**ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

**Тема проекта:**

"ПРОИЗВОДСТВО ПЛОСКИХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ"

СОДЕРЖАНИЕ

стр.

Введение

1 Номенклатура и характер выпускаемых изделий

2 Выбор и характеристики исходных материалов

2.1 Цемент

2.2 Мелкий заполнитель

2.3 Крупный заполнитель

2.4 Вода

2.5 Добавки для бетона

3 Проектирование состава бетона

4 Технологическая схема производства

5 Описание производственного процесса

6 Температурная обработка изделий

7 Приёмка и испытание изделий

8 Контроль качества изделий

9 Охрана труда и безопасность жизнедеятельности

Список использованных источников

# Введение

Железобетонные изделия для сборного строительства – относительно новый вид конструктивных элементов. Начало практического применения их относят к концу прошлого столетия. В 20-х и 30-х годах текущего столетия появились первые здания, выполненные в основном из сборных железобетонных изделий и конструкций. Однако широкому и всестороннему применению сборного железобетона в то время препятствовали низкий уровень механизации строительства, отсутствие мощных монтажных кранов и оборудования для производства железобетонных изделий.

Основные факторы, обеспечивающие столь быстрый подъем производства сборного железобетона, следующие:

1) максимальная степень заводской готовности, что дает определенный технико-экономический эффект;

2) универсальность свойств железобетонных изделий; путем определенных технологических приемов изготовления и соответствующего выбора материалов железобетонные изделия могут быть получены с различными механическими и физическими свойствами – высокопрочные, водонепроницаемые, жаростойкие, с низкой теплопроводностью и т.д.;

3) долговечность;

4) возможность значительно сократить расход стали в строительстве.

Наряду с достоинствами железобетонные конструкции обладают и недостатками:

1) большая масса;

2) высокая себестоимость изделий;

3) значительные транспортные расходы.

Все это снижает общую технико-экономическую эффективность строительства из сборных железобетонных изделий.

Первостепенной задачей производственников и конструкторов является уменьшение массы сборных железобетонных конструкций путем применения материалов высокого качества и более рациональных форм изделий, совершенствование организации технологического процесса, более полная его механизация с широким использованием автоматического управления.

Железобетон представляет собой строительный материал, в котором выгодно сочетается совместная работа бетона и стали, крайне отличающихся своими механическими свойствами. Бетон, как и всякий каменный материал, хорошо сопротивляется сжимающим нагрузкам, но он хрупок и слабо противодействую растягивающим напряжениям. Прочность бетона при растяжении примерно в 10 – 15 раз меньше прочности при сжатии. В результате этого бетон невыгодно использовать для изготовления конструкций, в которых возникают растягивающие напряжения. Сталь же, обладая очень высоким пределом прочности при растяжении, способна воспринимать растягивающие напряжения, возникающие в железобетонном элементе.

Для строительства элементов, подверженных изгибу, целесообразно применять железобетон. При работе таких элементов возникают напряжения двух видов: растягивающие и сжимающие. При этом сталь воспринимает первые напряжения, а бетон – вторые и железобетонный элемент в целом успешно противостоит изгибающим нагрузкам. Таким образом, сочетается работа бетона и стали в одном материале – железобетоне.

Возможность совместной работы в железобетоне двух резко различных по своим свойствам материалов определяется следующими важнейшими факторами:

* прочным сцеплением бетона со стальной арматурой, вследствие этого при возникновении напряжения в железобетонной конструкции оба материала работают совместно;
* почти одинаковым коэффициентом температурного расширения стали и бетона, чем обеспечивается полная монолитность железобетона;
* бетон не только не оказывает разрушающего влияния на заключенную в нем сталь, но и предохраняет ее от коррозии.

# Номенклатура и характер выпускаемых изделий

В основу классификации сборных железобетонных изделий положены следующие признаки: вид армирования, плотность, вид бетона, внутреннее строение и назначение.

1. По виду армирования железобетонные изделия делят на: предварительно напряженные и с обычным армированием.
2. По плотности изделия бывают из тяжелых бетонов, облегченного, легкого и из особо легких (теплоизоляционных) бетонов. Для элементов каркаса зданий применяют тяжелый бетон, а для ограждающих конструкций зданий – легкий.
3. По виду бетонов и применяемых в бетоне вяжущих различают изделия:
	* из цементных бетонов – тяжелых на обычных плотных заполнителях и легких бетонов на пористых заполнителях;
	* силикатных бетонов автоклавного твердения – плотных (тяжелых) или легких на пористых заполнителях на основе извести или смешанном вяжущем;
	* ячеистых бетонов – на цементе, извести или смешанном вяжущем; специальных бетонов – жаростойких, химически стойких, декоративных, гидратных.
4. По внутреннему строению изделия могут быть сплошными и пустотелыми, изготовленными из бетона одного вида, однослойные или двухслойные и многослойные, изготовленные из разных видов бетона или с применением различных материалов, например теплоизоляционных.

Железобетонные изделия одного вида могут отличаться также типоразмерами, например стеновой блок угловой, подоконный и т.д. Изделия одного типоразмера могут подразделяться также по классам. В основу деления на классы положено различное армирование, наличие монтажных отверстий или различие в закладных деталях.

В зависимости от назначения сборные железобетонные изделия делят на основные группы: для жилых, общественных, промышленных зданий, для сооружений сельскохозяйственного и гидротехнического строительства, а также изделий общего назначения.

Железобетонные изделия должны отвечать требованиям действующих государственных стандартов, а также требованиям рабочих чертежей и технических условий на них. Изделия массового производства должны быть типовыми и унифицированными для возможности применения их в зданиях и сооружения различного назначения. Изделия должны иметь максимально степень заводской готовности. Составные или комплексные изделия поставляют потребителю, как правило, в законченном, собранном и полностью укомплектованном деталями виде. Железобетонные изделия с проемами поставляют со вставленными оконными или дверными блоками, проолифленными или загрунтованными. Качество поверхности изделия должно быть таким, чтобы на месте строительства (если это не предусмотрено проектом) не требовалось дополнительной их отделки.

Панели внутренних стен жилых зданий – сплошные и с дверными проёмами длиной до 7 м, высотой 2,9 м и толщиной до 200 мм – выполняют однослойными. Их изготовляют из тяжёлого бетона марок М150, М300, а также из конструкционного лёгкого бетона марок М150, М200.

# Выбор и характеристики исходных материалов

Тяжелый бетон, применяемый для изготовления фундаментов, колонн, балок, пролетных строений мостов и других несущих элементов и конструкций промышленных и жилых зданий и инженерных сооружений, должен приобретать определенную прочность в заданный срок твердения, а бетонная смесь должна быть удобной в укладке и экономичной. При использовании, в не защищенных от внешней среды конструкциях, бетон должен иметь повышенные плотность, морозостойкость и коррозионную стойкость. В зависимости от назначения и условий эксплуатации бетона в сооружении предъявляются соответствующие требования к составляющим его материалам, которые предопределяют его состав и свойства, оказывают влияние на технологию производства изделий, их долговечность и экономичность.

## Цемент

Для приготовления тяжелых бетонов применяют портландцемент, пластифицированный портландцемент, портландцемент с гидравлическими добавками, шлакопортландцемент, быстротвердеющий портландцемент (БТЦ) и др. Цемент выбирают с учетом требований, предъявляемых к бетону (прочности, морозостойкости, химической стойкости, водонепроницаемости и др.), а также технологии изготовления изделий, их назначения и условий эксплуатации.

Марку цемента выбирают в зависимости от проектируемой прочности бетона при сжатии по таблице 2.1.

