МИНИСТЕРСТВО ОБЩЕГО И ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТРОИТЕЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Строительно-технологический факультет

Кафедра технологии отделочных и изоляционных материалов и изделий

**КУРСОВАЯ РАБОТА**

по дисциплине “Процессы и аппараты”

Тема проекта

**“Технологическая схема производства панелей**

**для внутренних стен”**

Выполнил : студент СТ-III-3

Руководитель : доцент

Бруяко М.Г.

Москва - 1999

**СОДЕРЖАНИЕ**

Стр.

1. Введение ............................................................................................. 3

2.Технологическая схема производства железобетонных панелей

для внутренних стен .......................................................................... 8

3. Структурные блок-схемы по переделам .......................................... 10

3.1. Процесс перемешивания компонентов ................................... 10

3.2. Процесс формования бетонной смеси .................................... 14

3.3. Процесс тепловлажностной обоработки ................................ 19

4. Расчет процесса тепловлажностной обработки ............................. 23

5. Основные технико-экономические показатели .............................

6. Техника безопасности и охрана труда ............................................

Список используемой литературы .................................................

**1. Введение**

В настоящее время бетон и железобетон являются основными строительными материалами. Железобетон вследствие своих физико-механических свойств, долговечности и технико-экономической эффективности производства и применения изделий из них, а также наличия достаточных сырьевых ресурсов для получения цемента и бетона занимает ведещее место и играет важную роль в строительстве.

Панели внутренних стен выполняют однослойными сплошными и с дверными проемами длиной 7 м, высотой до 2,9 м и толщиной до 200 мм из тяжелого или конструкционного легкого бетона марок М150 - М200 по конвейерному, агрегатно-поточному и кассетному способам производства.

Панели внутренних стен производят агрегатным способом. При агрегатном способе производства изделия формуют на виброплощадке или на специально оборудованных установках-агрегатах, состоящих из формовочной машины (обычно виброплощадка) , машины для распределения бетонной смеси по форме (бетоноукладчик).

Отформованные изделия в формах мостовым краном перемещают в камеры тепловой обработки бетона для твердения.

Завершающая стадия - выгрузка изделий из камеры и их распалубка на специальном посту. После приемки готовых изделий их направляют на склад готовой продукции, а освободившиеся формы подготавливают к очередному технологическому циклу и возвращают на пост формовки.

Весь технологический цикл разделяется на шесть постов : распалубка и осмотр изделий, сборка форм, подготовка форм к бетонированию, укладка арматурного каркаса (или предварительного натяжения арматуры), заполнение форм бетонной смесью и уплотнение их на формовочном посту, заглаживание верхней формовочной поверхности изделия или декоративной обработки и извлечения изделий из камер.

Продолжительность цикла на агрегатно-поточной линии определяется продолжительностью формования изделий.

Этот способ получил широкое распространение при небольших капитальных затратах, он допускает выполнение широкой номенклатуры изделий, позволяет получать высокий съем продукции с 1 м3 пропарочных камер, значительно уменьшить трудоемкость производства и снизить себестоимость продукции.

На поточно-агрегатных линиях с формовочными постами, формы на виброплощадку подают с помощью формоукладчика. Тогда в состав технологической линии входят : формовочный агрегат с бетоноукладчиком, установки для заготовки и электрического нагрева или механического натяжения арматуры, формоукладчик, камеры твердения, участки распалубки, остывания изделий, их доводки или отделки, технического контроля, пост чистки и смазки форм, площадка под текущий запас арматуры, закладных деталей, утеплителя, складирования резервных форм, их оснастки и текущего ремонта, стенд для испытания готовых изделий.

Этот способ допускает производство широкой номенклатуры при относительно небольших капиталовложениях.

Железобетон - сочетание бетона и стальной арматуры, монолитно соединенных и совместно работающих в конструкции.

Качество бетона в большей степени зависит от используемых материалов. Правильный выбор материалов для бетона, учитывающий как требования к бетону, так и свойства самих материалов, имеет важное значение в технологии бетона. При этом должна достигаться максимальная экономия цемента и трудовых затрат на производство бетона.

