхода материала, ведь мало взвесить, надо ещё вовремя остановить процесс дозирования.

В большинстве случаев на бетоносмесительных установках с рядным расположением бункеров применяется следующие схемы дозирования:

1. Заполнители из расходных бункеров, через горловины, поочередно засыпаются в скип или ленточный питатель, которые установлены (подвешены) на тензодатчики. Далее отдозированный материал в скипе или по конвейерной ленте поступает к смесителю;

2. Цемент из силосов по трубчатому наклонному или горизонтальному шнеку подается в емкость, которая установлена (подвешена) на тензодатчики. Далее под действием силы гравитации отдозированный цемент поступает в бетоносмеситель;

3. Аналогично цементу дозируются и подаются сухие хим.добавки;

4. Жидкость и жидкие хим.добавки стандартно подаются из расходных емкостей насосами и дозируются в одном общем или отдельных баках. Далее под действием силы гравитации происходит слив воды в дозатор. В ряде случаев на жидкости применяются насосы-дозаторы, обеспечивающие объемное дозирование. Лично нами они не используются по ряду причин, в т.ч. из-за возможной потери точности.

Общей чертой всех дозаторов бетонного завода является ступенчатый принцип дозирования - сначала «грубо-быстро» и затем «медленно-точно».

Современная система дозирования бетонного завода должна отвечать нескольким требованиям:

1. Быть точной, погрешность дозирования не должна превышать 1-2,5%;

2. Быть быстрой, в среднем процесс дозирования не должен превышать 45сек;

3. Быть надежной, часто одна дозирующая линия обслуживает 2 смесителя и её поломка приведет к полной остановке обоих смесителей;

4. Быть простой в управлении. Присутствие человеческого фактора при дозировании на протяжении многих десятилетий

приводило к значительному ухудшению коэффициента вариации. Но современные системы управления (АСУ) обеспечивают минимальное вмешательство человека в процесс работы не только дозирочного оборудования, но и всего бетонного завода.

Для непрерывного дозирования компонентов бетонной смеси применяют ленточные, маятниковые, тарельчатые, барабанные, вибрлотковые и шнековые питатели, в которых дозирование происходит за счет изменения скорости (интенсивности колебаний) основного дозирующего органа или сечения слоя поступающего материала.

Бетоносмеситель.

Задача смешивания - равномерно распределить все компоненты по объему, чтобы проба, взятая из любого места бетонной смеси, имела один и тот же состав. В любом бетонном заводе смеситель - это сердце процесса. Сегодня на рынке присутствует множество производителей смесителей, но не всегда их продукция отвечает простым требованиям:

1. Качество перемешивания. Или другими словами гомогенность готовой смеси. Этот фактор оказывает значительной влияние на коэффициент вариации и на качество бетона.

2. Скорость (интенсивность) перемешивания. Время перемешивания обычно не должна превышать 60 сек. Многие товарные бетоны готовы к использованию уже через 30-40 сек. А падение интенсивности перемешивания негативно сказывается на производительности бетонного завода.

3. Надежность в эксплуатации. Именно надежность стала критическим показателем для многих бетоносмесителей, т.к. в процессе перемешивания смеситель воспринимает огромные нагрузки. Показателями надежности можно считать - жесткость рамы и

правильность её геометрических форм, выполнение приводов, качество использованных сталей и их толщина.

4. Простота в обслуживании. Быстрый и легкий доступ к большинству узлов и агрегатов смесителя. При этом в расчет принимаются не только быстроизнашиваемые детали, но и уплотнения, привода.

На бетонных заводах и установках нашли применение различные типы бетоносмесителей:

- Гравитационные. Морально и технически устарели, скорость и качество перемешивания значительно уступают конкурентам и не соответствуют современным требованиям.

- Роторные. На протяжении многих десятилетий был основным смесителем на большинстве заводов и до сих пор сохраняет свой статус самого востребованного. Он обеспечивает вполне достойное качество-скорость перемешивания и обладает хорошими эксплуатационными свойствами

- Планетарно-роторные. Данным смесителям свойственна высокая скорость и качество перемешивания, хорошие эксплуатационные показатели. Недостатком можно считать сложность доступа к элементам привода по сравнению с роторными смесителями.

- Одновальные. Данные смесители по многим показателям уступают планетарно-роторным и двухвальным смесителям, хотя и превосходят роторные смесители по качеству перемешивания. Эффективность применения данных смесителей весьма невысока, т.к. основные недостатки - жесткость корпуса и уплотняющие элементы вала, могут доставлять много неприятностей.

- Двухвальные (Двухвалковые). Если данный смеситель спроектирован и изготовлен правильно, то его можно считать лидером по качеству и скорости перемешивания. Принципиальным недостатком

данных смесителей является затрудненный доступ к внутренним элементам, что сказывается на скорости и удобстве обслуживания.

Режим перемешивания. Качество бетонной смеси зависит от порядка загрузки компонентов и длительности перемешивания. При перемешивании тяжелые частицы под действием силы тяжести стремятся переместиться вниз, а легкие - вверх. Исходя из этого, при перемешивании тяжелых бетонных смесей крупный заполнитель целесообразно вводить в последнюю очередь или одновременно с другими твердыми компонентами, а при перемешивании легкогобетонных смесей крупные фракции необходимо загружать в первую очередь.

Длительность перемешивания определяется условиями достижения однородности бетонной смеси во всех ее частях. Продолжительность перемешивания, как правило, определяется опытным путем для конкретных составов. При этом критерием перемешивания считают коэффициент вариации прочности образцов определенной серии. Для установления оптимума строят кривую зависимости коэффициента вариации от продолжительности перемешивания. Оптимальным временем перемешивания считают период, после которого дальнейшее перемешивание не приводит к снижению коэффициента вариации.

В зимнее время продолжительность перемешивания часто увеличивают на 20-25%. Кроме того, бетонная смесь после перемешивания должна иметь температуру 20-25 град., но не менее 5 град. Для обеспечения этого компоненты бетонной смеси предварительно нагревают. При выдаче бетонной смеси с температурой 25-45 град., необходимо подогреть воду до 40-80 град., песок до 20-60 град., щебень до 20-40 град.

3. Режим работы цеха

Для предприятий сборных железобетонных изделий следует принимать:

- количество расчетных рабочих суток за год – 262;
- по выгрузке сырья и материалов с железнодорожного транспорта – 365;
- количество рабочих смен в сутки – 2;
- количество рабочих смен в сутки по приему сырья и материалов и отгрузке готовой продукции:
 - а) железнодорожным транспортом – 3;
 - б) автотранспортом – 2 или 3, в зависимости от местных условий.

Количество рабочих суток в году (262) исходит из 5-дневной рабочей недели.

При 5-дневной рабочей неделе режим работы принимается:

а) при двух сменах: 8 часов, всего 16 часов в сутки; кроме этого два перерыва на обед по 1 часу;

б) при трех сменах: первая и вторая смены по 8 часов (кроме этого по 0,5 часа перерыва); третья смена 7 часов без перерыва. Итого в сутки 23 рабочих часа.

Годовой фонд времени работы основного технологического оборудования принимается равным – 247 дням.

Годовой коэффициент использования основного технологического оборудования – $247 : 262 = 0,943$

Наименование цехов или отделений	Количество дней в году	Количество смен в сутки	Годовой фонд рабочего времени	Коэффициент использования эксплуатации времени
БСУ	262	2		0,943

4. Расчет производительности цеха по классам бетона

Годовая производительность БСУ 280000м³/год. БСУ производит бетон классов В22,5; В30; В15 и В40.

В22,5 – 50%;

В30 – 36%;

В15 – 11%;

В40 – 3% от общей производительности.

№	Класс бетона	Единица измерения	Производительность			
			В год	В сутки	В смену	В час
1	В22,5	м3	140000	534	267	33,4
2	В30	м3	100800	384,7	192,3	24
3	В15	м3	30800	117,5	58,7	7,3
4	В40	м3	8400	32	16	2

5. Расчет состава бетона

1. Марка бетона – М300 или В22,5

Подвижность бетонной смеси, осадка стандартного конуса ОК – 2-4см

Удобоукладываемость – 60сек

Марка цемента – М400В0

Плотность цемента – 3,1г/см³

Объемная масса цемента – 1300кг/м³

Истинная плотность песка – 2,65г/см³

Насыпная плотность песка – 1,4г/см³

Модуль крупности – 2,2

Истинная плотность щебня(гравия) – 2,5г/см³

Насыпная плотность щебня(гравия) – 1,6г/см³

Пустотность щебня(гравия) – 0,36

1. Водоцементное отношение (В/Ц)б определяют из условия получения бетона необходимой прочности при данной марке цемента R_ц. водоцементное отношение можно определить из выражения при (В/Ц)б=0,40 и более

$$(В/Ц)б = A * R_{ц} / (R_{б} + 0,5A * R_{ц}) = (0,65 * 400) / (300 + 0,5 * 0,65 * 400) = 0,6$$

Коэффициенты А и А₁, учитывающие качество материалов, принимаются по таблице:

Качество заполнителей и цемента	А	А1
Высококачественные	0,65	0,43
Рядовые	0,6	0,4
Пониженного качества	0,55	0,37

Примечание:

1. К высококачественным материалам относятся щебень из плотных горных пород высокой прочности, песок оптимальной крупности и портландцемент высокой активности без добавок или с минимальным количеством добавок, заполнители должны быть чистые и фракционные.

2. К рядовым материалам относятся заполнители среднего качества, в т.ч. гравий, портландцемент средней активности или высокомарочный шлакопортландцемент.

3. К материалам пониженного качества относятся заполнители низкой прочности, мелкие пески, цемент низкой активности.

2. Расход воды (водопотребность), л/м³, ориентировочно определяют исходя из заданной удобоукладываемости бетонной смеси по таблице, которая составлена с учетом вида и крупности зерен заполнителя:

Жесткость стандартн., сек	ОК, см	Расход воды, л/м ³ при крупности, мм на 1 м ³ бетона							
		гравия				щебня			
		10	20	40	70	10	20	40	70
31	---	150	135	125	120	160	150	135	130
30...21	---	160	145	130	125	170	160	145	140
20...11	---	165	150	135	130	175	165	150	145
10...5	---	175	160	145	140	185	175	160	155
	1...4	190	175	160	155	200	190	175	170
	5...9	200	185	170	165	210	200	185	180
	10...15	215	205	190	180	225	215	200	190
	12...16	225	220	205	195	235	230	215	205

Примечание: Таблица составлена для цемента с нормальной густотой теста 26...28 %

В=175л

3. Расход цемента (кг) для приготовления бетонной смеси вычисляют, по уже известному водоцементному отношению и определенной водопотребности

$$Ц = В / (В/Ц)б = 175/0,6 = 292\text{кг}$$

4. Расход крупного заполнителя (кг) для приготовления 1 м³ бетонной смеси:

$$К = 1000 / (Пк * \alpha / \rho_{н.к.} + 1 / \rho_к) = 1000 / (0,36 * 1,36/1,6 + 1 / 2,5) = 1416\text{кг}$$

Коэффициент раздвижки зерен щебня (гравия) принимается по таблице в зависимости от расхода цемента на 1 м³ бетонной смеси и В/Ц отношения:

Расход цемента, кг/м ³	Оптимальные значения коэфф. Q при В/Ц				
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	---	---	1,26	1,32	1,38
300	---	1,3	1,36	1,42	---
350	1,32	1,38	1,44	---	---
400	1,4	1,46	---	---	---
500	1,5	1,56	---	---	---

Примечание:

1. При других значениях Ц и В/Ц коэффициент Q находят интерполяцией

2. Значения коэффициента Q даны при водопотребности песка равном 7%; если водопотребность используемого мелкого песка более 7 %, коэффициент Q уменьшают на 0,03 на каждый процент увеличения водопотребности, если водопотребность крупного песка менее 7 %, коэффициент Q увеличивается на 0,03 на каждый процент уменьшения водопотребности песка.