Таблица 2.1 Выбор марки цемента в зависимости от прочности бетона

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Прочность бетона, МПа*** | 100 | 150 | 200 | 250 | 300 | 400 | 500 | 600 и выше |
| ***Марка цемента*** | 300 | 300 | 300–400 | 400 | 400–500 | 500–600 | 600 | 600 |

## Мелкий заполнитель

Песок – рыхлая смесь зерен крупностью 0,16 – 5 мм, образовавшаяся в результате естественного разрушения массивных горных пород (природные пески). Природные пески по минералогическому составу подразделяются на кварцевые, полевошпатовые, известняковые, доломитовые. Из природных песков наибольшее применение для тяжелого бетона получили кварцевые пески.

В качестве мелкого заполнителя применяют пески повышенной крупности, крупные, средние и мелкие – природные и обогащенные; пески из отсевов дробления и обогащенные из отсевов дробления.

На качество бетона большое влияние оказывают зерновой состав песка и содержание в нем различных примесей: пылевидных, илистых, глинистых частиц, петрографический состав, в том числе содержание вредных примесей, включая органические. Содержание этих примесей устанавливают отмучиванием. Количество их не должно превышать 3% в природном песке и из отсевов. Наиболее вредной в песке является примесь глины, которая обволакивает отдельные зерна песка и препятствует сцеплению их с цементным камнем, понижая прочность бетона. Глинистые и пылевидные примеси в песке повышают водопотребность бетонных смесей и приводят к понижению прочности и морозостойкости бетона. Очищать песок от глинистых и пылевидных частиц можно промывая его водой в пескомойках. В природных песках могут содержаться также в большом количестве органические примеси (гуминовые кислоты, остатки растений, перегной), которые вступают в реакцию с твердеющим цементом и понижают прочность бетона. Содержание органических примесей устанавливают колориметрическим методом – обработкой пробы песка 3%-ным раствором едкого натра. Если после обработки песка цвет раствора не оказывается темнее эталона (цвета крепкого чая), то песок признается доброкачественным.

Испытуемый песок можно считать пригодным, если прочность образцов раствора из него оказывается не меньше прочности образцов с тем же песком, но промытым сначала известковым молоком, а затем водой.

Зерновой состав песка имеет особое значение для получения качественного бетона. Песок для бетона должен состоять из зерен различной величины (0,16 – 5 мм), чтобы объем пустот в нем был минимальным; чем меньше объем пустот в песке, тем меньше требуется цемента для получения плотного бетона. Зерновой состав песка определяют просеиванием сухого песка через стандартный набор сит с размерами отверстий (сверху вниз) 10; 5; 2,5; 0,63; 0,315; 0,16 мм. Высушенную до постоянной массы пробу песка просеивают сквозь сита с круглыми отверстиями диаметром 10 и 5 мм. Остатки на этих ситах взвешивают и вычисляют с точностью до 0,1%.

Из пробы песка, прошедшего сквозь указанные выше сита, отвешивают 1000 г. (*G*) песка и просеивают его последовательно сквозь набор сит с отверстиями размером 2,5; 1,25; 0,63; 0,315 и 0,16 мм. Остатки на каждом сите взвешивают (*Gi*) и вычисляют:

частный остаток на каждом сите – как отношение массы остатка на данном сите к массе просеиваемой навески (*ai*) – вычисляют с точностью до 0,1%:

полный остаток (*Аi*) на каждом сите – как сумму частных остатков на всех ситах с большим размером отверстий плюс остаток на данном сите – вычисляют с точностью до 0,1%:

где *a2,5, a1,25*– частные остатки на ситах с большим размером отверстий начиная с сита размером отверстий 2,5 мм, %;

*ai* – частный остаток на данном сите, %.

Модуль крупности песка *Мк* (без фракций гравия с размером зерен крупнее 5 мм) определяют как частное от деления на 100 суммы полных остатков на всех ситах, начиная с сита с размером отверстий 2,5 мм и кончая ситом с размером отверстий 0,16 мм; модуль крупности песка вычисляют с точностью до 0,1%.

По величине модуля крупности песок делят на:

* повышенной крупности *Мк* = *3 – 3,5*,
* крупный с *Мк > 2,5*,
* средний *Мк* = *2,5 – 2,0*,
* мелкий *Мк* = *2,0 – 1,5*,
* очень мелкий *Мк = 1,5 – 1,0*;

Полные остатки на сите №063 (% по массе) соответственно равны: 65 – 75,

45 – 65, 30 – 45, 10 – 30 и менее 10.

Выбор мелких заполнителей для бетона производят по зерновому составу и модулю крупности, содержанию пылевидных и глинистых частиц, петрографическому составу, в том числе содержанию вредных примесей, включая органические примеси и потенциально реакционноспособные породы и минералы, а при применении дробленых песков – по пределу прочности исходной породы при сжатии в насыщенном водой состоянии.

Песок, отсеянный на ситах двух близких номеров, имеет большую пустотность (40 – 42%). При наилучшем сочетании в песке крупных, средних и мелких зерен пустотность уменьшается до 30%. Хорошим по крупности зерен считается песок, у которого пустотность не превышает 38%.

Пески с модулем крупности 1,5 – 2 допускается применять в бетонах класса В15, а также для бетонов подводной зоны конструкций мостов. Использование этих песков в бетонах класса В15 и выше допускается при соответствующем технико-экономическом обосновании. Пески с модулем крупности 2,5 и более рекомендуется применять для бетонов класса В25 и выше.

Для обеспечения качественного зернового состава песка и его постоянства в составе бетонной смеси применяют фракционированный песок, составленный из двух фракций; крупной и мелкой, раздельно дозируемых при приготовлении бетонной смеси. Разделение исходного песка на две фракции производят по граничному зерну, соответствующему размеру отверстий контрольных сит 1,25 или 0,63 мм. Допускается применять готовые смеси фракций в требуемом соотношении, а также смеси лесков природных или из отсевов дробления.

При несоответствии зернового состава природных песков требованиям ГОСТа следует применять в качестве укрупняющей добавки к мелким пескам крупные фракции природного или дробленого песка, а также крупный песок из отсевов дробления, а для понижения модуля крупности – мелкие пески.

Использование в качестве мелких заполнителей песков из отсевов дробления и их смесей с природными песками допускается при условии обеспечения заданной удобоукладываемости бетонной смеси без перерасхода цемента. В природном песке, предназначенном для бетонов, допускаются зерна гравия или щебня размером более 10 мм – до 0,5% по массе; размером 5 – 10 мм – до 10% по массе.

Насыпная плотность кварцевого песка зависит от степени уплотнения, влажности и пустотности. Сухой и рыхло насыпанный кварцевый песок имеет насыпную плотность 1500–1600 кг/м3. На рис. 2.1 приведены кривые изменения объема разных песков в зависимости от их влажности. Наименьшая насыпная плотность кварцевых песков соответствует влажности 5 – 7%. При дозировке песка для изготовления бетона или приемке песка необходимо учитывать содержание в нем воды.

Рисунок 2.1 Изменение объёма песка в зависимости от влажности

## Крупный заполнитель

В качестве крупного заполнителя для тяжелого бетона применяют гравий и щебень из горных пород или щебень из гравия размером зерен 5 – 70 мм.

Щебень получают путем дробления массивных горных пород, гравия, валунов или искусственных камней на куски размером 5 – 120 мм. Для приготовления бетона обычно используют щебень, полученный дроблением плотных горных пород, гравия, доменных и мартеновских шлаков. Дробление производят в камнедробилках. При этом получают не только зерна щебня, но и мелкие фракции, относящиеся по крупности к песку и пыли. Зерна щебня имеют неправильную форму. Лучшей считается форма, приближающаяся к кубу и тетраэдру. Вследствие шероховатой поверхности зерна щебня лучше сцепляются с цементным камнем в бетоне, чем гравий, но бетонная смесь со щебнем менее подвижна.