Бетон - искусственный материал, получающийся в результате твердения рационально подобранной смеси вяжущего, крупного и мелкого заполнителей и воды. В строительстве широко используют бетоны, приготовленные на цементах или других неорганических вяжущих веществах. Эти бетоны обычно затворяют водой. Цемент и вода являются активными составляющимися бетона ; в результате реакции между ними образуется цементный камень, скрепляющий зерна заполнителей в единый монолит.

Между цементом и заполнителем обычно не происходит химического взаимодействия (за исключением силикатных бетонов, получаемых автоклавной обработкой), поэтому заполнители часто называют инертными материалами. Однако они существенно влияют на структуру и свойства бетона, изменяя его пористость, сроки твердения, поведение при воздействии нагрузки и внешней Среды. Заполнители значительно уменьшают деформации бетона при твердении и тем самым обеспечивают получение большеразмерных изделий и конструкций. В качестве заполнителей используют преимущественно местные горные породы и отходы производства (шлаки и др.) . Применение этих дешевых заполнителей снижает стоимость бетона, так как заполнители и вода составляют 85...90%, а цемент - 1-...15% от массы бетона.

В бетоне используют крупный и мелкий заполнитель. Крупный заполнитель, зерна которого крупнее 5 мм , подразделяют на гравий и щебень. Мелким заполнителем является естественный или искусственный песок. К заполнителям для бетона предъявляются требования, учитывающие особенности их влияиния на свойства бетона. Наиболее существенное влияние на свойства бетона оказывает зерновой состав, прочность и чистота заполнителя. Зерновой состав показывает содержание в заполнителе зерен разной крупности. Он определяется просеиванием пробы заполнителей через стандартные сита с отверстиями 0,14 - 70 мм и более. Различают рядовой заполнитель, содержащий зерна различных размеров, и фракционированный, когда зерна заполнителя разделены на отдельные фракции, включающие зерна близких между собой размеров, например 5...10 или 20...40 мм.

На строительных объектах или на заводах сборного железобетона зерновой состав заполнителя подбирают, используя реальные песок и щебень и устанавливают такое соотношение между ними, чтобы кривая зернового состава по возможности приближалась к идеальной кривой, однако допустимы некоторые отклонения. Некоторое ухудшение зернового состава в этом случае легко компенсируется или очень незначительным повышением расхода цемента, или более эффективным способом уплотнения бетонной смеси, при этом достигается заметное упрощение технологии и снижение стоимости бетона. Поэтому в ГОСТах и ТУ всегда указывается не один рекомендуемый зерновой состав, а допускаются колебания в соотношениях отдельных фракций, при которых еще не наблюдается значительного ухудшения свойств смеси заполнителей.

Правильный выбор зернового состава заполнителя или соотношения между песком и щебнем может быть сделан только с учетом состава бетона, в частности с учетом содержания цемента и воды.

Для регулирования свойств бетона и бетонной смеси в их состав вводят различные химические добавки, которые ускоряют или замедляют схватывание бетонной смеси, делают ее более пластичной и удобоукладываемой, ускоряют твердение бетона, повышают его прочность и морозостойкость, а также при необходимости изменяют и другие свойства бетона.

Бетоны обладают высоким пределом прочности на сжатие и плохо сопротивляются растяжению. Предел прочности бетонов на растяжение в 10-30 раз меньше, чем на сжатие. Для придания бетону повышенной сопротивляемости растягивающим напряжениям его армируют стальной арматурой, которая воспринимает на себя растягивающие усилия. Армирование снижает усадочные деформации бетона и уменьшает вероятность образования трещин.

Железобетонные конструкции армируют ненапряженной и напряженной арматурой.

Для армирования железобетонных конструкций используются около сорока марок сталей. Выбор арматурной стали следует производить в зависимости от типа конструкции, наличия предварительного натяжения, а также от условий возведения и эксплуатации здания или сооружения в соответствии со СНиПом.

Поступающую на завод арматурную сталь в виде стержней и бухт ( мотков) хранят на складе металла. Со склада металла арматурную сталь транспортируют по цехам к месту переработки. Этот процесс включает : подготовку арматурной стали, ее чистку и правку, заготовку элементов для изготовления арматурных сеток, каркасов, анкеров звкладныъ деталей, подъемных петель и др., сварку сеток и каркасов, изготовление подъемных петель и закладных деталей, укрупненную сборку пространственных каркасов.