5. После определения расхода щебня (гравия) рассчитывают расход песка, кг/м³:

$$П = [1000 - (Ц / \rho_ц + В / \rho_в + К / \rho_к)] * \rho_п = [1000 - (292 / 3,1 + 175 / 1 + 1416 / 2,5)] * 2,65 = 436\text{кг}$$

2. Марка бетона – М400 или В30

Марка цемента – М500В0

1. В/Ц = (0,65 * 500) / (400 + 0,5 * 0,65 * 500) = 0,57
2. В = 175л
3. Ц = 175 / 0,57 = 307кг
4. К = 1000 / (0,36 * 1,36 / 1,6 + 1 / 2,5) = 1416кг

$$5. \quad \Pi = [1000 - (307 / 3,1 + 175 / 1 + 1416 / 2,5)] * 2,65 = 424\text{кг}$$

3. Марка бетона – М200 или В15

Марка цемента – М400В0

$$1. \quad B/\Pi = (0,65 * 400) / (200 + 0,5 * 0,65 * 400) = 0,79$$

$$2. \quad B = 175\text{л}$$

$$3. \quad \Pi = 175 / 0,79 = 221\text{кг}$$

$$4. \quad K = 1000 / (0,36 * 1,26 / 1,6 + 1 / 2,5) = 1463\text{кг}$$

$$5. \quad \Pi = [1000 - (221 / 3,1 + 175 / 1 + 1463 / 2,5)] * 2,65 = 448\text{кг}$$

4. Марка бетона – М500 или В40

Марка цемента – М500В0

$$1. \quad B/\Pi = (0,65 * 500) / (500 + 0,5 * 0,65 * 500) = 0,49$$

$$2. \quad B = 175\text{л}$$

$$3. \quad \Pi = 175 / 0,49 = 357\text{кг}$$

$$4. \quad K = 1000 / (0,36 * 1,44 / 1,6 + 1 / 2,5) = 1381\text{кг}$$

$$5. \quad \Pi = [1000 - (357 / 3,1 + 175 / 1 + 1381 / 2,5)] * 2,65 = 418\text{кг}$$

6. Расчет добавок

1. В качестве добавки используется суперпластификатор С-3.
 $\rho(10\%)=1,049 \text{ г/см}^3$; содержание С-3 по сухому в 1 л. воды 0,118 кг/л.

Расход раствора добавки повышенной концентрации вычисляем по формуле:

$$Q_{к.р.} = \frac{\Pi \cdot D}{K_p \cdot \rho_p},$$

где $D=0,4-0,8$ – дозировка добавки (% от массы цемента); $K_p=10\%$ – концентрация приготавливаемого раствора; $\rho_p=1,049 \text{ г/см}^3$.

$$Q_{к.р.} = (292 * 0,6) / (10 * 1,049) = 16,7;$$

Рабочий расход воды на затворение 1 м^3 бетона вычисляем по формуле:

$$B_{\phi} = B - Q_{к.р.} \cdot \rho_p \cdot (1 - K_p / 100),$$

где $B=175$ – расчетный расход воды на 1 м^3 бетона, л;

$$V_{\Phi} = 175 - 16,7 * 1,049 * (1 - 10 / 100) = 159\text{л};$$

Расход раствора добавки нормальной концентрации вычисляем по формуле:

$$Q_P = \frac{100 \cdot B + Ц \cdot Д}{100 \rho_P};$$

$$Q_P = (100 * 175 + 292 * 0,6) / 100 * 1,049 = 168\text{л}.$$

2. Ц = 307кг

$$Q_{\text{к.р.}} = (307 * 0,6) / (10 * 1,049) = 17,5;$$

$$V_{\Phi} = 175 - 17,5 * 1,049 * (1 - 10 / 100) = 158\text{л};$$

$$Q_P = (100 * 175 + 307 * 0,6) / 100 * 1,049 = 168,5\text{л}.$$

3. Ц = 221кг

$$Q_{\text{к.р.}} = (221 * 0,6) / (10 * 1,049) = 12,6;$$

$$V_{\Phi} = 175 - 12,6 * 1,049 * (1 - 10 / 100) = 163\text{л};$$

$$Q_P = (100 * 175 + 221 * 0,6) / 100 * 1,049 = 168\text{л}.$$

4. Ц = 357кг

$$Q_{\text{к.р.}} = (357 * 0,6) / (10 * 1,049) = 20,4;$$

$$V_{\Phi} = 175 - 20,4 * 1,049 * (1 - 10 / 100) = 155\text{л};$$

$$Q_P = (100 * 175 + 357 * 0,6) / 100 * 1,049 = 169\text{л}.$$

7. Расчет состава бетона с добавкой

1. Марка бетона – М300 или В22,5

Подвижность бетонной смеси, осадка стандартного конуса ОК – 2-4см

Удобоукладываемость – 60сек

Марка цемента – М400В0

Плотность цемента – 3,1г/см³

Объемная масса цемента – 1300кг/м³

Истинная плотность песка – 2,65г/см³

Насыпная плотность песка – 1,4г/см³

Модуль крупности – 2,2

Истинная плотность щебня(гравия) – 2,5г/см³

31	---	150	135	125	120	160	150	135	130
30...21	---	160	145	130	125	170	160	145	140
20...11	---	165	150	135	130	175	165	150	145
10...5	---	175	160	145	140	185	175	160	155
	1...4	190	175	160	155	200	190	175	170
	5...9	200	185	170	165	210	200	185	180
	10...15	215	205	190	180	225	215	200	190
	12...16	225	220	205	195	235	230	215	205

Примечание: Таблица составлена для цемента с нормальной плотностью теста 26...28 %

$$B=159\text{л}$$

3. Расход цемента (кг) для приготовления бетонной смеси вычисляют, по уже известному водоцементному отношению и определенной водопотребности

$$Ц = B / (B/Ц)_{б} = 159/0,6 = 265\text{кг}$$

4. Расход крупного заполнителя (кг) для приготовления 1 м³ бетонной смеси:

$$K = 1000 / (Пк * \alpha / \rho_{н.к.} + 1 / \rho_{к.}) = 1000 / (0,36 * 1,26/1,6 + 1 / 2,5) = 1463\text{кг}$$

Коэффициент раздвижки зерен щебня (гравия) принимается по таблице в зависимости от расхода цемента на 1 м³ бетонной смеси и В/Ц отношения:

Расход цемента, кг/м ³	Оптимальные значения коэфф. Q при В/Ц				
	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
250	---	---	1,26	1,32	1,38
300	---	1,3	1,36	1,42	---
350	1,32	1,38	1,44	---	---
400	1,4	1,46	---	---	---
500	1,5	1,56	---	---	---

Примечание:

1. При других значениях Ц и В/Ц коэффициент Q находят интерполяцией

2. Значения коэффициента Q даны при водопотребности песка равном 7%; если водопотребность используемого мелкого песка более 7 %, коэффициент Q уменьшают на 0,03 на каждый процент увеличения водопотребности, если водопотребность крупного песка менее 7 %, коэффициент Q увеличивают на 0,03 на каждый процент уменьшения водопотребности.

коэффициент Q увеличивается на 0,03 на каждый процент уменьшения водопотребности песка.

5. После определения расхода щебня (гравия) рассчитывают расход песка, кг./м³:

$$\Pi = [1000 - (\text{Ц} / \rho_{\text{ц}} + \text{В} / \rho_{\text{в}} + \text{К} / \rho_{\text{к}})] * \rho_{\text{п}} = [1000 - (265 / 3,1 + 159 / 1 + 1463 / 2,5)] * 2,65 = 451 \text{ кг}$$

2. Марка бетона – М400 или В30

Марка цемента – М500В0

$$\text{В/Ц} = (0,65 * 500) / (400 + 0,5 * 0,65 * 500) = 0,57$$

$$\text{В} = 158 \text{ л}$$

$$\text{Ц} = 158 / 0,57 = 277 \text{ кг}$$

$$\text{К} = 1000 / (0,36 * 1,36 / 1,6 + 1 / 2,5) = 1416 \text{ кг}$$

$$\Pi = [1000 - (277 / 3,1 + 158 / 1 + 1416 / 2,5)] * 2,65 = 493 \text{ кг}$$

3. Марка бетона – М200 или В15

Марка цемента – М400В0

$$\text{В/Ц} = (0,65 * 400) / (200 + 0,5 * 0,65 * 400) = 0,79$$

$$\text{В} = 163 \text{ л}$$

$$\text{Ц} = 163 / 0,79 = 206 \text{ кг}$$

$$\text{К} = 1000 / (0,36 * 1,26 / 1,6 + 1 / 2,5) = 1463 \text{ кг}$$

$$\Pi = [1000 - (206 / 3,1 + 163 / 1 + 1463 / 2,5)] * 2,65 = 491 \text{ кг}$$

4. Марка бетона – М500 или В40

Марка цемента – М500В0

$$\text{В/Ц} = (0,65 * 500) / (500 + 0,5 * 0,65 * 500) = 0,49$$

$$\text{В} = 155 \text{ л}$$

$$\text{Ц} = 155 / 0,49 = 316 \text{ кг}$$

$$\text{К} = 1000 / (0,36 * 1,36 / 1,6 + 1 / 2,5) = 1416 \text{ кг}$$

$$\Pi = [1000 - (316 / 3,1 + 155 / 1 + 1416 / 2,5)] * 2,65 = 468 \text{ кг}$$

8. Расходы сырьевых материалов

№	Наименование сырья	Ед. изм.	Расходы			
			В час	В смену	В сутки	В год
	М300 В22,5					
1.	Цемент	т	8,851	70,755	141,510	37100
2.	Песок	т	15,063	120,417	240,834	63140
3.	Щебень	т	48,864	390,621	781,242	204820
4.	Вода	л	5310	42453	84906	22260000
5.	Добавка	л	53	424	849	2226000
	М400 В30					
1.	Цемент	т	6,648	53,267	106,562	27922
2.	Песок	т	11,832	95,804	189,657	49694
3.	Щебень	т	33,684	272,297	544,735	142733
4.	Вода	л	3792	30383	60783	15926400
5.	Добавка	л	40	319	639	167532
	М200 В15					
1.	Цемент	т	1,504	12,092	24,205	6345
2.	Песок	т	3,584	24,595	57,692	15123
3.	Щебень	т	10,680	85,878	171,902	45060
4.	Вода	л	1189,9	9568	19152,5	5020400
5.	Добавка	л	9	72	145	38070
	М500 В40					
1.	Цемент	т	0,632	5,056	10,112	2654,4
2.	Песок	т	0,936	7,488	14,976	39312
3.	Щебень	т	2,832	22,656	45,312	11894,4
4.	Вода	л	310	2480	4960	1302000
5.	Добавка	л	3,7	30	60	15926

9. Расчет склада цемента

Бетоносмесительные цехи и заводы для хранения цемента оснащают обычно складами силосного типа. Они состоят из отдельных ячеек – силосов диаметром 5-10м, вместимостью 25-1500т и более. Изготовленных из металла или железобетона. Для мелких установок применяют инвентарные силосы объемом 10-20т.