По дробимости, морозостойкости, зерновому составу, износу к щебню предъявляют такие же требования, как и гравию.

Прочность щебня характеризуется маркой, соответствующей пределу прочности горной породы при сжатии в водонасыщенном состоянии и определяемой по дробимости щебня при сжатии (раздавливании) в цилиндре. Щебень имеет следующие марки: 200, 300, 400, 600, 1000, 1200, 1400. При этом щебень высшей категории качества из изверженных и метаморфических горных пород должен иметь марку не ниже М800, из осадочных карбонатных пород – не ниже М600. Щебень марок по прочности 1400, 1200 и 1000 не должен содержать зерен слабых пород более 5% по массе, а марок 800, 600 и 400 – не более 10% и 300 и 200 – не более 15% по массе. По прочности исходной горной породы марка щебня при сжатии в насыщенном водой состоянии должна быть выше марки бетона в 1,5…2 раза. В отдельных случаях допускается применение щебня марки ниже указанной, но только при условии испытания в бетоне и при соответствующем технико-экономическом обосновании.

Зерновой состав щебня устанавливают с учетом *Dнаиб* и *Dнаим* зерен. Наибольший размер зерен щебня применяют в бетонах в зависимости от вида изделия, насыщенности арматуры и толщины изделия. Так, для балок, колонн, рам наибольший размер зерен должен быть не более 3/4 наименьшего расстояния между стержнями арматуры, а для плитных изделий – не более 1/2 толщины плиты. Подобно гравию, щебень по крупности зерен делят на четыре фракции: 5 – 10, 10 – 20, 20 – 40 и 40 – 70 мм.

В зависимости от формы зерен ГОСТ 8267 – 82 устанавливает три группы щебня из естественного камня: кубовидную, улучшенную и обычную. Содержание зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы в них не превышает соответственно 15, 25 и 35% по массе. К пластинчатой и игловатой форме зерен относят такие, в которых толщина или ширина их меньше длины в 3 раза и более.

Содержание пылевидных и глинистых частиц в щебне из изверженных и метаморфических пород, в щебне из гравия и в гравии для всех видов тяжелого бетона не должно превышать 1% по массе, а в щебне из осадочных пород в зависимости от вида конструкции и ее назначения – не более 2 – 3%, в том числе глины в комках – не более 0,25%.

Щебень, гравий и щебень из гравия должны применяться, как правило, в виде фракций, раздельно дозируемых при приготовлении бетонной смеси.

Применяемые фракции в зависимости от наибольшей крупности зерен заполнителя указаны ниже

Таблица 2.2 Фракции крупного заполнителя

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ***Наибольшая крупность зерен, мм*** | ***10*** | ***20*** | ***40*** | ***70*** | ***120*** |
| ***Фракции крупного заполнителя, мм*** | 5 – 103 – 10 | 5 (3) – 1010 – 20 | 5 (3) – 1010 – 2020 – 40 | 5 (3) – 1010 – 2020 – 4040 – 70 | 5 (3) – 1010 – 2020 – 4040 – 7070 – 120 |

Содержание различных фракций в крупном заполнителе при подборе состава бетона должно соответствовать указанному в табл. 2.2 и обеспечивать получение плотной смеси.

В качестве крупного заполнителя для всех видов тяжелого бетона сборных и монолитных конструкций, изделий и деталей должны использоваться щебень и щебень из гравия с содержанием зерен пластинчатой (лещадной) и игловатой формы в количестве не более 35% по массе.

Морозостойкость крупных заполнителей должна обеспечить получение бетона требуемой марки по морозостойкости. Для бетона гидротехнических сооружений морозостойкость щебня и гравия указана в таблице.

Таблица 2.3 Зерновой состав крупного заполнителя

|  |  |
| --- | --- |
| ***Наибольшая крупность заполнителя, мм*** | ***Размер фракций, мм*** |
| ***5 – 10*** | ***10 – 20*** | ***20 – 40*** | ***40 – 70*** | ***70 – 120*** |
| ***20******40******70******120*** | 25 – 4015 – 2510 – 205 – 10 | 60 – 7520 – 3515 – 2510 – 20 | –40 – 6520 – 3515 – 25 | ––35 – 5520 – 30 | –––30 – 40 |

Таблица 2.4 Морозостойкость гравия и щебня для бетона гидротехнических сооружений

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| ***Среднемесячная температура наиболее холодного месяца*** | От 0 до 10ºС | От 10 до 20ºС | Ниже 20ºС |
| ***Марка по морозостойкости*** | 100 | 200 | 300 |

Щебень высшей категории качества для бетона должен иметь марку по морозостойкости не ниже F 25.

Шлаковый щебень получают дроблением шлака, который образуется в процессе доменной плавки металлов (доменный шлак) или при сжигании минерального топлива (топливный шлак). Шлаки должны обладать кристаллической структурой и не иметь признаков распада. Шлаковый распад является результатом перехода одних соединений шлака в другие под действием газов, содержащихся в воздухе, и влаги. Этот переход сопровождается увеличением объема образующихся новых соединений, что вызывает растрескивание и распад кусков шлака.

В зависимости от крупности зерен щебень для бетона из доменного шлака выпускают тех же фракций, что и щебень из горных пород: 5 – 10; 10 – 20; 20 – 40 и 40 – 70 мм. Содержание зерен пластинчатой и игловатой формы не допускается более 25% по массе.

Прочность щебня характеризуется маркой, определяемой по его дробимости при сжатии (раздавливании) в цилиндре в сухом состоянии. Марка шлакового щебня по прочности бывает Др15, 25, 35, и 45. Для приготовления бетона используют щебень с плотностью не менее 1000 кг/м3, содержание пылевидных частиц для щебня марок Др15 и 25 допускается не более 2% по массе, а для щебня марок Др35 и Др45 – 3% по массе.

По морозостойкости щебень подразделяется на шесть марок от F15 до F200. Щебень марки Др15 используют для бетонов высокой прочности (40 МПа и выше), а щебень марок Др25 и менее используется для бетона прочности 30 МПа и менее.

Шлаковый щебень используют в бетонных и железобетонных сооружений гражданских и промышленных зданий, не рекомендуется его применение в конструкциях, эксплуатирующихся в проточных водах.

## Вода

Для приготовления бетонной смеси применяется питьевая, а также любая вода, не содержащая вредных примесей (кислот, сульфатов, жиров, растительных масел, сахара), препятствующих нормальному твердению бетона. Нельзя применять воды болотные и сточные, а также воды, загрязненные вредными примесями, имеющие водородный показатель *рН* менее 4 и содержащие сульфаты в расчете на ионы SO4 более 2700 мг/л и всех других солей более 5000 мг/л. Морскую и другую воду, содержащую минеральные соли, можно применять, если общее количество солей в ней не превышает 2%. Пригодность воды для бетона устанавливают химическим анализом и сравнительными испытаниями прочности бетонных образцов, изготовленных на данной воде и на чистой питьевой воде и испытанных в возрасте 28 суток при хранении в нормальных условиях. Воду считают пригодной, если приготовленные на ней образцы имеют прочность не меньше, чем у образцов на чистой питьевой воде.

## Добавки для бетона

К добавкам для бетонов относятся неорганические и органические вещества или их смеси, за счет введения которых в контролируемых количествах направленно регулируются свойства бетонных смесей и бетонов либо бетонам придаются специальные свойства. В основу классификации добавок для бетонов положен эффект их действия. По этому признаку добавки для бетонов делят на следующие группы:

1. Регулирующие реологические свойства бетонных смесей. К ним относятся пластифицирующие, увеличивающие подвижность бетонных смесей; стабилизирующие, предупреждающие расслоение, и водоудерживающие, уменьшающие водоотделение.