При изготовлении арматурных элементов должно быть установлено соответствие используемой стали требованиям проекта. Контролем устанавливают : качество арматурной стали, качество сварки и антикоррозионного покрытия, соответствие геометрических размеров отдельных заготовок (стержней, сеток, плоских каркасов в целом, а также правильность расположения арматуры и точность установки закладных деталей проекту.

Армирование железобетонных конструкций - важный элемент производства, в значительной мере определяющий долговечность зданий и сооружений . Положение арматуры в теле конструкции строго регламентировано. Особое внимание уделяют толщине защитного слоя бетона, покрывающего арматуру и создающего вокруг нее щелочную среду, предотвращающую развитие коррозии стали.

Проектное положение арматуры в изделии обеспечивается ее фиксацией в форме до бетонирования. Фиксируют арматуру в форме инвентарными устройствами разового использования.

Бетон в железобетоне воспринимает в основном сжимающие усилия, а арматура -растягивающие. Бетон также придает жесткость конструкции и защищает арматуру от коррозии.

Железобетонные панели должны иметь максимальную степень заводской готовности. Изделия поставляют потребителю, как правило, в законченном виде, не требующим дополнительной отделки. Перед отпуском с завода готовых панелей контролируются : форма и размеры изделия (предельные отклонения размеров не должны превышать 4-10 мм, а защитного слоя - 3-5 мм ) ; внешний вид, качество лицевых поверхностей и степень заводской готовности; качество армирования, закладных деталей, монтажных петель ; качество бетона в изделиях по показателю прочности бетона на сжатие , а также контролируются морозостойкость, водонепроницаемость и другие характеристики.

**2. Технологическая схема производства**

**Технологическая схема производства железобетонных панелей**

**для внутренних стен**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Щебень** |  | **Песок** |  | **Цемент** |  | **Вода** |

**🡮 🡻 🡻 🡿**

д о з и р о в а н и е в с е х м а т е р и а л о в

|  |
| --- |
| **Перемешивание** |

**↓**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Формование** | **←** | **Арми-**  **рование** | **←** | **Склад**  **арматуры** |

**↓**

|  |
| --- |
| **Термовлажност-**  **ная обработка** |
| **↓** |
| **Распалубка изде-**  **лий из форм** |
| **↓** |
| **Чистка и смазка**  **форм** |
| **↓** |
| **Отделка**  **изделий** |
| **↓** |
| **Склад готовой**  **продукции** |
|  |

**Описание производства железобетонных панелей**

**для внутренних стен.**

Способы перемешивания и выбор аппаратуры для его проведения определяются

целью перемешивания и агрегатным состоянием перемешиваемых материалов.

Смешивание масс - процесс, зависящий от многих параметров и факторов. Основ-

ной задачей этого технологического передела в производстве строительных ма-

териалов является получение однородной смеси компонентов, т.е. гомогенизация

состовляющих смеси. Скорость и результат смешивания во многом определяются

формой и величиной частиц, общим зерновым составом и каждого компонента в

отдельности, числом смешиваемых компонентов и соотношением их количеств, плотностями смешиваемых компонентов и их коэффициентами трения, степенью

увлажнения и способностью к слипанию отдельных частиц, степенью измельчения зернового состава в процессе перемешивания. Перемешивание осуществляется в специальных аппаратах - смесителях, конструкция которых зависит от характера

смеси и требуемой производительности. Эффективность перемешивающего устройства характеризует качество проведения процесса перемешивания и в про-

мышленности строительных материалов определяется степенью гомогенизации массы, т.е. степенью равномерности распределения компонентов в объеме полу-

ченной смеси. Интенсивность перемешивания определяется временем достижения

заданного технологического результа.

Для формования панелей применяют автоматизированную установку, оборудованную виброформовочной машиной, поперечным формоукладчиком и виброплощадкой. Подготовленную форму формоукладчиком подают на виброплощадку, затем виброформовочная машина с помощью вибронасадки и заглаживающего устройства за два прохода формует изделие ; при необходимости может включаться виброплощадка.

Установка для формования панелей состоит из виброплощадки, виброформовочной машины и приводного операционного роликового конвейера. На конвейере расположено три поста. На первом посту отпускают и обрезают напряженную арматуру, производят распалубку, затем снимают изделие, на втором - укладывают арматурные стержни и натягивают их гидростатом или электрическим способом, на третьем посту укладывают арматурные сетки и закладные детали.