Нормируемый запас цемента применяют из условия 5-10 суточной потребности предприятия. Расчетное количество цемента для определения вместимости склада можно определить по формуле:

$$V = Q * T / 0,9 \text{ (т)},$$

Где Q – суточный расход ;

T – запас (сут).

Цемент М400:

$$V = 165,7 * 10 / 0,9 = 1841 \text{ т};$$

Цемент М500:

$$V = 116,6 * 10 / 0,9 = 1295 \text{ т}.$$

Для цемента М400 понадобится 6 банок, а для М500 – 4 банки.

10. Расчет склада заполнителей

Склады заполнителей заводов железобетонных изделий могут быть различных типов в зависимости от вида транспорта, способа приема, хранения и выдачи заполнителей. Склады могут быть открытыми и закрытыми, а в зависимости от способа складирования и хранения заполнителей – штабельные, полубункерные и силосные. Штабельные и полубункерные склады могут быть оборудованы эстакадами, подземными галереями и т.д.

Нормативный запас материалов на складе заполнителей принимают 5-10 сут. Ориентировочно на 1м³ тяжелого бетона требуется 0,45м³ песка и 0,9м³ щебня или гравия, а легкого бетона соответственно 0,55 и 0,8м³. При

использовании фракционированных заполнителей вводят поправочный коэффициент (для двух фракций – 1,05, трех – 1,1, четырех – 1,15).

Вместимость склада заполнителей определяется по формуле:

$$\text{Для песка} \quad N_{\text{п}} = P_{\text{г}} * П * Z_{\text{п}} * 1,04 / 0,9C \quad (\text{м}^3);$$

$$\text{Для щебня} \quad N_{\text{щ}} = P_{\text{г}} * Щ * Z_{\text{щ}} * 1,04 / 0,9C \quad (\text{м}^3);$$

Где: $P_{\text{г}}$ - годовая производительность предприятия, м^3 ;

$Z_{\text{п}}, Z_{\text{щ}}$ - запас песка и щебня на складе, сутки ;

1,04 – коэффициент возможных потерь ;

0,9 – коэффициент заполнения емкости для хранения заполнителей ;

C – количество рабочих дней в году ;

$П$ – расход песка – $0,45\text{м}^3$;

$Щ$ – расход щебня – $0,9\text{м}^3$.

Песок:

$$N = 280000 * 0,45 * 10 * 1,04 / (0,9 * 262) = 5557 \text{ м}^3 ;$$

Щебень:

$$N = 280000 * 0,9 * 10 * 1,04 / (0,9 * 262) = 11114 \text{ м}^3 .$$

Максимальная высота штабелей заполнителей во время их отсыпки с эстакад составляет 12м при угле естественного откоса 40° . При разгрузке заполнителя с железнодорожного состава передвижной разгрузочной машиной высоту штабеля принимают 4-6м. наименьшее число отсеков для хранения заполнителей: для песка – 2; для крупного заполнителя – 4.

Общую площадь склада заполнителей определяют по формуле:

$$S_{\text{скл.}} = S_{\text{п}} * K_{\text{п}} \quad (\text{м}^2),$$

Где $S_{\text{п}}$ - полезная площадь склада, равная суммарной площади всех штабелей, м^2 ;

$K_{\text{п}}$ - коэффициент увеличения площади склада для устройства проездов, проходов и т.д. ($K_{\text{п}} = 1,4-1,5$).

$$S_{\text{скл.}} = 798 \text{ м}^2.$$

11. Расчет склада добавки

Порошкообразные добавки поступают на завод в мешках, разгружаются электрической талью, укладываются на самоходные тележки или электрокары и доставляются на склад порошкообразных добавок, либо непосредственно в отделение приготовления рабочих растворов добавок.

Помещения для хранения жидких и порошкообразных добавок должны быть оборудованы приточно-вытяжной вентиляцией .

Растворение добавок и последующее разбавление до получения удобной для дозирования концентрации производится в специальных баках емкостью от 3 до 6 м³. Баки следует оборудовать регистрами для подогрева раствора, пропеллерными мешалками для ускорения растворения добавок, замкнутой системой трубопровода с центробежным насосом для перемешивания и усреднения раствора перед его подачей в расходные емкости. Баки для растворения порошкообразных добавок оборудуются специальными сеточными контейнерами для того, чтобы избежать попадание нерастворенных продуктов, осадков и твердых предметов в насос и трубопроводы.

Растворение порошкообразных добавок происходит следующим образом. Порошок из мешков засыпают в сетчатый контейнер бака для растворения добавки, закрывают люки и подают воду до требуемого уровня при включенной пропеллерной мешалке. Далее включают обогрев бака и центробежный насос для циркуляции раствора. Жидкость при этом начинает циркулировать по кольцу, проходит через сопла и направляется на отбойную выгнутую пластинку, приобретая при этом круговую траекторию, что совместно с воздействием пропеллерной мешалки обеспечивает интенсивное перемешивание жидкости и растворение твердых добавок.

После растворения добавок, первичный раствор имеет концентрацию 10–15%. Для обеспечения требуемой точности дозирования добавок в бетонную смесь, исходный раствор целесообразно разбавить водой до 5%

концентрации. Разбавление исходных растворов добавок до рабочей концентрации осуществляется, как правило, в баках большей емкости, по сравнению с баками, где происходит растворение добавок.

Пластификатор С-3 поставляют в виде водного раствора синтетического продукта в бочках или цистернах.

Пластификатор С-3 следует хранить в условиях исключающих замерзание в емкостях оснащенных устройствами для промывки трубопроводов и удаления нерастворимых осадков.

Вместимость склада добавки определяется по формуле:

$$V = Q * T / 0,9 ,$$

Где Q – суточный расход ;

T – запас (сут).

$$V = 1693 * 10 / 0,9 = 18811 \text{ л.}$$

12. Расчет бетоносмесительного узла

На заводах сборного железобетона следует использовать стационарные бетоносмесители периодического действия со свободным падением (гравитационные) и с принудительным перемешиванием материалов.

Выбор марки бетоносмесителей следует производить с учетом их основных характеристик: объем готового замеса, количество замесов в час, способа перемешивания, предельной крупности заполнителя и др.

Часовая производительность бетоносмесительной установки определяется по формуле:

$$Q_{\text{ч}} = V * П_3 * K_{\text{в}} * K_{\text{н}} * m / 1000 \quad (\text{м}^3/\text{ч}) ,$$

Где: V – объем смесительного барабана ;

$K_{\text{в}}$ - коэффициент использования времени – 0,91 ;

$K_{\text{н}}$ - коэффициент неравномерности выдачи – 0,8 ;

m – коэффициент выхода бетонной смеси – 0,65-0,75 ;

$П_3$ - число замесов в час.

$$Q_{\text{ч}} = 1500 * 20 * 0,91 * 0,8 * 0,65 / 1000 = 14,196$$

Количество замесов (Π_3) в бетоносмесителях емкостью 325л и выше, замесов в час:

- принудительное перемешивание – 20 ;
- гравитационное перемешивание жестких смесей – 15 ;
- то же, смесей на легких заполнителях – 15 ;
- силикатных и ячеистых смесей – 10 ;
- растворов – 30 .

Годовая производительность бетоносмесительного узла определяется по формуле:

$$Q_{\Gamma} = Q_{\text{ч}} * T_{\text{см}} * N * T_{\text{Ф}} \quad (\text{м}^3),$$

Где: $Q_{\text{ч}}$ - часовая производительность бетоносмесителя, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$T_{\text{см}}$ - время работы в смену, ч ;

N – количество смен ;

$T_{\text{Ф}}$ - годовой фонд времени работы оборудования – 247 сут .

$$Q_{\Gamma} = 14,196 * 8 * 2 * 247 = 56102,592$$

Принимаем автоматизированную установку с двумя смесителями принудительного действия типа СБ-138.

Вместимость при загрузке 1500 л ;

Объем готового замеса 1000 л ;

Мощность двигателя 175 квт.

Механизмами дозирочного управления отделения и бетоносмесительного отделения управляет оператор с центрального пульта, дозирование осуществляется автоматическими циферблатными дозаторами. Они работают в паре с вторичными приборами, установленными в помещении оператора. Управление выпускными затворами дозаторов и бетоносмесителей осуществляется пневмоприводами с электромагнитными клапанами. Всеми производственными процессами управляет оператор из центрального пульта, в котором кроме пульта управления размещен щит технологической световой сигнализации.

Расчет многопустотной панели перекрытия

Исходные данные:

Требуется рассчитать и сконструировать сборные железобетонные конструкции междуэтажного перекрытия при следующих данных: временная нагрузка на перекрытие $P^n = 4000 \text{ Н/м}^2$. Несущими элементами перекрытия являются многопустотная панель с круглыми пустотами, имеющая номинальную длину 6,25м, ширину 1,2м, высоту 22см.

Марка панели ПК62,5-12, бетон марки В20, арматура класса А-III, способ – подвергнутой тепловой обработке при атмосферном давлении.