2. Регулирующие схватывание бетонных смесей и твердение бетонов. К ним относятся добавки, замедляющие схватывание, ускоряющие схватывание и твердение, и противоморозные, т.е. обеспечивающие твердение бетона при отрицательных температурах.

3. Добавки, регулирующие пористость бетонной смеси и бетона. К ним относятся воздухововлекающие, газообразующие и пенообразующие добавки, а также уплотняющие (воздухоудаляющие или кольматирующие поры бетона).

4. Добавки, придающие бетону специальные свойства: гидрофобизующие, уменьшающие смачивание, повышающие противорадиационную защиту, жаростойкость; антикоррозионные, т.е. увеличивающие стойкость в агрессивных средах; ингибиторы коррозии стали, улучшающие защитные свойства бетона к стали; добавки, повышающие бактерицидные и инсектицидные свойства.

5. Добавки полифункционального действия, одновременно регулирующие различные свойства бетонных смесей и бетонов: пластифицирующе-воздухововлекающие; пластифицирующие, повышающие прочность бетона, и газообразующе-пластифицирующие.

6. Минеральные порошки – заменители цемента. К этой группе относятся тонкомолотые материалы, вводимые в бетон в количестве 5 – 20%. Это золы, молотые шлаки, отходы камнедробления и др., придающие бетону специальные свойства (жаростойкость, электропроводимость, цвет и др.).

В качестве пластифицирующих добавок наибольшее распространение получили поверхностно-активные вещества (ПАВ).

Поверхностно-активные добавки представляют собой особую группу органических веществ, введение которых в бетонные (растворные) смеси позволяет существенно улучшить их удобоукладываемость. Вместе с тем поверхностно-активные добавки позволяют уменьшить водоцементное отношение и соответственно сократить расход цемента без снижения прочности материалов и изделий. Использование поверхностно-активных добавок в малых дозах (0,05 – 0,2% от массы цемента) позволяет на 8 – 12% уменьшать удельный расход цемента в бетонах и растворах. Вместе с тем поверхностно-активные добавки повышают водонепроницаемость, морозостойкость, коррозиеустойчивость и вообще долговечность материалов в конструкциях. Этим самым применение поверхностно-активных добавок способствует повышению эффективности капиталовложений в строительство. По указанным причинам поверхностно-активные добавки в цементно-бетонной технологии приобретают все большее значение, как у нас, так и за рубежом.

Действие поверхностно-активных добавок на цементные системы основано на следующих положениях физической химии. Поверхностно-активные вещества способны повышать поверхностное натяжение у поверхности раздела фаз, например на границах раздела фаз вода – твердое тело, вода – воздух. Мельчайшие частицы поверхностно-активных веществ адсорбируются, т.е. прочно связываются с внутренней поверхностью раздела тел, образуя на этих поверхностях молекулярные слои толщиной в одну молекулу. Величина этого адсорбционного слоя относится к диаметру цементной частицы так же, как толщина спички к высоте 30‑этажного здания. Однако применение в малых дозах добавок поверхностно-активных веществ к цементным системам существенно меняет свойства их.

Поверхностно-активные добавки, используемые в цементах, растворах и бетонах, по определяющему эффекту действия на цементные системы можно условно разделить на три группы: гидрофилизующие, гидрофобизующие и воздухововлекающие.

Гидрофализующие добавки при затворении вяжущего водой предотвращают на определенный срок слипание отдельных цементных частиц между собой. В этом случае несколько замедляется коагуляция новообразований, а вместе с тем высвобождается некоторое количество воды, которое обычно как бы застревает в коагуляционных структурах. По этой причине требуемая удобоукладываемость смеси с добавкой достигается при меньшем количестве воды затворения, чем у смеси без добавки. Наибольшее распространение получили гидрофилирующие добавки на основе лигносульфатов – сульфитно-дрожжевой бражки (СДБ). Эта добавка несколько замедляет твердение бетона в раннем возрасте, и поэтому на заводах ЖБИ ее применяют в сочетании с добавками – ускорителями твердения.

Суперпластификаторы – новые эффективные разжижители бетонной смеси – в большинстве случаев представляют синтетические полимеры – производные меламиновой смолы или нафталинсульфокислоты.

Применяют суперпластификатор С‑3 – на основе нафталинсульфокислоты, суперпластификатор 10–03 – продукт конденсации сульфированного меламина с формальдегидом и др. При введении в бетонную смесь суперпластификатора резко увеличивается ее подвижность и текучесть. Воздействуя на бетонную смесь, как правило, в течение 2 – 3 ч с момента введения, суперплаетификаторы под действием щелочной среды подвергаются частичной деструкции и переходят в другие вещества, безвредные для бетона и не тормозящие процесса твердения. Суперпластификаторы, вводимые в бетонную смесь в количестве 0,15 –1,2% от массы цемента, разжижают бетонную смесь в большей мере, чем обычные пластификаторы. Пластифицирующий эффект сохраняется, как правило, 1 – 2 ч после введения добавки, а через 2 – 3 ч он уже невелик. Суперпластификаторы используются в бетонах как единолично, так и в комплексе с другими добавками, например с сульфитно-дрожжевой бражкой (СДБ) и нитрит-нитрат-хлоридом кальция (ННХК). При использовании комплексной добавки содержание каждой добавки составляет «10–03» – 0,3 – 1,2%; ННХК – 1,5 – 2,5% и СДБ – 0,1 – 1,15% от массы цемента. Суперпластификаторы позволяют существенно снизить В/Ц, повысить подвижность смеси, изготовить изделия высокой прочности, насыщенных арматурой из изопластичкых смесей.

Гидрофобизующие добавки, как правило, существенно повышают нераселаиваемость, связанность бетонной (растворной) смеси, находящейся в покое. При действии внешних механических факторов (при перемешивании, укладке и т.д.) бетонная или растворная смесь с добавкой отличается повышенной пластичностью. Такое свойство гидрофобизующих смесей объясняется специфическим смазочным действием тончайших слоев поверхностно-активных веществ, распределяемых в смеси. Кроме того, эти добавки предохраняют цементы от быстрой потери активности при перевозке или хранении. В качестве гидрофобизующих добавок раньше применялись в основном природные продукты – некоторые животные жиры, алеиновая и стеариновая кислоты. Развитие химической промышленности дало возможность широко использовать новые гидрофобизующие добавки – битумные дисперсии (эмульсии и эмульсосуспензии), нафтеновые кислоты и их соли, окисленные, синтетические жирные кислоты и их кубовые остатки, кремнийорганические полимеры и др.

Воздухововлекающие добавки позволяют получать бетонные (растворные) смеси с некоторым дополнительным количеством воздуха. Чтобы повысить пластичность смеси, обычно увеличивают объем вяжущего теста. Вовлекая воздух, увеличивается объем вяжущего теста без введения лишнего цемента. Поэтому удобоукладываемость такой системы повышается. К тому же воздухововлекающие добавки образуют и ориентированные слои, активные в смазочном отношении. Широко применяют воздухововлекающие добавки на основе смоляных кислот, смолу нейтрализованную воздухововлекающую (СНВ), смыленный древесный пек и др.

К ускорителям твердения цемента, увеличивающим нарастание прочности бетона, особенно в ранние сроки, относятся хлорид кальция, сульфат натрия, нитрит-иитрат-хлорид кальция и др. Влияние хлористого кальция на повышение прочности бетона объясняется его каталитическим воздействием на гидратацию С3S и C2S, а также реакцией с С3А и C4AF. Ускорители твердения не рекомендуется применять в железобетонных конструкциях и предварительно напряженных изделиях с диаметром арматуры менее 5 мм и для изделий автоклавного твердения, эксплуатирующихся в среде с влажностью более 60%. Сульфат натрия может вызвать появление высолов на изделиях.

В нитрит-нитрат-хлориде кальция ускоряющее действие хлорида сочетается с ингибирующим действием нитрата кальция.