Подготовленную форму передают на секцию конвейера, расположенную на домкратах вдоль виброплощадки ; опуская на секцию, форму устанавливают на виброплощадку. При первом проходе бетоноукладчика бетонную смесь укладывают в продольные ребра панели и уплотняют на виброплощадке, при обратном проходе бетоноукладчика смесь укладывают в поперечные ребра и поле панели. Второй слой бетонной смеси уплотняют вибронасадкой и заглаживают резиновым катком.

Тепловлажностной обработкой называют процесс одновременного воздействия на

материал теплоты и влаги. В производстве строительных материалов тепловлаж-

ностной обработке как основной технологической операции подвергают бетонные

изделия, силикатный кирпич, некоторые виды безобжиговых огнеупоров, компози-

ции на основе полистирола и поливинилхлорида. В качестве теплоносителей для

тепловлажностной обработки применяют водяной пар, горячую воду и нагретый

воздух с повышенной относительной влажностью. Процесс обработки, как правило, делят на три периода нагрев материала до температуры греющей Среды, выдержка при максимальной температуре, охлаждение. Окончаанием пери-

ода нагрева считают время, при котором поверхность материала нагреется до

температуры теплоносителя. Второй период часто условно называют периодом

изотермической выдержки. Условность названия связана с тем, что центральные

слои материала в начале периода продолжают нагреваться, так как их температу-

ра отстает от температуры поверхности. Период охлаждения протекает без пода-

чи теплоносителя в установку.

**3. Структурные блок-схемы по переделам**

3.1. Процесс перемешивания компонентов

Способы перемешивания и выбор аппаратуры для его проведения определяются целью перемешивания и агрегатным состоянием перемешиваемых материалов. Основной задачей этого технологического передела в производстве строительных материалов является получение однородной смеси компонентов, т.е. гомогенизация составляющих смеси. Скорость и результат смешения во многом определяются формой и величиной частиц, общим зерновым составом и каждого компонента в отдельности, числом смешиваемых компонентов и соотношением их количеств, плотностями смешиваемых компонентов и их коэффициентом трения, степенью увлажнения и способностью к слипанию отдельных частиц, степенью измельчения зернового состава в процессе перемешивания. Перемешивание бетонной смеси осуществляется в машинах для приготовления грубодисперсных суспензий.

Наиболее важной характеристикой перемешивающих устройств, являющихся основой для их сравнительной оценки, является эффективность аппарата и интенсивность его действия. Эффективность перемещивающего устройства характеризует количество проведения процесса перемешивания и определяется степнью гомогенизации массы, т.е. степенью равномерности распределения компонентов в объеме полученной смеси. Интенсивность перемешивания определяется временем достижения заданного технологического результата.

Расход цемента, заполнителя и воды влияют на качество приготовления бетонной смеси, т.е. при смешении большого количества одного компонента малым количеством другого вероятность равномерного распределения компонентов в объеме смеси уменьшается. Степень смешения уменьшается при увеличении разности диаметров смешиваемых компонентов, поэтому необходимо учитывать наибольший диаметр заполнителя. Химический состав определяет удельный заряд по поверхности частиц. Плотность заполнителя влияет на плотность смеси, а также на ее однородность. Однородность = ƒ (расход вяжущего ; ρзап  ; Ац  ; химико-минералогический состав, расход заполнителя). Смесь должна обладать влажностью и пластичной вязкостью. Вязкость смеси не постоянна, а изменяется в зависимости от скорости сдвига, его продолжительности.

Рассмотрим график кривых течения, выражающих зависимость изменения предельного напряжения сдвига от градиента скорости деформации, при этом практически равно 0.

На участке АВ жидкость начинает “течь”, увеличение градиента скорости обусловлено, в основном, упругими деформациями. Разрушенных структурных связей на этом участке практически нет. Пластическая вязкость максимально возможная и постоянная для данной системы.Статическое предельное напряжение сдвига характеризует максимально возможное воздействие на формовочную массу без нарушения структурных связей.