Определение нагрузок:

Таблица 1

Вид нагрузки	Нормативная нагрузка, Н/м^2	Коэф. ф. надежности и по нагрузке γ_f	Расчетная нагрузка Н/м^2
Постоянная:			
- асфальтовая стяжка $t = 0,03\text{м}$, $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$	540	1,3	702
- шлакобетон (плиты) при $t = 0,06\text{м}$, $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$	960	1,2	1152
- собственный вес ж/б панели (по каталогу) приведенной толщиной 110мм, $t = 0,11\text{м}$, $\rho = 2500 \text{ кг/м}^3$	2750	1,1	3025
	$g^n =$	-	$g =$
Итого:	4250		4879

-			
Временная			
- кратковременная	2000	1,3	2600
- длительная	2000	1,3	2600
Итого:	$p^n = 4000$		$p = 5240$
Полная нагрузка:			
- постоянная и длительная	6250		7479
- кратковременная	2000		2600
Итого:	$g^n + p^n = 8250$		$g + p = 10119$

Нагрузки на сборное междуэтажное перекрытие

Определение расчетного пролета панели:

Расчетный пролет панели l_0 – принимаем равным расстоянию между осями ее опор. $l_0 = 6,25 - 0,2/2 - 0,1/2 = 6100(мм)$

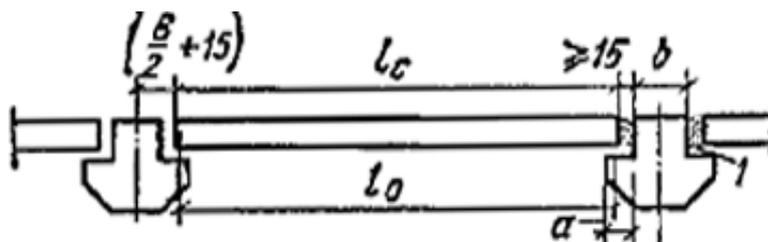


Рис.1

Определение нагрузок и усилий:

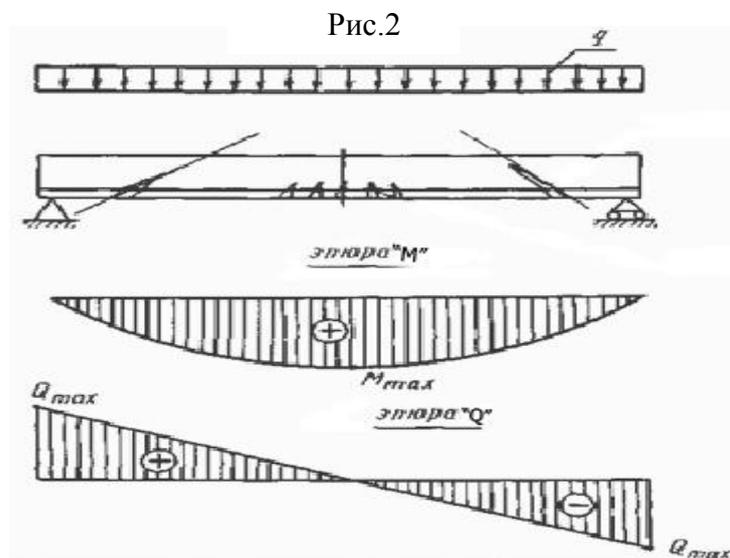
На 1 м длины панели шириной 120с м. действуют следующие нагрузки, Н/м:

- кратковременная нормативная $p^n = 2000 \cdot 1,2 = 2400$
- кратковременная расчетная $p = 2600 \cdot 1,2 = 3120$
- постоянная и длительная нормативная $q^n = 6250 \cdot 1,2 = 7500$
- постоянная и длительная расчетная $q = 7479 \cdot 1,2 = 8975$
- итого нормативная $q^n + p^n = 7500 + 2400 = 9900$
- итого расчетная $q + p = 8975 + 3120 = 12095$

Расчетный изгибающий момент от полной нагрузки

$$M = \frac{(q + p)l_0^2 \gamma_n}{8} = \frac{12095 \cdot 6,1^2 \cdot 0,95}{8} = 53444 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

где l_0 – расчетный пролет плиты



Расчетный изгибающий момент от полной нормативной нагрузки (для расчета прогибов и трещиностойкости) при $\gamma_f = 1$

$$M^n = \frac{(q^n + p^n)l_0^2\gamma_n}{8} = \frac{9900 \cdot 6,1^2 \cdot 0,95}{8} = 43745H \cdot м$$

Расчетный изгибающий момент от нормативной постоянной и длительной временной нагрузок

$$M_{ld} = \frac{q^n l_0^2 \gamma_n}{8} = \frac{7500 \cdot 6,1^2 \cdot 0,95}{8} = 33140H \cdot м$$

Расчетный изгибающий момент от нормативной кратковременной нагрузки

$$M_{cd} = \frac{p^n l_0^2 \gamma_n}{8} = \frac{2400 \cdot 6,1^2 \cdot 0,95}{8} = 10605H \cdot м$$

Максимальная поперечная сила на опоре от расчетной нагрузки

$$Q = \frac{ql_0\gamma_n}{2} = \frac{12095 \cdot 6,1 \cdot 0,95}{2} = 35045H$$

Максимальная поперечная сила на опоре от нормативной нагрузки

$$Q^n = \frac{(q^n + p^n)l_0\gamma_n}{2} = \frac{9900 \cdot 6,1 \cdot 0,95}{2} = 28685H$$

$$Q_{ld} = \frac{q^n l_0 \gamma_n}{2} = \frac{7500 \cdot 6,1 \cdot 0,95}{2} = 21731H$$

Подбор сечений:

Для изготовления сборной панели принимаем: бетон класса В20, $E_b = 24 \cdot 10^3 (МПа)$, $R_b = 11,5 (МПа)$, $R_{bt} = 0,90 (МПа)$, $\gamma_{b2} = 0,9$; продольную арматуру из стали класса А-III, $R_s = 365 (МПа)$, $E_s = 200000 (МПа)$; поперечную арматуру – из стали класса А-I диаметром $\varnothing 6$ мм; $R_s = 225 (МПа)$, $R_{sw} = 175 (МПа)$; армирование – сварными сетками и каркасами; сварные сетки в верхней и нижней полках панели – из проволоки класса Вр-I, $R_s = 360 (МПа)$ при $d=5$ мм и $R_s = 365 (МПа)$ при $d=4$ мм

Панель рассчитываем, как балку прямоугольного сечения с заданными размерами, $b \times h = 120 \times 22 (см)$ где b – номинальная ширина; h – высота панели.

В расчете поперечное сечение пустотной панели приводим к эквивалентному двутавровому сечению. Заменяем площадь круглых пустот прямоугольниками той же площади и того же момента инерции. Вычисляем:

$$h_1 = 0,9d = 0,9 \cdot 15,9 = 14,3(\text{см});$$

$$h_f = h'_f = \frac{(h - h_1)}{2} = \frac{(22 - 14,3)}{2} = 3,85(\text{см}) \approx 3,8(\text{см});$$

приведенная толщина ребер $b = 117 - 6 \cdot 14,3 = 31,2(\text{см})$ (расчетная ширина сжатой полки $b'_f = 117(\text{см})$).

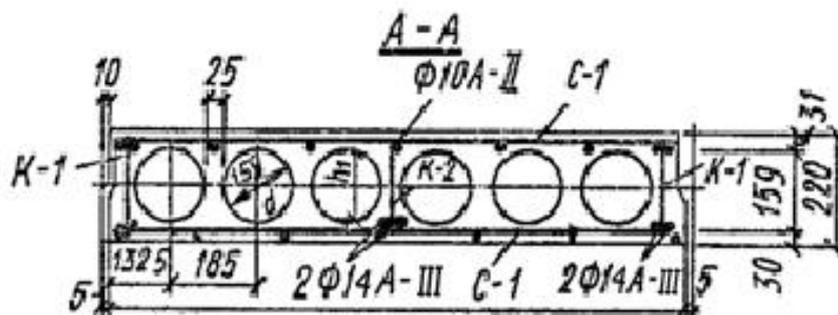


Рис.3

Расчет по прочности нормальных сечений

Предварительно проверяем высоту сечения панели перекрытия из условия обеспечения прочности при соблюдении необходимой жесткости по

формуле:

$$h = \frac{c l_0 R_s}{E_s} \frac{\theta g^n + P^n}{q^n} = \frac{18 \cdot 610 \cdot 365 \cdot 2 \cdot 6250 + 2000}{2,0 \cdot 10^5 \cdot 8250} = 21,8 \approx 22 \text{ см}$$

где, $q^n = g^n + p^n = 6250 + 2000 = 8250 \text{ Н/м}^2$

Принятая высота сечения $h = 22(\text{см})$ достаточна. Отношение

$$\frac{h^i_f}{h} = \frac{3}{22} = 0,136 > 0,1$$

в расчет вводим всю ширину полки

Расчетное сечение – тавровое с полкой в сжатой зоне.

Вычисляем по формуле:

$$A_0 = \frac{M}{R_b \gamma_{b2} b'_f h_0^2} = \frac{5344400}{11,5 \cdot 0,9 \cdot 117 \cdot 19^2 (100)} = 0,122$$

где, $h_0 = h - a = 22 - 3 = 19(\text{см})$ защитный слой бетона.

По табл. 2 находим $\xi = 0,139$; $\eta = 0,934$. Высота сжатой зоны

$\xi = \frac{x}{h_0}$	$r_0 = \frac{1}{\sqrt{A_0}}$	$\eta = \frac{h_0}{z_0}$	A_0	$\xi = \frac{x}{h_0}$	$r_0 = \frac{1}{\sqrt{A_0}}$	$\eta = \frac{h_0}{z_0}$	A_0
-----------------------	------------------------------	--------------------------	-------	-----------------------	------------------------------	--------------------------	-------

$$x = \xi \cdot h_0 = 0,139 \cdot 19 = 2,64(\text{см}) < h'_f = 3,8(\text{см}) - \text{нейтральная ось}$$

проходит в пределах сжатой полки.

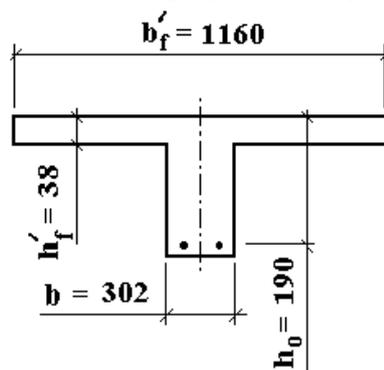
Таблица 2

01	0,	10	0	0	0,	1,	0	0
			,995	,01	36	84	,82	,295
02	0,	7,1	0	0	0,	1,	0	0
	2		,99	,02	37	82	,815	,301
03	0,	5,8	0	0	0,	1,	0	0
	2		,985	,03	38	8	,81	,309
04	0,	5,0	0	0	0,	1,	0	0
	5		,98	,039	39	78	,805	,314
05	0,	4,5	0	0	0,	1,	0	0
	3		,975	,048	4	77	,8	,32
06	0,	4,1	0	0	0,	1,	0	0
	5		,97	,058	41	75	,795	,326
07	0,	3,8	0	0	0,	1,	0	0
	5		,965	,067	42	74	,79	,332
08	0,	3,8	0	0	0,	1,	0	0
	1		,96	,077	43	72	,785	,337
9	0,	3,4	0	0	0,	1,	0	0
	1		,955	,085	44	71	,78	,343
10	0,	3,2	0	0	0,	1,	0	0
	4		,95	,095	45	69	,775	,349
11	0,	3,1	0	0	0,	1,	0	0
	1		,945	,104	46	68	,77	,354
12	0,	2,9	0	0	0,	1,	0	0
	8		,94	,113	47	67	,765	,359
13	0,	2,8	0	0	0,	1,	0	0
	8		,935	,121	48	66	,76	,365
14	0,	2,7	0	0	0,	1,	0	0
	7		,93	,13	49	64	,755	,37
	0,	2,6	0	0	0,	1,	0	0