Противоморозные добавки – поташ, хлорид натрия, хлорид кальция и др. – понижают точку замерзания воды, чем способствуют твердению бетона при отрицательных температурах.

Для замедления схватывания применяют сахарную патоку и добавки СДБ, ГКЖ‑10 и ГКЖ‑94.

Пено- и газообразователи применяют для изготовления ячеистых бетонов. К пенообразователям относятся клееканифольные, смолосапониновые, алюмосульфонафтеновые добавки, а также пенообразователь ГК. В качестве газообразователей применяют алюминиевую пудру ПАК‑3 и ПАК‑4.

Комбинированные добавки, например пластификатор СДБ, ускоритель твердения (хлористый кальций) с ингибитором (нитратом натрия), способствуют экономии цемента. При этом ускоритель твердения нейтрализует некоторое замедление твердения смеси в раннем возрасте.

# Проектирование состава бетона

Подбор состава бетона осуществляется на методе абсолютных объемов с использованием формулы Боломея-Скрамтаева

 (1)

где Rб – требуемая марка бетона;

А – коэффициент, характеризующий качество заполнителей;

Rц – активность цемента.

1. Определяем ориентировочный расход воды для приготовления бетонной смеси исходя из ее удобоукладываемости. Бетонная смесь имеет жесткость 50…70с, тогда ориентировочный расход воды составит для щебня фракции 5…10 – 173 л/м3.

2. Из формулы (1) определяем Ц/В

.

3. Определяем ориентировочный расход цемента

Ц=В∙Ц/В=173∙1,75=303 кг.

С уменьшением модуля крупности песка возрастает расход цемента. Пески с Мк<1,5 увеличивают расход цемента на 12%. Тогда расход цемента с учетом Мк песка будет

Ц=(303∙0,12)+303=339 кг.

4. Водопотребность песка составляет 9%, тогда должен быть увеличен на 5 л на каждый процент увеличения водопотребности. Ориентировочный расход воды равный 173 л принят для песков средней крупности, имеющих водопотребность 7%. Тогда расход воды будет 173+10=183 л. Тогда с учетом крупности песка реальное целое будет 258/183=1,41.

5. Определяем расход щебня

Vпуст=1-

где α – коэффициент раздвижки зерен крупного заполнителя, зависящий от расхода цемента, равный 1,31.

.

6. Определяем расход песка

Проверка:

109+183+249,5+458,5=1000.

Получили бетон следующего состава:


# Технологическая схема производства

При агрегатно-поточном способе изделияформуют с помощью специальных машин на посту формования, а затем перемещают мостовым краном в камеры тепловой обработки. При окончании тепловой обработки изделия распалубливают, а форму готовят для последующего производства. После приёмки ОТК готовые изделия отправляют на склад. Преимуществом этого способа является возможность изготовления изделий широкой номенклатуры (предпочтительно длинной до 12 м, шириной до 3 м и высотой до 1 м), достаточно полной механизации и частичной автоматизации процессов, осуществления чёткого пооперационного контроля. Кроме того, технологически линии с агрегатно-поточным способом производства обладают небольшим капиталовложением, по сравнению с другими способами, и ускоренными сроками строительства.

В состав технологических линий с агрегатно-поточным способом входят следующие основные агрегаты: формующая машина или бетоноукладчик с виброплощадкой, формоукладчик, установка для нагрева или механического натяжения арматуры, камера тепловой обработки, а так же посты распалубки, чистки и смазки форм, складирования полуфабриката, резервных форм и готовых изделий (в зимнее время), ремонта и доводки форм, стенд для испытания готовых изделий.

Все виды производства сборного железобетона при проектировании необходимо размещать в унифицированных, типовых пролётах (длиной 144 м и шириной 18 м). В пролёте предусмотрено 2 формовочных поста, пропарочные камеры ямного типа, установка для предварительного напряжения арматуры и стенд устранения дефектов. Изготовление плит размером 3×6 метров производится с немедленной распалубкой со съёмом бортоснастки. Поддон после укладки напрягаемой арматуры смазывают и перемещают мостовым краном на продольный формоукладчик. После укладки бортоснастки с помощью формоукладчика форма подаётся на виброплощадку марки 6691 С (грузоподъёмностью 15т). Укладка бетона производится бетоноукладчиком марки 6691 С/3. продолжительность цикла 15 мин. После уплотнения бетона и съёма бортоснастки поддон с изделием поступает в пропарочную камеру.

На поточно-агрегатных линиях с формовочными постами, принятыми в типовых проектах, формы на виброплощадку обычно подают с помощью формоукладчика.

При поточном способе организации производства процессы формования, твердения и распалубке изделия выполняются на специализированных постах, входящих в состав технологического потока. Каждый пост оборудован соответствующими машинами и механизмами, а формы и изделия перемещаются от одного поста к другому. Поточное изготовление изделий в перемещаемых формах может быть запроектировано по поточно-агрегатной и конвейерной схемам производства. Конвейерный способ характеризуется тем, что изделие перемещается о поста к посту с принудительным ритмом (например 15 мин), который устанавливают по наиболее длительной технологической операции. При поточно-агрегатном способе формы и изделия двигаются от поста к посту с произвольным интервалом, характерным для данной операции. Конвейерные технологические линии целесообразно применять значительной мощности при изготовлении однотипных конструкции большими партиями.

Достоинство поточно-агрегатного способа – более гибкая и маневренная технология в отношении использования технологического оборудования, возможность изготовления широкой номенклатуры изделий с меньшими капитальными затратами по сравнению с конвейерной технологией. По мимо этого поточно-агрегатная технология, основанная на применении передвижных агрегатов, позволяет формовать изделия за несколько проходов, что гарантирует высокое качество изделий сложной конфигурации и многослойных (стеновых панелей, кровли) и позволяет производить замену устаревшего оборудования без значительной переделки линии. Агрегатно-поточная технология особенно целесообразна при изготовлении различных по геометрической конфигурации элементов.

# Описание производственного процесса

Содержать формы и формовочное оборудование в чистоте необходимо не только для продления срока их эксплуатации, но и для обеспечения высокого качества изготовляемых изделий. После каждого цикла формования формы чистят и смазывают, применяя для этого различные машины, приспособления и смазочные материалы. Для очистки форм и поддонов применяют машины, рабочими органами которых являются цилиндрические щетки из стальной проволоки, абразивные круги и инерционная фреза из металлических колец. Машины с относительно мягкими металлическими щетками применяют после каждого цикла формования. Машины с абразивными кругами или жесткими щетками используют не чаще одного раза в 2 – 3 месяца, так как при такой чистке быстро изнашивается металл.

Часто очистку поддонов осуществляют машинами с инерционной фрезой, состоящей из металлических колец, свободно висящих на пяти кольцах. При вращении фрезы кольца ударяют по поверхности поддона и дробят оставшуюся на нем пленку цементного раствора.

Поддоны можно очищать по двум схемам: первая – когда машина передвигается над поддоном; вторая – если поддон перемещается под машиной; вторая схема удобна при конвейерной технологии.

Для очистки форм применяют также химический способ, который основан на свойстве некоторых кислот, например соляной, разрушать цементную пленку. Для ускорения реакции применяют в качестве катализатора 0,2%-ный раствор солей NaNО2 и KNO2. Химическую очистку можно производить не чаще одного раза в год. Формы следует чистить на специальном посту с соблюдением требований техники безопасности.

На качество железобетонных изделий влияет сцепление бетона с поверхностью форм. Один из способов уменьшения сцепления – использование смазок. Правильно выбранная и хорошо нанесенная смазка облегчает расформование изделия и способствует получению его ровной и гладкой поверхности.

На заводах применяют три вида смазок: водные и водно-масляные суспензии, водно-масляные и водно-мыльные эмульсии, машинные масла, нефтепродукты и их смеси.