На участке ВС происходит постепенное разрушение структурных связей, которое обусловлено силами трения, капиллярного натяжения, кулоновскими силами. Пластическая вязкость на этом участке уменьшается, точка С соответствует предельному динамическому напряжению сдвига. В этой точке полностью разрушены структурные связи, здесь пластическая вязкость достигает min возможного значения. На участке СД происходит течение жидкости с минимальной возможной вязкостью при полностью разрушенных структурных связях, но без нарушения сплошности. Точка Д характеризует максимально возможную величину воздействия на формовочную массу. При величине воздействия больше, чем max появляется область дефектов - то есть область нарушения сплошности.

Если рассматривать процесс перемешивания как взаимную диффузию частиц, то согласно первому закону Фика скорость диффузии определяется уравнением :

dm  = - D . dc|dx . d Adt

1 закон Фика : количество продифундировавшего вещества пропорционально градиенту концентраций, площади, перпендикулярной направлению потока и времени.

Вводя коэффициент К, зависящий от коэффициента диффузии, толщины диффузионного слоя и поверхности соприкосновения компонентов, можно записать :

dm |dt = K ( Cr  - Cf  )

В процессах смешения изменяющиеся во времени концентрации материала ( Сr  и Cf  ) и количество перемешанного компонента заменить изменяющейся величиной поверхности раздела, тогда :

df | dt = K ( Amax - At ) ,

где Аmax  - максимально возможная поверхность раздела, достигаемая при t → ∞ ,

Аt - поверхность раздела в данный момент смешения.

После интегрирования получим уравнение кинетики смесшения :

Аt = Amax  ( 1 - e-tk  )

Так как Аmax  не может быть определено экспериментально, то по данному уравнению нельзя определить Аt.

Из теории вероятности можно записать :

Pt = 1 - e KA max ( 1 - e )  ,

где Рt - вероятность того, что, по крайней мере, один из элементов новой поверхности раздела попадает в элементарный объем ∧V смеси при данном времени перемешивания t ; К - коэффициент пропорциональности.

Преобразуя это выражение можно получить :

KAmax = lп ( е / 1-Рt ) / ( 1 - е -tc  )

Процесс перемешивания механическими мешалками жидкостей сводится к внешней задаче гидродинамики - обтеканию тел потоком жидкости. Как следует из обобщенного уравнения гидродинамики, установившееся вынужденное движение жидкости описывается критериальным уравнением U ( Fr , Fu , Rt , H, r ) = 0

Eu = ƒ ( Rc , Fr , r ) .

Если вместо линейной скорости жидкости, входящей в критерий Эйлера, Рейнольдса, Фруда, поставить величину nd  , n - число оборотов смесителя , Wокр = jnd d -диаметр, то получим модифицированные критерии :

В критерии Эймера ∧р характеризует разность давлений перед и после лопости смесителя. Этот перепад давлений преодолевается силой Р, приложенной к валу смесителя. Величина полезной мощности N ≈ Pnd /

Учитывая, что площадь, на которую распределено усилие Р , определяется квадратом диаметра, можно записать : ∧P ≈ P|d2 ≈N | (nd3 )

Подставив полученное выражение в значение Fum , получим критерий мощности

KN = N | ( ρ n3 d5 )

Тогда для процесса перемешивания обобщенное уравнение примет вид :

КN  + ƒ ( Rен , F rн , r )

При механическом перемешивании жидкостей различают ламинарный режим (Rен < 30 ) , турбулентный ( 30 < Rе < 105 ) и автономную область развитой турбулентности ( R em > 105 ) .

В момент пуска мощность на валу Nобщ  = N + Nпуск

где N - рабочая мощность.

На преоболение инерции жидкости расходуется мощность

N = 1,9 h d4 n3 ρ ,

где h - высота лопасти смесителя,

d - диаметр смесителя ,

n - частота вращения лопасти,

ρ - перемешиваемой жидкости.

3.2. Процесс формования бетонной смеси

Операция по формованию является одним из основных переделов. Важнейшим фактором в выборе способа формования является получение полуфабриката с заданными свойствами. Именно свойства полуфабриката определяют и тепловлажностную обработку и физико-технические свойства готовых изделий - плотность, равномерность распределения частиц по объему, отсутствие дефектов в строении сырца (раковины, трещины) и механическую прочность.

правильно выбранный метод формования полуфабриката является залогом хорошего качества готового продукта.