15	8	,925	,139	5	63	,75	,375
0,	2,6	0	0	0,	1,	0	0
16	1	,92	,147	51	62	,745	,38
0,	2,5	0	0	0,	1,	0	0
17	3	,915	,155	52	61	,74	,385
0,	2,4	0	0	0,	1,	0	0
18	7	,91	,164	53	6	,735	,39
0,	2,4	0	0	0,	1,	0	0
19	1	,905	,172	54	59	,73	,394
0,	2,3	0	0	0,	1,	0	0
20	6	,9	,18	55	58	,725	,399
0,	2,3	0	0	0,	1,	0	0
21	1	,895	,188	56	57	,72	,403
0,	2,2	0	0	0,	1,	0	0
22	6	,89	,196	57	56	,715	,408
0,	2,2	0	0	0,	1,	0	0
23	2	,885	,203	58	55	,71	,412
0,	2,1	0	0	0,	1,	0	0
24	8	,88	,211	59	54	,705	,416
0,	2,1	0	0	0,	1,	0	0
25	4	,875	,219	6	535	,7	,42
0,	2,1	0	0	0,	1,	0	0
26		,87	,226	61	53	,695	,424
0,	2,0	0	0	0,	1,	0	0
27	7	,865	,236	62	525	,69	,428
0,	2,0	0	0	0,	1,	0	0
28	4	,86	,241	63	52	,685	,432
0,	2,0	0	0	0,	1,	0	0
29	1	,855	,248	64	515	,68	,435

30	0,8	1,9	0,85	0,255	0,65	1,51	0,675	0,439
31	0,5	1,9	0,845	0,262	0,66	1,5	0,67	0,442
32	0,3	1,9	0,84	0,269	0,67	1,495	0,665	0,446
33	0,	1,9	0,835	0,275	0,68	1,49	0,66	0,449
34	0,8	1,8	0,83	0,282	0,69	1,485	0,655	0,452
35	0,6	1,8	0,825	0,289	0,7	1,48	0,65	0,455

сечение плиты при расчете прочности



Площадь сечения продольной арматуры

$$A_s = \frac{M}{\eta h_0 R_s} = \frac{5344400}{0,934 \cdot 19 \cdot 365(100)} = 8,25(\text{см}^2)$$

Предварительно принимаем 6 Ø 14 А-III $R_s = 9,23(\text{см}^2)$, а также

учитываем сетку $c = 1 \frac{5Bp - I - 250}{4Bp - I - 250} 1170 \cdot 6200 \frac{25}{20}$ (ГОСТ8478-81),

$$A_{s1} = 6 \cdot 0,116 = 1,18(\text{см}^2) \quad \Sigma A_s = 1,18 + 9,23 = 10,41(\text{см}^2);$$

стержни диаметром 14мм распределяем по два в крайних ребрах и два в одном среднем ребре (см. рис. 2)

Расчет по прочности наклонных сечений

Проверяем условие необходимости постановки поперечной арматуры для многопустотных панелей, $Q_{\max} = 35,05(\text{кН})$

Вычисляем проекцию с наклонного сечения по формуле

$$c = \varphi_{b2} (1 + \varphi_f + \varphi_n) = R_{bt} b h_0^2 / Q_b = B_b / Q_b$$

где, $\varphi_{b2} = 2$ для тяжелого бетона; φ_f – коэффициент, учитывающий влияние свесов сжатых полок; в многопустотной плите при семи ребрах

$$\varphi_f = 7 \cdot \frac{0,75(3h'_f)h'_f}{bh_0} = 7 \cdot \frac{0,75 \cdot 3 \cdot 3,8 \cdot 3,8}{31,2 \cdot 19} = 0,385 < 0,5$$

$\varphi_n = 0$ ввиду отсутствия усилий обжатия значение

$$B_b = \varphi_{b2} (1 + \varphi_f + \varphi_n) R_{bt} \gamma_{b2} b h_0^2 = 2 \cdot (1 + 0,385) \cdot 0,9 \cdot 0,9 \cdot 31,2 \cdot 19^2 (100) = 2527124(\text{Н} \cdot \text{см})$$

В расчетном наклонном сечении $Q_b = Q_{sw} = Q/2$ следовательно,

$$c = \frac{B_b}{0,5Q_b} = \frac{25,3 \cdot 10^5}{(0,5 \cdot 35050)} = 144\text{см} > 2h_0 = 2 \cdot 19 = 38\text{см},$$

Принимаем $c = 38\text{см}$,

$$\text{тогда } Q_b = \frac{B_b}{c} = \frac{25,3 \cdot 10^5}{38} = 66579 \text{ Н} = 66,6\text{кН} > Q = 35,05\text{кН}.$$

Следовательно, поперечная арматура по расчету не требуется.

Поперечную арматуру предусматриваем из конструктивных условий, располагая ее с шагом $s \leq \frac{h}{2} = \frac{22}{2} = 11\text{см}$, а также $s \leq 15\text{см}$.

Назначаем поперечные стержни диаметром 6мм класса А-Гчерез 10см у опор на участках длиной 1/4 пролета. В средней 1/2 части панели для связи продольных стержней каркаса по конструктивным соображениям ставим

поперечные стержни через 0,5м (см. чертеж). Если в нижнюю сетку С-1 включить рабочие продольные стержни, то приопорные каркасы можно оборвать в ¼ пролета панели.

Расчет прогибов. Момент в середине пролета от полной нормативной нагрузки $M^n = 43745H \cdot м$; от постоянной и длительной нагрузок $M_{ld} = 33140H \cdot м$; от кратковременной нагрузки $M_{cd} = 10605H \cdot м$

Определим прогиб панели приближенным методом, используя значения λ_{lim} . Для этого предварительно вычислим:

$$\gamma = \gamma' = \frac{(b'_f - b)h'_f}{bh_0} = \frac{(117 - 31.2)3.8}{31.2 \cdot 19} = 0.55$$

$$\mu\alpha = \frac{A_s E_s}{bh_0 E_b} = \frac{10.4 \cdot 2.0 \cdot 10^5}{31.2 \cdot 19 \cdot 24000} = 0.146.$$

По таблице 2.20, А.П. Мандриков находим $\lambda_{lim} = 12$ при $\mu\alpha = 0.15$ и арматуре класса А-III.

Общая оценка деформативности панели по формуле $l/h_0 = 18h_0/l \leq \lambda_{lim}$, так как $l/h_0 = 610/19 = 32 > 10$, второй член левой части неравенства ввиду

малости не учитываем и оцениваем по условию $l/h_0 \leq \lambda_{lim}$,

$l/h_0 = 32 > \lambda_{lim} = 12$, условие не удовлетворяется, требуется расчет прогибов.

Прогиб в середине пролета панели по формуле от постоянных и длительных нагрузок

$$f_{max} = S_p l^2 / r_c = \frac{5}{48} \cdot 6,1^2 \frac{1}{r_c},$$

где, $\frac{1}{r_c}$ — кривизна в середине пролета панели, определяемая по формуле

$$\frac{1}{r_c} = \frac{1}{E_s A_s h_0^2} \frac{M_{ld} - k_{2ld} b h^2 R_{bt.ser}}{k_{1ld}} = \frac{1}{2.0 \cdot 10^5 (100) \cdot 10.4 \cdot 19^2} \times \frac{7500000 - 0.2 \cdot 31.2 \cdot 22^2 \cdot 1,40(100)}{0,38}$$

$$= 2,4 \cdot 10^{-5} \text{ см}^{-1};$$

Здесь коэффициент $k_{1ld} = 0.38$ и $k_{2ld} = 0.20$ приняты А. П. Мандриков по таблице 2.19 в зависимости от $\mu\alpha = 0.15$ и $\gamma' = 0.55 \approx 0.6$ для двутавровых сечений.

Вычисляем прогиб f следующим образом:

$f_{\max} = (5/48) \cdot 610^2 \cdot 2.4 \cdot 10^{-5} = 0,9 \text{ см}$, что меньше $\lambda_{\text{lim}} = 3 \text{ см}$ для элементов перекрытий с плоским потолком при $l = 6 \div 7.5 \text{ м}$.

Расчет панели по раскрытию трещин. Панель перекрытия, согласно табл.2.9, А. П. Мандриков относится к третьей категории трещиностойкости как элемент эксплуатируемый в закрытом помещении и армированный стержнями из стали класса А-III. Предельно допустимая ширина раскрытия трещин $a_{\text{crc1}} = 0.4 \text{ мм}$

$a_{\text{crc2}} = 0.3 \text{ мм}$. Для элементов третьей категории трещиностойкости, рассчитываемых по раскрытию трещин, нормальных к продольной оси, при действии кратковременных и длительных нагрузок должно соблюдаться условие $a_{\text{crc}} = a_{\text{crc1}} - a_{\text{crc2}} + a_{\text{crc3}} \leq a_{\text{crc,max}}$, где $a_{\text{crc1}} - a_{\text{crc2}}$ – приращение ширины раскрытия трещин в результате кратковременного увеличения нагрузки от постоянной и длительной до полной; a_{crc3} – ширина раскрытия трещин от длительного действия постоянных и длительных нагрузок.

Ширину раскрытия трещин определяем по формуле

$$a_{\text{crc}} = \delta \varphi_1 \lambda \frac{\sigma_s}{E_s} 20(3.5 - 100\mu^3 \sqrt{d}) \delta_a;$$

для вычисления a_{crc} используем данные норм [КМК 2.03.01-96 «Бетонные и железобетонные конструкции»] и величины, полученные при определении прогибов:

$\delta = 1$ – как для изгибаемых элементов;

$\eta = 1$ – для стержневой арматуры периодического профиля;

$d = 1,4 \text{ см}$ – по расчету;

$E_s = 2.0 \cdot 10^5 \text{ МПа}$ – для стали А-III;

$\delta_a = 1$, так как $a_2 = 3 \text{ см} < 0,2 \cdot h = 0,2 \cdot 22 = 4,4 \text{ см}$;

$\varphi_l = 1$ – при кратковременных нагрузках и $\varphi_l = 1,6 - 15\mu$ – при постоянных и длительных нагрузках;

$$\mu = \frac{A_s}{bh_0} = \frac{10,4}{31,2 \cdot 19} = 0,0175 > \mu = 0,02;$$

принимаем $\mu = 0,02$ (см. п. 4.14 КМК 2.03.01-96), тогда

$$\varphi_l = 1,6 - 15 \cdot 0,02 = 1,3;$$

$$\sigma_s = M / A_s z_1 = M / W_s;$$

Определяем z_1 :

$$z_1 = h_0 \left[1 - \frac{\varphi'_f h'_f / h_0 + \xi^2}{2(\varphi'_f + \xi)} \right];$$

здесь $\varphi'_f = 0,55$; $h'_f / h_0 = 3,8 / 19 = 0,2$; $h_0 = 19 \text{ см}$; по формуле находим ξ ;

$$\xi = \frac{1}{1,8 + \frac{1 + 5(\delta + \lambda)}{10\mu\alpha}};$$

$$\lambda = \varphi'_f \left[-h'_f / (2h_0) \pm 0,55 \right] - 3,8 / (2 \cdot 19) = 0,495.$$

Значение δ от действия всей нормативной нагрузки:

$$\delta = \frac{M^n}{R_{b,ser} b h_0^2} = \frac{4374800}{15(100)117 \cdot 19^2} = 0,069$$

то же, от действия постоянной и длительной нагрузки:

$$\delta_{ld} = \frac{M_{ld}}{R_{b,ser} b h_0^2} = \frac{3314000}{15(100)117 \cdot 19^2} = 0,052$$

$$\mu\alpha = \frac{A_s E_s}{b h_0 E_b} = \frac{10,4 \cdot 2,0 \cdot 10^5}{31,2 \cdot 19 \cdot 27000} = 0,130.$$

Вычисляем ξ при кратковременном действии всей нагрузки:

$$\xi = \frac{1}{1,8 + \frac{1 + 5(0,069 + 0,495)}{10 \cdot 0,130}} = 0,211 > \frac{h'_f}{h_0} = 0,173;$$

продолжаем расчет как тавровых сечений.