Суспензии – простейшие смазки, их применяют на заводах при отсутствии других смазок. К ним относятся известковая, меловая, глиняная и шлаковая (из отходов, получаемых при шлифовании мозаичных изделий). Однако эти смазки легко размываются.

Эмульсионные смазки. Наиболее стойки и экономичны водно-масляные, эмульсионные смазки, например, приготовленные на основе кислого синтетического эмульсола ЭКС. Эмульсол представляет собой темно-коричневую жидкость, полученную из смеси веретенного масла (35%) и высокомолекулярных синтетических кислот (5%). Из эмульсола ЭКС делают прямую эмульсию («масло в воде») и обратную эмульсию («вода в масле»); последняя более водостойка.

Приготовление смазок производят при помощи различных смесителей, в том числе эмульсий, с использованием ультразвуковых или механических эмульгаторов, которые дают возможность смешивать между собой жидкости, не смешивающиеся в обычных условиях (бензин с водой, масло с водой и т.п.).

Смазку на поверхность форм наносят обычно различными распылителями, а в тех местах, где неудобно их использовать, применяют специальные механизмы. Более тонкое распыление и большой факел могут получиться, если применить для нанесения смазки сжатый воздух. Расход смазки зависит от ее консистенции, конструкции и типа форм (горизонтальной или вертикальной), способа нанесения смазки (ручного, механического), качества поверхности смазки.

В заводском производстве на долю арматуры приходится около 20% себестоимости железобетонных изделий, поэтому вопросы организации арматурных работ на заводах сборного железобетона являются важнейшими и в техническом, и в экономическом отношениях.

Различают армирование железобетонных изделий ненапряженное (обыкновенное) и предварительно напряженное. Операции армирования и виды арматуры, применяемые при каждом из этих способов армирования, имеют ряд принципиальных отличий.

Ненапряженное армирование осуществляется с помощью плоских сеток и пространственных (объемных) каркасов, изготовленных из стальных стержней различного диаметра, сваренных между собой в местах пересечений. В железобетоне различают арматуру несущую (основную) и монтажную (вспомогательную). Несущая арматура располагается в местах изделия, в которых под нагрузкой возникают растягивающие напряжения; арматура воспринимает их. Монтажная арматура располагается в сжатых или ненапряженных участках изделия. Кроме этих видов арматуры применяют петли и крюки, необходимые при погрузочных работах, а также закладные части, крепления и связи сборных элементов между собой.

Арматурные сетки и каркасы изготовляют в арматурном цехе, оборудованном резательными, гибочными и сварочными аппаратами. Изготовление арматуры складывается из следующих операций: подготовки проволочной и прутковой стали – чистки, правки, резки, стыкования, гнутья; сборки стальных стержней в виде плоских сеток и каркасов; изготовления объемных арматурных каркасов, включая приварку монтажных петель, закладных частей, фиксаторов. Подготовка арматуры, поступающей на завод в мотках и бухтах, заключается в их размотке, выпрямлении (правке), очистке и разрезке на отдельные стержни заданной длины. Правку и резку арматурной стали осуществляют на правильно-отрезных станках-автоматах.

Прутковую арматурную сталь разрезают на стержни заданной длины, а также стыкуют сваркой в целях уменьшения отходов. Стыкуют стержни посредством контактной стыковкой электросварки и только в отдельных случаях при использовании стержней больших диаметров применяют дуговую сварку. Контактную стыковую сварку осуществляют методом оплавления электрическим током торцов стержней в местах их будущего стыка. При этом стержни сильно сжимают и сваривают между собой.

Натяжение арматуры в железобетонных конструкциях применяется для повышения трещиностойкости, долговечности, уменьшения деформативности конструкций. Одним из наиболее распространенных методов натяжения стержневой арматуры является механический. Механическое натяжение арматуры (стержневой, проволочной и канатной) производят гидродомкратами и натяжными машинами, которые оборудованы дополнительными приспособлениями для выполнения вспомогательных операций.

Натяжение арматуры на упоры форм или стендов может быть одиночным (каждый арматурный элемент натягивается отдельно) или групповым (одновременно натягивается несколько элементов) в зависимости от конструктивных особенностей изделия.

Натяжение арматуры на стендах рекомендуется производить в два этапа. На первом этапе арматуру натягивают в усилием, равным 40–50% заданного. Затем проверяют правильность расположения напрягаемой арматуры, устанавливают закладные детали и закрывают борта формы. На втором этапе арматуру натягивают до заданного проектом усилия с перетяжкой на 10%, при которой арматуру выдерживают в течении 3–5 мин, после чего натяжение снижают до проектного.

Контролируемое напряжение должно соответствовать проекту. Контроль усилия натяжения должен выполняться по показаниям оттарированных манометров гидравлических домкратов и одновременно по удлинению арматуры. Результаты измерений усилия натяжения по показаниям манометров и по удлинению арматуры не должны отличаться более чем на 10%. При большем расхождении необходимо приостановить процесс натяжения арматуры, выявить и устранить причину расхождения этих показателей.

При использовании гидравлических домкратов для натяжения арматуры цена деления шкалы манометра не должна превышать 0,05 измеряемого давления. Максимальное давление, на которое рассчитан манометр, не должно превышать измеряемого давления более чем в 2 раза.

При натяжении арматуры гидродомкрат должен быть установлен так, чтобы его ось совпадала с продольной осью захвата арматурного элемента или пакета.

Для натяжения арматуры следует преимущественно применять гидравлические домкраты, выпускаемые кемеровским заводом «Строммашина», которые подбираются в зависимости от проектного усилия натяжения арматурных элементов с коэффициентом запаса равным 1,17…1,20.

При изготовлении монтажных петель, хомутов и друга фигурных элементов арматуры прутковую и проволочную арматурную сталь после разрезки подвергают гнутью.

Сборку сеток и каркасов из стальных арматурных стержней производят посредством точечной контактной электросварки, Сущность ее заключается в следующем. При прохождении электрического тока через два пересекающихся стержня в местах их контакта электрическое сопротивление оказывается наибольшим, стержни в этом месте разогреваются и, достигнув пластического состояния металла, свариваются между собой. Прочной сварке способствует также сильное сжатие стержней между собой. Процесс точечной сварки может длиться доли секунды при применении тока в несколько десятков тысяч ампер.

По агрегатно-поточному способу производства преимущественно изготовляют предварительно напряженные многопустотные настилы и панели перекрытия, плиты покрытия размером 3×6, 3×12 и 3×16 м. а также колонны и свай.

На первом посту производят распалубку изделий и отпуск натяжения арматуры. На втором посту ведут подготовительные операции к бетонированию: смазку форм. Установку арматуры и ее натяжение электротермическим способом. На третьем посту устанавливают второстепенные элементы изделия, закладные детали, монтажные петли и др. На четвертом посту укладывают ненапрягаемую арматуру, а на посту пять производят контроль всех операций и формы. После этого форма с помощью крана перемещается на виброплощадку. Бетонирование панели происходит за два подхода бетоноукладчика с вибронасадкой. Изделия пропаривают в ямных камерах.

# Температурная обработка изделий

Твердение отформованных изделий – заключительная операция технологии изготовления железобетона, в процессе которой изделия приобретают требуемую прочность. Отпускная прочность может быть равна классу бетона или меньше его. Так, прочность бетона изделий при отгрузке потребителю должна быть не менее 70% проектной (28‑суточной) прочности для изделий из бетона на портландцементе или его разновидностях и 100% – для изделий из силикатного (известково-песчаного) или ячеистого бетона. Однако для железнодорожных шпал отпускная прочность должна превышать 70% и для пролетных строений мостов – 80% от класса. Допускаемое снижение отпускной прочности изделий определяется исключительно экономическими соображениями, так как в этом случае сокращается продолжительность производственного цикла и соответственно ускоряется оборачиваемость оборотных средств. При этом имеется в виду, что недостающую до проектной прочность изделия наберут в процессе их транспортирования и монтажа и к моменту загружения эксплуатационной нагрузкой прочность их будет не ниже проектной.