Значение z_1 по формуле

$$z_1 = h_0 \left[1 - \frac{\varphi_f h'_f / h_0 + \xi^2}{2(\varphi_f + \xi)} \right] = 19 \left[1 - \frac{0.55 \cdot 0.173 + 0.211^2}{2(0.55 + 0.211)} \right] = 17.3 \text{ см.}$$

Упругопластический момент сопротивления железобетонного таврового сечения после образования трещин $W_s = A_s z_1 = 10.4 \cdot 17.3 = 180 \text{ см}^3$.

Расчет по длительному раскрытию трещин. $M_{ld} = 33,14 \text{ кН} \cdot \text{м}$.

Напряжение в растянутой арматуре при действии постоянных и временных нагрузок $\sigma_{s2} = M_{ld} / W_s = 33,14 \cdot 10^5 / 180 = 18411 \text{ Н} / \text{см}^2 = 184 \text{ МПа}$.

где $W_s = 180 \text{ см}^3$ принята без пересчета величины z_1 так как значение ξ при подстановке в формулу параметра $\delta_{ld} = 0,052$ (вместо $\delta = 0,069$) изменяется мало.

Ширина раскрытия трещины от действия постоянной и длительной нагрузок при $\varphi_l = 1.3$

$$a_{crc3} = 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \frac{184}{2,0 \cdot 10^5} 20(3,5 - 100 \cdot 0,02)^3 \sqrt[3]{14} \cdot 1 = 0,086 \text{ мм} < a_{crc, \max} = 0,3 \text{ мм}$$

условие удовлетворяется.

Расчет по кратковременному раскрытию трещин. $M^n = 43,7 \text{ кН} \cdot \text{м}$;

$M_{ld} = 33,14 \text{ кН} \cdot \text{м}$; a_{crc} определяем по формуле

$$a_{crc} = a_{crc1} - a_{crc2} + a_{crc3} < a_{crc, \max},$$

Напряжение в растянутой арматуре при совместном действии всех нормативных нагрузок $\sigma_{s1} = M^n / W_s = 43,7 \cdot 10^5 / 180 = 24278 \text{ Н} / \text{см}^2 = 243 \text{ МПа}$.

Приращение напряжения от кратковременного увеличения нагрузки от длительно действующей до ее полной величины

$$\Delta \sigma_s = \sigma_{s1} - \sigma_{s2} = 243 - 184 = 59 \text{ МПа.}$$

Соответствующее приращение ширины раскрытия трещин при $\varphi_l = 1$ по формуле будет:

$$\Delta a_{crc} = a_{crc1} - a_{crc2} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \frac{59}{2,0 \cdot 10^5} 20(3,5 - 100 \cdot 0,02)^3 \sqrt[3]{14} \cdot 1 = 0,021$$

Ширина раскрытия трещины при совместном действии всех нагрузок

$$a_{crc} = 0,021 + 0,086 = 0,107 \text{ мм} < a_{crc, \max} = 0,4 \text{ мм},$$

т. е. условие удовлетворяется.

Значения a_{crc} по формуле можно подсчитывать без предварительного вычисления напряжений $\Delta\sigma_{s1}$ подставляя в формулу значения $\sigma_s = M/W_s$.

В этом случае расчет значений a_{crc} будет иметь следующий вид:

$$a_{crc1} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \frac{43,7 \cdot 10^5}{180 \cdot 2,0 \cdot 10^5 (100)} 20(3,5 - 100 \cdot 0,02) \sqrt[3]{14} \cdot 1 = 0,087 \text{ мм};$$

$$a_{crc1} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \frac{33,14 \cdot 10^5}{180 \cdot 2,0 \cdot 10^5 (100)} 20(3,5 - 100 \cdot 0,02) \sqrt[3]{14} \cdot 1 = 0,066 \text{ мм};$$

$$a_{crc1} = 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \frac{33,14 \cdot 10^5}{180 \cdot 2,0 \cdot 10^5 (100)} 20(3,5 - 100 \cdot 0,02) \sqrt[3]{14} \cdot 1 = 0,086 < a_{crc1, \max} = 0,3 \text{ мм};$$

$$a_{crc} = a_{crc1} - a_{crc2} + a_{crc3} = 0,087 - 0,066 + 0,086 = 0,107 \text{ мм} < a_{crc1, \max} = 0,4 \text{ мм}.$$

Проверка по раскрытию трещин, наклонных к продольной оси

Ширину раскрытия трещин наклонных к продольной оси элемента и армированных поперечной арматурой, определяют из формулы (152) по КМК 2.03.01-96:

$$a_{crc} = \varphi_l \frac{0,6\sigma_{sw}d_w\eta}{E_s \frac{d_w}{h_o} + 0,15E_b \left(1 + 2\alpha\mu_w \right)},$$

где φ_l - коэффициент, принимаемый равный 1,0 при учете кратковременных нагрузок, включая постоянные и длительные нагрузки непродолжительного действия, и 1,5 для тяжелого бетона естественной влажности при учете постоянных и длительных нагрузок продолжительного

действия; $\lambda=1,4$ -для гладкой проволочной арматуры (см. п. 4.14, КМК);

$$d_w = \text{Ø}6\text{A-I} - \text{диаметр поперечных стержней (хомутов)} \quad \alpha = \frac{E_s}{E_b} = \frac{2,0 \cdot 10^5}{2,7 \cdot 10^4} = 7,41;$$

$$\mu_w = \frac{A_{sw}}{b_s} = \frac{0,85}{31,2 \cdot 10} = 0,0027;$$

(здесь A_{sw} – площадь сечения поперечных стержней; в трех каркасах предусмотрено $3\text{Ø}6\text{A-I}$ $A_{sw} = 3 \cdot 0,283 = 0,85 \text{ см}^2$).

Напряжение в поперечных стержнях (хомутах)

$$\sigma_{sw} = \frac{Q - Q_{bl}}{A_{sw} h_0} s \leq R_{s,ser};$$

где

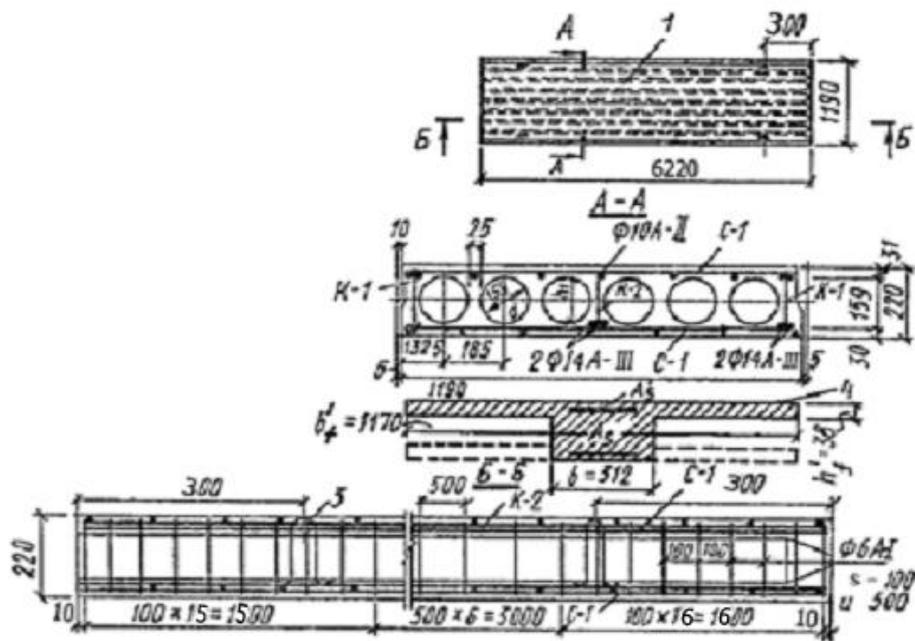
$$Q_{bl} = 0,8 \varphi_{b4} (1 + \varphi_n) R_{bt,ser} b h_0^2 / c = 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1 \cdot 1,4(100) 31,2 \cdot 19^2 / 38 = 49,8 \cdot 10^3 \text{ Н}.$$

здесь $\varphi_n = 0$; $c = 2h_0 = 2 \cdot 19 = 38 \text{ см}$;

$$\sigma_{sw} = \frac{28685 - 49800}{0,85 \cdot 19} 10 \leq 0; \quad (\text{получается отрицательная величина});$$

$Q^n = 28685 \text{ Н}$ поперечная сила от действия полной нормативной нагрузки при $\gamma_f = 1,0$; $Q^{n_{ld}} = 2173 \text{ Н}$ – то же от постоянной и длительной нагрузок.

Так как σ_{sw} по расчету величина отрицательная, то раскрытия трещин, наклонных к продольной оси, не будет.



Расчет панели в стадии изготовления, транспортировки и монтажа Определение усилий

Панели поднимают за петли, расположенные на расстоянии 0,3 м от торцов.

Отрицательный изгибающий момент в сечении панели по оси подъемных петель от собственного веса q_c (с учетом коэффициента динамичности $k_d = 1,6$).

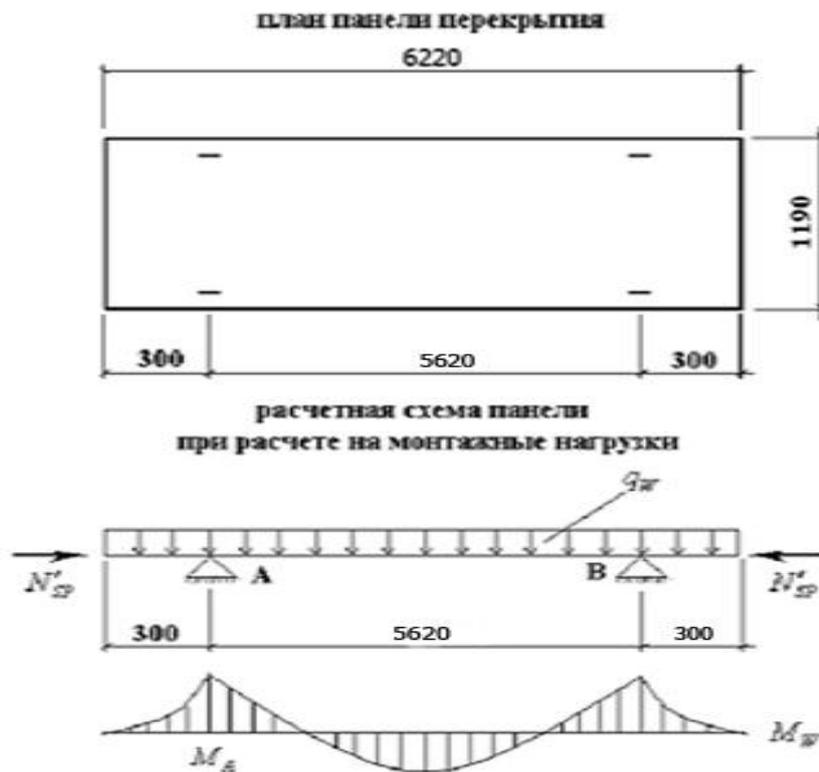


Рис.6

$$M_A = \frac{q_w a^2}{2} k_D$$

$$M_A = \frac{3960 \cdot 0,3^2}{2} \cdot 1,6 = 285,12 (H \cdot m)$$

где, $q_w = 3300 \cdot 1,2 = 3900 (H / m)$ – нагрузка от собственного веса панели.