В зависимости от температуры среды различают следующие три принципиально отличающихся режима твердения изделий: нормальный при температуре 15 – 20 °С; тепловлажностная обработка при температуре до 100 °С и нормальном давлении; автоклавная обработка – пропаривание при повышенном давлении (0,8 – 1,5 МПа) и температуре 174 – 200 °С. Независимо от режима твердения относительная влажность среды должна быть близкой к 100%. Иначе будет происходить высушивание изделий, что приведет к замедлению или прекращению роста их прочности, так как твердение бетона есть в первую очередь гидратация цемента, т.е. взаимодействие цемента с водой.

Нормальные условия твердения достигаются в естественных условиях без затрат тепла. Это важнейшее технико-экономическое преимущество указанного способа твердения, отличающегося простотой в организации и минимальными капитальными затратами. В то же время экономически оправдан он может быть только в исключительных случаях. В естественных условиях изделия достигают отпускной 70%-ной прочности в течение 7 – 10 суток, тогда как при искусственном твердении – пропаривании или автоклавной обработке – эта прочность достигается за 10 – 16 ч. Соответственно при этом снижается потребность в производственных площадях, объеме парка форм, сокращается продолжительность оборачиваемости средств. Это и является причиной применения на большинстве заводов искусственного твердения. В то же время стремление отказаться от последнего является актуальной проблемой современной технологии бетона. Уже имеются бетоны, которые в течение одних суток при нормальных условиях твердения приобретают до 40 – 50% проектной прочности. Это достигается применением высокопрочных быстротвердеющих цементов, жестких бетонных смесей, интенсивного уплотнения вибрацией с дополнительным пригрузом, применением добавок – суперпластификаторов, ускорителей твердения, виброактивизации бетонной смеси перед формованием, применением горячих бетонных смесей. Дальнейшее развитие работ в этом направлении позволит, по-видимому, в ближайшие годы отказаться в ряде случаев от искусственного твердения.

Тепловлажностная обработка при нормальном давлении может осуществляться несколькими способами: пропариванием в камерах; электроподогревом; контактным обогревом; обогревом лучистой энергией; тепловой обработкой изделий в газовоздушной среде; горячим формованием. Среди приведенного разнообразия технико-экономическое преимущество пока остается за пропариванием в камерах периодического и непрерывного действия, а также в среде продуктов сгорания природного газа.

В камеры непрерывного действия загружают свежесформованные изделия на вагонетках, а с противоположного конца туннеля камеры непрерывно выходят вагонетки с отвердевшими изделиями. В процессе твердения изделия проходят зоны подогрева, изотермического прогрева (с постоянной максимальной температурой пропаривания) и охлаждения. В принципе камеры непрерывного действия, как и вообще всякое непрерывно действующее оборудование, обеспечивают наиболее высокий съем продукции с единицы объема камеры. Однако необходимость применения вагонеток и механизмов для перемещения изделий, а также ряд конструктивных сложностей туннельных камер в теплотехническом отношении не позволяет широко применять этот вид пропарочных камер. Используют их только при конвейерном способе производства.

Перспективными являются вертикальные камеры непрерывного действия.

Среди камер периодического действия основное применение находят камеры ямного типа, имеющие глубину 2 м типа и на 0,5 – 0,7 м выступающие над уровнем пола цеха. Размер камеры в плане соответствует размеру изделий или кратен им. Наиболее целесообразным является размер камеры, соответствующий размеру одного изделия в плане. В этом случае загрузочная емкость камеры и непроизводительный простой камеры под загрузкой будут минимальными. Однако при этом возрастает потребность в количестве камер. Технико-экономический анализ показал, что наиболее целесообразным оказывается размер камеры в плане, соответствующий размеру двух изделий. Стенки камеры выкладываются из кирпича или делаются бетонными. Сверху камера закрывается массивной крышкой с теплоизоляционным слоем, предупреждающим потери тепла. Для предупреждения выбивания пара в стенках камеры сверху ее предусматривается канавка, засыпаемая песком или заливаемая водой. В эту канавку входят соответствующие выступы на крышке камеры. Таким образом, создается затвор, препятствующий выбиванию пара из камеры.

Изделия загружаются в камеру краном в несколько рядов по высоте. Если изделия в формах, то каждый верхний ряд изделий устанавливают на стенки нижележащей формы (через деревянные прокладки). При формовании же изделий с частичной немедленной распалубкой поддон с изделием устанавливают на специальные откидывающиеся выступы, предусмотренные в стенках камеры.

Режим пропаривания в камерах характеризуется продолжительностью подъема температуры, выдержкой при максимальной температуре, продолжительностью охлаждения, а также наибольшей температурой в период изотермического прогрева. Применяют самые разнообразные режимы твердения в зависимости от свойств цемента и его вида, свойств бетонной смеси (жесткая или подвижная), вида бетона (тяжелый или легкий), размеров изделий (тонкие или массивные).

В качестве усредненного можно привести следующий режим: подъем температуры со скоростью 25 – 35 °С/ч, снижение температуры – 30 – 40 °С/ч, изотермическая выдержка 6 – 8 ч и максимальная температура 80 – 90 °С. Таким образом, общая продолжительность пропаривания для изделий на обыкновенном портландцементе в среднем составляет 12 – 15 ч. Твердение изделий – наиболее продолжительная операция, в десятки раз превышающая все другие. Это требует изыскания путей снижения продолжительности пропаривания, для чего необходимо знать определяющие факторы.

В первую очередь на режим твердения оказывает влияние вид цемента. Применение быстротвердеющих цементов (алитовых и алитоалюминатных портландцементов) позволяет до 2 раз сократить продолжительность изотермической выдержки. Кроме того, оптимальная температура прогрева изделий на этих цементах 70 – 80 °С существенно сокращает время, потребное на нагрев и охлаждение изделий. В совокупности общая продолжительность тепловлажностной обработки изделий на алитовых и алитоалюминатных, быстротвердеющих портландцементах снижается до 6 – 8 ч. За этот период получают изделия с прочностью бетона, равной 70 – 80% от проектной.

Медленнотвердеющие цементы (пуццолановые и шлакопортландцементы) требуют более продолжительной изотермической выдержки (до 10 – 14 ч) и более высокой температуры изотермического прогрева (до 95 – 100 °С). Таким образом, общая продолжительность пропаривания бетонных изделий, приготовленных на пуццолановых или шлакопортландцементах, составляет 16 – 20 ч.

Применение жестких бетонных смесей, имеющих низкое начальное водосодержание, позволяет на 15 – 20% уменьшить продолжительность пропаривания. Если учесть, что дополнительные затраты энергии и труда на формование жестких смесей не превышают 10 – 15% и компенсируются снижением расхода цемента при этом, то экономическая целесообразность применения жестких смесей становится очевидной и в данном случае. Изделия из легких бетонов, как, например, медленно прогревающиеся в силу их повышенных теплоизоляционных качеств, требуют и более продолжительного режима тепловлажностной обработки.

Способ формования предварительно подогретой до 75 – 85 °С бетонной смеси получил название «горячего формования», при котором изделия поступают в камеру в подогретом виде и не требуют, таким образом, времени на их подогрев до максимальной температуры пропаривания. Этот способ предусматривает отказ от пропаривания. Свежесформованные горячие изделия укрывают (способ термоса) и оставляют на 4 – 6 ч, в течение которых бетон набирает необходимую прочность. Подогрев бетонной смеси производят электрическим током в течение 8 – 12 мин.

# Приёмка и испытание изделий

Приемка железобетонных изделий осуществляется партиями, которые состоят из однотипных изделий, изготовленных по одной технологии в течение не более 10 дней. В зависимости от объема изделий количество их в партии устанавливают техническими условиями и не должно превышать следующих величин:

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Объем изделий, м3 | до 0,1 | 0,1 – 0,3 | 0,3 – 1,0 | 1,0 – 2,0 | свыше 2,0 |
| Изделий в партии, шт. | 1000 | 700 | 300 | 150 | 100 |

В процессе приемки наружным осмотром проверяют внешний вид изделий, отмечают наличие трещин, раковин и других дефектов. Затем с помощью измерительных линеек и шаблонов проверяют правильность формы и габаритные размеры изделий. Если при контрольных замерах изделия будут выявлены отклонения по длине или ширине, превышающие допускаемые, то изделие бракуют.

При приемке изделий определяют и прочность бетона, которую устанавливают по результатам испытания контрольных образцов и путем испытания готовых изделий. Контрольные образцы с ребром 10, 15 и 20 см изготовляют в металлических разъемных формах в количестве не менее 3 шт. и не реже одного раза в смену, а также для каждого нового состава бетонной смеси. Уплотнение бетонной смеси в образцах осуществляют на стандартной виброплощадке с амплитудой 0,35 мм и частотой вращения 300 кол/мин.

Образцы должны твердеть в одинаковых условиях с изделиями. Предел прочности бетона определяют путем испытания образцов на гидравлических прессах и вычисляют как среднее арифметическое значение результатов испытания трех образцов.

Испытание готовых железобетонных изделий на прочность, жесткость и трещиностойкость производят согласно ГОСТам, Отбор изделий для испытаний производят в количестве 1% от каждой партии, но не менее 2 шт., если в партии менее 200 изделий. Испытание производят на специальных испытательных стендах, нагружая конструкцию гидродомкратами, штучными грузами или рычажными приспособлениями. Критерием прочности служит нагрузка, при которой изделие теряет свою несущую способность (разрушается).

В последнее время для определения прочности бетона в конструкциях пользуются методами, не разрушающими изделия, – физическими и механическими. К физическим методам относятся ультразвуковые и радиометрические. Механические методы основаны на определении величины упругой или пластической деформации. В первом случае прочность бетона оценивают по величине упругого отскока бойка от поверхности бетона; во втором прочность бетона характеризуется величиной отпечатка наконечника на поверхности бетона. Приборы этой группы получили широкое применение в строительстве.

При производстве железобетонных изделий, особенно предварительно напряженных, по различным причинам образуются трещины. Трещины по происхождению могут быть формовочные, температурно-усадочные и силовые, которые возникают вследствие особенностей процесса формования изделий, режимов тепловой обработки, транспортирования изделий, обжатия предварительно напряженной арматурой, а также из-за конструктивных недостатков форм.

Предотвращение возникновения технологических трещин и недостатков достигается строгим соблюдением требований технологического процесса; это одно из важнейших требований операционного контроля.

# Контроль качества изделий

Контроль качества осуществляется лабораторией и ОТК завода. Контролю подлежат: все поступающие материалы, полуфабрикаты и изделия; производственные процессы и качество готовых изделий. Все результаты контроля документируются. Входной контроль осуществляется на основе информации изготовителя о выполнении этих проверок.

Операционный контроль – контроль технологических операций, параметров производственных процессов, соблюдения требований проектной и тех. документации. Для этих целей на заводе разрабатываются технологические регламенты. В основном контролю подлежит: состав и свойства бетонной смеси; параметры технологических режимов; контроль смазки форм; вид, диаметры, размеры арматурных изделий; параметры тепловой обработки, виброуплотнения; прочность бетона (отпускная, передаточная, в проектном возрасте).

Периодичность испытания приготовленной бетонной смеси и готовых изделий указывается в ТУ на изделия. Периодичность – раз в 0,5 – 1 год.

Приёмно-сбыточные испытания: отпускная передаточная прочность, наличие закладных изделий, монтажных петель, отсутствие обнажённой арматуры и наплывов на бетоне, отсутствие масляных и ржавых пятен.

Выборочно также проверяется: прочность, жёсткость, трещиностойкость на стенде, геометрические параметры, толщина защитного слоя. Контролируемые параметры указываются в ТУ на изделия.

# Охрана труда и безопасность жизнедеятельности

Существует следующий ряд требований, связанный с охраной труда и безопасностью жизнедеятельности на производстве: освещенность рабочих мест, ограничение шума и вибраций, обеспечение безопасности условий труда, включая требования по электро- и пожаробезопасности.

Освещенность на рабочем месте должна отвечать условиям оптимальной работ зрения при заданных размерах объекта. Освещение должно быть равномерным, т. к. перевод взгляда с яркоосвещенной поверхности на темную вызывает повышенное утомление глаз из-за частой переадаптации. Отраженная блесткость устраняется путем использования матовых поверхностей, изменением угла наклона рабочей поверхности.

В целом осветительная установка должна быть удобной, надежной, экономной, не создавать шума и не быть источником дополнительных опасностей.

Естественное и искусственное освещение в производственных и вспомогательных цехах, а также территории предприятия должно соответствовать требованиям СНиП II‑4–79.

Необходимо использовать 2 метода для уменьшения вредных вибраций от рабочего оборудования:

1 метод, основанный на уменьшении интенсивности возбуждающих сил в источнике их возникновения;

2 метод ослабления вибрации на пути их распространения через опорные связи от источника к другим машинам и строительным конструкциям.

Уровень вибрации на рабочих местах не должен превышать установленной ГОСТом 121.012–78. Для устранения вредного воздействия вибрации на работающих местах необходимо применять специальные мероприятия: конструктивные, технологические и организационные, средства виброизоляции, виброгашения, дистанционное управление, средства индивидуальной защиты.

Уровень шума на рабочих местах не должен превышать допустимый ГОСТ 12.1.003–83. Для снижения уровня шума следует предусматривать мероприятия по ГОСТ 12.1.003–83 и СНиП 11–12–77. Применяют шумозащитные кожухи, экраны, кабины, наблюдения, глушители аэродинамического шума; обработка стен и потолка звукоизолирующими облицовками. Для индивидуальной защиты применяют наушники различные, вкладыши, шлемы.

При производстве следует применять технологические процессы, не загрязняющие окружающую среду, и предусматривать комплекс мероприятий с целью ее охраны. Содержание вредных веществ при выбросах в атмосферу и в водоемы санитарно-бытового пользования не должно превышать допустимых величин, установленных СНиП 245–71.

При производстве работ в цехах предприятий следует соблюдать правила пожарной безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004–76. Следует соблюдать также требования санитарной безопасности, взрывобезопасности производственных участков, в том числе связанных с применением веществ, используемых для смазки форм, химических добавок, приготовлением их водных растворов и бетонов с химическими добавками.

Все работы, связанные с изготовлением сборных бетонов и железобетонных изделий, должны соответствовать требованиям СНиП III‑4–80, а также ведомственным правилам охраны труда и техники безопасности.

#

# Список использованных источников

1. Ю.М. Баженов, А.Г. Комар, «Технология бетонных и железобетонных изделий», М.: Стройиздат, 1984 г.
2. А.Г. Комар, «Строительные материалы и изделия», М.: Высшая школа, 1988 г.
3. Б.С. Комисаренко, А.Г. Чикноворьян и др., «Проектирование предприятий строительной индустрии», Самара, 1999 г.
4. К.М. Королев, «Производство бетонной смеси и раствора», М.: Высшая школа, 1973 г.
5. С.В. Николаев, «Сборный железобетон. Выбор технологических решений», М.: Стройиздат, 1978 г.