-

Усилие обжатия панели N'_n – вводят как внешнюю внецентренно приложенную нагрузку, которая при натяжении арматуры на упоры определяют по формуле:

$$N'_n = (\gamma_{SP} \sigma_{01} - 330) A_{SP},$$

$$\text{где, } \sigma_{01} = \sigma_{SP} - (\sigma_1 + \sigma_2) = 550 - (16,5 + 0) = 533,5 (МПа).$$

Потери от быстронатекающей ползучести σ_6 – не учитываем;

$\gamma_{SP} = 1,1$ – коэффициент условий работы в стадии изготовления и монтажа

панели; $\sigma_{sc,U} = 330(\text{МПа})$ - снижение предварительного напряжения в арматуре в результате укорочения (обжатия) бетона в предельном состоянии.

$$N'_n = (1,1 \cdot 533,5 - 330) \cdot 4,52 = 1160(\text{МПа} \cdot \text{см}^2) = 116(\text{кН}).$$

Расчет прочности сечения панели:

Расчет прочности сечения панели ведем как внецентренно сжатого элемента. Расчетное сопротивление бетона в рассматриваемой стадии работы панели принимаем при достижении бетоном 50% проектной прочности:

$R_0 = 0,5 \cdot 15 = 7,5(\text{МПа})$; $R_b = 4,5(\text{МПа})$, а с учетом коэффициента условий работы $\gamma_{b8} = 1,2$, при проверке прочности сечений в стадии предварительного обжатия конструкций $R_b = 4,5 \cdot 1,2 = 5,4(\text{МПа})$. Характеристика сжатой зоны бетона:

$$\omega = \alpha - 0,008R_b = 0,85 - 0,008 \cdot 5,4 = 0,807$$

Граничное значение ξ_R

$$\xi_R = \frac{\omega}{1 + \frac{\sigma_{SR}}{\sigma_{sc,U}} \left(1 - \frac{\omega}{1,1}\right)} = \frac{0,807}{1 + \frac{410}{400} \left(1 - \frac{0,807}{1,1}\right)} = 0,634$$

где, $\sigma_{SR} = R_s = 410(\text{МПа})$ - для ненапрягаемой арматуры класса Вр-I диаметром 5 мм.

Случайный эксцентриситет определяют из условий:

$$e_a = 1/600l = 598/600 = 1,00(\text{см}); \quad e_a = \frac{1}{30}h = \frac{22}{30} = 0,733(\text{см}), \quad e_a \geq 1, \text{ принимаем}$$

$e_a = 1,06(\text{см})$ Тогда эксцентриситет равнодействующей сжимающих усилий будет: $e = h_0 - a'_s + e_a + M_a / N'_n = 19 - 1,5 + 1,05 + 28512 / 116000 = 18,79(\text{см});$

$$\alpha_m = \frac{N'_n e}{b(h'_0)^2 R_b} = \frac{116000 \cdot 20,22}{30,2 \cdot 20,5^2 \cdot 5,4(100)} = 0,34$$

где $h'_0 = h - a'_s = 22 - 1,5 = 20,5(\text{см})$, считая менее сжатой ту зону сечения, которая более удалена от напряженной арматуры A_{SP} . $\xi = 0,26 < \xi_R = 0,634$; $\eta = 0,87$;

в расчете учитываем $\xi = 0,26$

Требуемая площадь сечения арматуры A'_s равна

$$A'_s = \frac{\xi R_b b h'_0 - N'_n}{R_s} = \frac{0,26 \cdot 5,4(100) \cdot 30,2 \cdot 20,5 - 116000}{410(100)} = < 0$$

Фактически в верхней зоне плиты арматуры не требуется.

Проверка сечения по образованию трещин:

Усилие в напряженной арматуре

$$N_{01} = \gamma_{SP} \sigma_{01} A_{SP} = 1,12 \cdot 533,5(100) \cdot 4,52 = 270000(\text{H})$$

Изгибающий момент в сечении от собственного веса без учета $k_d = 1,6$

$$M_A = \frac{q_w^n a^2}{2} = \frac{3600 \cdot 0,3^2}{2} = 162(\text{H} \cdot \text{м}) = 0,162(\text{кН} \cdot \text{м})$$

Проверяем условие:

$$M_A \leq M_{crc} = R_{bt,ser} W_{pl}^{sup} - M_{rp}$$

$$\text{где, } R_{bt,ser} W_{pl}^{sup} = 1,15(100) \cdot 10581 = 1216815(\text{H} \cdot \text{см}) = 12,2(\text{кН} \cdot \text{м}) ;$$

$$M_{rp} = N_{01} (e_{0p} - r^{inf}) = 270000(8 - 4,08) = 1058400(\text{H} \cdot \text{см}) = 10,58(\text{кН} \cdot \text{м})$$

$$M_{crc} = 12,2 - 10,58 = 1,62(\text{кН} \cdot \text{м}) > M_A = 0,162(\text{кН} \cdot \text{м})$$

Условие соблюдается, трещин в сечении при действии монтажных и транспортных нагрузок не будет.

Таким образом, сечение и армирование панели перекрытия удовлетворяет требованиям расчета по предельным состояниям первой и второй группы.

Расчет потребности и стоимости сырья и готовой продукции

Потребность в ресурсах определяется нормальным содержанием в технологической части дипломного проекта.

Расчет потребности и стоимости сырья, материалов и готовой продукции делается по всей номенклатуре продукции проектируемого предприятия.

Стоимость сырья с учетом затрат на транспортировку устанавливается:

$$L_o = L_a + C_T$$

Где: L_a - цены на сырье и материалы ;

C_T - затраты на транспортировку.

Наименование товарной продукции	Единица измерения	Цена на одну единицу (сум)	Норма расхода в год	Стоимость (сум)
Цемент М400	т	280000	43445	12164600000
Цемент М500	т	290000	30576	8867040000
Песок	т	18000	167269	3010842000
Щебень	т	14000	404507	5663098000
Вода	м ³	220	44509	9791936
Добавка С-3	т	1050000	444	466200000
Итого				30181571936

Расчет потребности и стоимость электроэнергии

Наименование продукции	Ед. изм.	Производств. Программа на год (м ³)	Норма расхода на ед.	Стоим. (сум)	Общее кол-во в год	Общая стоим. (сум)
Бетонная смесь	м ³	280000	175	86,60	49000000	4243400000

Баланс рабочего времени

№	Показатель	Ед.изм	Кол-во
1.	Календарный фонд времени	день	365
2.	Количество нерабочих дней		96
	в том числе: - праздничные		7
	- выходные		-
	- доп. выходные		-
3.	Количество календарных рабочих дней		262
4.	Неявка на работу, в том числе:		
	- очередные и доп. отпуска		18

	- отпуска по учебе		21
	- отпуска в связи с родами		126
	- болезни, неявки, разрешенные законом		5
	- выполнение гос-х и общественных обязанностей		2
5.	Число рабочих дней в году		262
6.	Средняя продолжительность рабочего дня	час	8
7.	Полезный фонд рабочего времени		255

Расчет годового фонда заработной платы производственных рабочих и цехового персонала

№	Наименование профессий	1-смена	2-смена	Всего	Годовой фонд з/п	Годовой фонд з/п с учетом повышения
	Производственные рабочие:					
1.	Оператор БСУ	1	1	2	4800000	5760000
2.	Механик	1	1	2	4200000	5040000
3.	Электрик	1	1	2	4200000	5040000
4.	Дежурный слесарь	1	1	2	4200000	5040000
5.	Рабочие складов	2	2	4	8400000	10080000
6.	Подсобные рабочие	2	2	4	8400000	10080000
7.	Начальник лаборатории	1	-	1	2400000	2880000
8.	Лаборант	1	1	2	4200000	5040000
	Цеховой персонал:					
1.	Начальник	1	-	1	3600000	4320000
2.	Старший мастер	1	-	1	3000000	3600000
3.	Сменный мастер	1	1	2	4800000	5760000
4.	Уборщица	1	1	2	3000000	3600000
Итого з/п						66240000
Дополнительная з/п = 6,5%						4305600
Итого основная и дополнительная з/п						70545600
Отчисления на соц. страхование – 6,17%						4352663
Фонд з/п						145443863

Смета расходов, связанных с содержанием и эксплуатацией оборудования

№	Наименование статей затрат	Сумма
1.	Заработная плата вспомогательным рабочим, занятым обслуживанием оборудования	48960000
2.	Вспомогательные материалы	6120000
3.	Амортизация производственного оборудования и транспортных средств	8020000
4.	Текущий ремонт оборудования и транспортных средств	4010000
5.	Возмещение износа малоценного и быстроизнашивающегося инвентаря	70500
6.	Прочие расходы	3200000
	Всего:	70380500

Расчет цеховых расходов

№	Наименование статей расходов	Сумма
1.	Заработная плата цехового персонала	17280000
2.	Содержание зданий и сооружений	105550050
3.	Амортизация зданий и сооружений	8020450
4.	Текущий ремонт зданий и сооружений	4010000
5.	Расходы по охране труда и противопожарной технике	4674000
6.	Прочие расходы	36307470
	Всего:	175841970

Расчет общезаводских расходов

Эти расходы определяются в проекте в размере 45% от основной и дополнительной заработной платы производственных рабочих:

$$52142400 * 0,45 = 23464080$$

Расчет потерь от брака

Размер затрат по потерям от брака принимается равным 2% от сметной стоимости материалов:

$$30181571936 * 0,02 = 60361439$$

Определение фабрично-заводской себестоимости

$$175841970 + 23464080 + 60361439 = 259667489$$

Расчет внепроизводственных расходов

$$259667489 * 0,04 = 10386699$$

**Расчет полной себестоимости продукции бетонного завода
производительностью 280000 м³ в год (калькуляционная единица – 1м³)**

Наименование калькуляционных статей расхода	Ед. изм	Затраты на годовой выпуск			Затраты на калькуляц-ю единицу	
		Кол-во	Стоимость (сум)	Сумма (сум)	Кол- во	Сумма (сум)
Сырьевые материалы:						
Цемент М400	т	43445	280000	12164600000	231	64680
Цемент М500	т	30576	290000	8867040000	296	85985
Песок	т	167269	18000	3010842000	476	8563
Щебень	т	404507	14000	5663098000	1439	20153
Вода	м ³	44509	220	9791936	159	35
Добавка С-3	т	444	1050000	466200000	1,7	1811
Электроэнергия	кВт /ч	490000 00	86,60	4243400000	11,2	969,92
Фонд заработной платы	сум			145443863		519
Расход на содержание и эксплуатацию	сум			70380500		251
Потери от брака	сум			60361439		215
Фабрично-заводская себестоимость	сум			259667489		927
Внепроизводств. расходы	сум			10386699		37
Полная себестоимость	сум			34971211926		184146

По расчету для получения 1м³ бетонной смеси необходимо затратить 184146 сум.

Расчет состава бетона

1. Марка бетона – М300 или В22,5

Марка цемента – М400В0

1. В = 175л = 38,5сум

2. Ц = 292кг = 81760сум

3. К = 1416кг = 19824сум

4. П = 436кг = 7848сум

Итого = 109470,5сум

5. Марка бетона – М400 или В30

Марка цемента – М500В0

6. В = 175л = 38,5с

7. Ц = 307кг = 89030с

8. К = 1416кг = 19824с

9. П = 424кг = 7632с

Итого = 116524,5с

6. Марка бетона – М200 или В15

Марка цемента – М400В0

6. В = 175л = 38,5с

7. Ц = 221кг = 61880с

8. К = 1463кг = 20482с

9. П = 448кг = 8064с

Итого = 90464,5с

7. Марка бетона – М500 или В40

Марка цемента – М500В0

6. В = 175л = 38,5с

7. Ц = 357кг = 103530с

8. К = 1381кг = 19334с

9. П = 418кг = 7524с

Итого = 130426,5с

Расчет состава бетона с добавкой

1. Марка бетона – М300 или В22,5

Марка цемента – М400В0

$$В = 159\text{л} = 35\text{с}$$

$$Ц = 265\text{кг} = 74200\text{с}$$

$$К = 1463\text{кг} = 20482\text{с}$$

$$П = 451\text{кг} = 8118\text{с}$$

$$Д = 1,7\text{кг} = 1839\text{с}$$

$$\text{Итого} = 104674\text{с}$$

2. Марка бетона – М400 или В30

Марка цемента – М500В0

$$В = 158\text{л} = 35\text{с}$$

$$Ц = 277\text{кг} = 80330\text{с}$$

$$К = 1416\text{кг} = 19824\text{с}$$

$$П = 493\text{кг} = 8874\text{с}$$

$$Д = 1,8\text{кг} = 1934\text{с}$$

$$\text{Итого} = 110997\text{с}$$

3. Марка бетона – М200 или В15

Марка цемента – М400В0

$$В = 163\text{л} = 36\text{с}$$

$$Ц = 206\text{кг} = 57680\text{с}$$

$$К = 1463\text{кг} = 20482\text{с}$$

$$П = 491\text{кг} = 8838\text{с}$$

$$Д = 1,3\text{кг} = 1392\text{с}$$

$$\text{Итого} = 88428\text{с}$$

4. Марка бетона – М500 или В40

Марка цемента – М500В0

$$В = 155\text{л} = 34\text{с}$$

$$Ц = 316\text{кг} = 91640\text{с}$$

$$К = 1416\text{кг} = 19824\text{с}$$

$$П = 468\text{кг} = 8424\text{с}$$

$D = 2,1 \text{ кг} = 2249 \text{ с}$

Итого = 122171с

В среднем с 1 м^3 бетонной смеси с добавкой экономится 5153с.

Значит с 280000 м^3 - 1442980000с.

Задача охраны труда в проекте по строительству.

Охрана труда – это система законодательных актов и соответствующих им социально-экономических, технических, гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности человека в процессе труда.

Отступление от нормального режима работы и нарушение требований техники безопасности могут привести к ухудшению здоровья работающих.

Задача охраны труда – свести к минимальной вероятности поражения или заболевания работающего с одновременным обеспечением комфорта при максимальной производительности труда.

Реальные производственные условия характеризуются, как правило, наличием некоторых опасностей и вредностей.

Систему организационных и технических мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов, называют техникой безопасности.

Улучшение условий труда, повышение его безопасности и безвредности имеют большое экономическое значение, что положительно влияет на экономические результаты производства – производительность труда, качество и себестоимость создаваемой продукции.

Вопросы санитарии и гигиены труда

Условия труда на производстве характеризуются не только трудовым процессом, но и окружающей санитарно-гигиенической обстановкой.

Гигиена труда – это наука, изучающая факторы, влияющие на здоровье и трудоспособность человека в условиях производственного труда.

На основе результатов изучения производится разработка необходимых санитарно-гигиенических мероприятий, устраняющих или ослабляющих их вредное значение.

Объектами изучения гигиены труда являются:

- технологические процессы с точки зрения санитарных норм ;

- трудовой процесс, осуществляемый человеком при выполнении той или иной работы;
- общая обстановка труда.

В круг вопросов, охватываемых гигиеной труда, входит разработка гигиенического режима труда и правил личной гигиены для работающих на производстве, охрана труда, борьба с профессиональными заболеваниями.

Производственная санитария – совокупность практических мероприятий, основанных на научных положениях гигиены труда. К производственной санитарии относятся вопросы санитарного благоустройства территории промышленных предприятий, санитарно-технических устройств (вентиляция, отопление, освещение), санитарно-бытовых помещений, средств индивидуальной защиты.

Техника безопасности при строительных работах

Основные положения и документация, регламентирующие правила техники безопасности на предприятии, проводятся в соответствующем разделе технологического регламента.

Общее руководство работой по созданию здоровых и безопасных условий труда, выполнение требований и ответственность за соблюдение трудового законодательства, выполнение требований, системы стандартов безопасности труда; норм и правил техники безопасности, производственной санитарии в целом по предприятию возлагается на директора, главного инженера и их заместителей по соответствующим вопросам.

Начальник цеха отвечает за состояние техники безопасности в цехе, мастер обеспечивает выполнение правил охраны труда, инструктирует рабочих и обучает их безопасным методом работы, проводит первичный инструктаж, обеспечивает выполнение рабочими правил по охране труда, следит за исправностью механизмов и ограждений. Каждые три месяца по программе первичного инструктажа проводится повторный инструктаж. Со всеми поступающими на работу рабочими, инженерно-техническими

работниками и служащими проводит вводный инструктаж. Один раз в год проводится обучение безопасным методам работы на рабочем месте. Перед производством работ по наряду-допуску проводится текущий инструктаж. Внеплановый инструктаж может быть произведен на рабочем месте в объеме первичного инструктажа. Все виды инструктажей должны регистрироваться в специальных журналах. Инженерно-технические работники должны проходить проверку знаний по охране труда.

Начальник, механики и энергетики цехов и участков несут ответственность за содержание в исправном состоянии оборудования, установок и систем, находящихся в их ведении, обеспечение правил охраны труда и техники безопасности.

Ответственность за безопасное содержание и эксплуатацию внутризаводского, железнодорожного, автомобильного и других видов транспорта в целом по предприятию возлагается на заместителя директора по транспорту, и внутрицехового транспорта на начальника цеха.

Выполнение работ связанных с повышенной опасностью должно проводиться по специальному наряду-допуску. Необходимо ознакомить каждого непосредственного исполнителя с содержанием и объемом работ и проинструктировать их о мерах безопасности. Также необходимо проверить состояние техники безопасности на участках выполнения работ, осуществить постоянный контроль за ходом выполнения работ и соблюдением работающими мер безопасности, указанных в наряде-допуске.

Неблагоприятные условия труда могут быть в основном обусловлены повышенной концентрацией пыли и влаги в помещении, недостаточной тепловой изоляцией обжиговых аппаратов, ненадежными ограждениями вращающихся частей механизма.

Большое внимание следует уделять обеспыливанию воздуха и отходящих газов печей и сушильных установок с целью создания нормальных санитарно-гигиенических условий труда. В соответствии с санитарными нормами проектирования промышленных предприятий

концентрация в воздухе помещений цементной и остальных видов пыли не должно превышать 0,04 мг/м³. содержание в воздухе окиси углерода не допускается более 0,03 мг/м³, а сероводорода – не более 0,02 мг/м³. в воздухе вырабатываемом в атмосферу, концентрация пыли не должна быть более 0,06 г/м³.

Должны быть заземлены электродвигатели, а также разного вида электрическая аппаратура. Необходимо предусматривать соответствующие устройства и установки подъемно-транспортных механизмов для безопасного ведения ремонтных работ.

Основное оборудование в производстве бетонной смеси, в обязательном порядке, оборудуют звуковой и световой сигнализацией, предупреждающей персонал о пуске оборудования, его остановке и возникновении аварийных ситуаций.

Профилактика пожара

Под пожарной профилактикой понимается обучение пожарной технике безопасности и комплекс мероприятий, направленных на предупреждение пожаров.

Противопожарная защита – это мероприятия, направленные на уменьшение ущерба в случае возникновения пожара. Между двумя этими основными задачами пожарной безопасности не всегда можно провести четкую границу, как, например, в случае действий, направленных на ограничение сферы распространения огня при загорании.

Задачи пожарной профилактики можно разделить на три широких, но тесно связанных комплекса мероприятий:

- обучение, в том числе распространение знаний о пожаробезопасном поведении (о необходимости установления индикаторов задымленности) ;
- пожарный надзор, предусматривающий разработку государственных норм пожарной безопасности и строительных норм пожарной безопасности и строительных норм, а также проверку их выполнения ;

- обеспечение оборудованием и технические разработки (установка переносных огнетушителей и изготовление зажигалок безопасного пользования).

Реализация систем пожарной безопасности во всех случаях предшествуют организационно-технические мероприятия, подразумевающие осмысление задач обеспечения пожарной безопасности на объекте и проведения подготовительных мероприятий организационного и технического характера.

Список литературы

1. Доклад Президента Республики Узбекистан Ислама Каримова на заседании Кабинета Министров, посвященном основным итогам 2011 года и приоритетам социально-экономического развития на 2012 год.
2. Кравцов А.И. «Проектирование предприятий по производству бетонных и железобетонных конструкций». Оренбург – 2006г. Учебное пособие. – 196 с.
3. Изотов В.С., Соколова Ю.А. «Химические добавки для модификации бетона». Казанский Государственный архитектурно-строительный университет – 2006г. – 244 с.
4. Касторных Л.И. «Добавки в бетоны и строительные растворы». Учебно-справочное пособие – 2-е издание. Ростов н/Д; Феникс, 2007г. – 221 с.
5. Баженов Ю.М., Алимов Л.А., Воронин В.В., Магдеев У.Х. «Технология бетона, строительных изделий и конструкций». Учебник для ВУЗов. М-2004г. – 256 с.
6. Баженов Ю.М. «Технология бетона». Учебник. М – 2002г. – 500 с. С иллюстрациями.
7. Лямин В.Н., Горбовец М.Н., Быхонский И.И. «Строительные машины». Справочник. Том – 2 – «Оборудование для производства, строительных материалов и изделий». Под общей редакцией Горбовца М.Н. – 3-е издание, переработанное. М – Машиностроение, 1991г. – 496 с.
8. «Бетоны. Материалы. Технология. Оборудование.» М. Стройинформ, Ростов н/Д; Феникс, 2006г. – 424 с.