Применяемый в технике термин “формуемость смеси” подразумевает :

- способность ее принимать требуемую форму ;

- уплотняться под действием внешних сил.

Употребляемое при этом понятие “пластичности” и “консистенции” характеризуют формовочные свойства (формуемость) массы.

Пластичность - способность формовочной массы претерпевать различного рода деформации без нарушения пластичности.

Консистенция - это состояние системы, обусловленное совокупностью всех внутренних сил взаимодействия. Силами внутреннего взаимодействия являются силы капиллярного натяжения, силы трения при малом расходе воды, куллоновские и ван-дер-вальсовые силы. Консистенция количественно определяется предельным динамическим напряжением сдвига - это то состояние, при котором структурные связи полностью разрушены.

Пластичность характеризуется показателем пластичности :

τmax

U =---------

ηпласт

Формовочные массы с наибольшим содержанием крупного заполнителя, достаточно большим расходом вяжущего и воды описывается уравнением Шведова-Бингама :

τ = τ0  + ηПЛ dδ / dy

Для связанных грунтов (глина, суглинки) существует уравнение описывающее их состояние : τ = δ tgU + C, где δ - нормальное напряжение в системе, U - угол внутреннего трения,

С - сцепление между частицами.

С достаточной точностью для жестких формовочных масс tgU можно заменить на коэффициент трения tgU = ƒ, а силу сцепления на τ0 . Тогда мы получим урвнение Кулона : τ = δƒ + τ0 ,

Уравнением Кулона могут быть описаны жидкие формовочные массы с небольшим содержанием воды. Следует отметить, что это уравнение учитывает сухое трение между частицами. Практически во всех формовочных массах чисто сухого трения нет, частицы разделены хотя бы мономолекулярным слоем воды.. Все формовочные массы описываются уравнением Вялова :

τ = τ0 + ηПЛ (dδ | dy) + δƒ ,

при dv | dy = 0 это выражение превращается в уравнение Кулона, а при ƒ = 0 - в уравнение Шведова-Бингама.

Для объяснения природы связанности и прочности дисперсных масс выдвинута гипотеза, которая складывается из современных представлений молекулярно-кинетической теории.

Взаимодействие между твердой и жидкой фазами обусловлено электрической природой.

Внутри твердой частицы ионы с различными

знаками уравновешены. На поверхности же

частицы такое равновесие не достигается. Под

действием электрического поля диполи воды вокруг частицы принимаюториентировочное положение и притягиваются к поверхности частицы. Вблизи поверхности молекулы воды

прочно связаны с поверхностью частицы, образуя слой прочносвязанной воды, он представляет собой граничную фазу и рассматривается как единое целое с минеральной частицей. Более удаленные молекулы рыхлосвязанной воды образуют слой,, за пределами которого находится свободная вода. Таким образом твердая частица представляет собой сложное новообразование, в котором твердая фаза (ядро) связана с окружающей средой через стабилизирующий двойной электрический слой ионой. Слой рыхлосвязанной воды участвует в движении жидкости, обтекая при деформировании твердую частицу и этот слой определяет подвижность формовочной массы. Если контактирование частиц происходит так, что расстояние между их поверхностями не превышает размер слоя прочносвязанной воды, то возникает расклинивающее действие водной пленки с силой F = A | r3 , где A = 10-6 Dж - постоянная Ван-дер-Ваальсова, r - расстояние между частицами. Происходит расслоение массы.

Процесс формования необходимо проводить пока существует коллоидная система, то есть когда частицы разделены пленками воды. В этом случае формовочная масса способна к тиксотропному разжижжению под действием внешнего воздействия, с последующим восстановлением структурных связей. Процесс формования должен быть закончен до начала образования конденсационно-кристаллизационной структуры.

Виброформование является основным методом формования железобетонных изделий. Эффективность виброуплотнения зависит от параметров вибрации и реологических характеристик смеси. Параметры вибрирования характеризуются амплитудой колебаний А, частотой колебаний f и продолжительностью вибрирования t. Качество уплотнения определяется интенсивностью колебаний А2 W2 ( W - условная скорость ).

При виброуплотнении энергия внешнего воздействия в виде амплитуды расходуется на разрушение структурных связей, перегруппировку заполнителей, приданию изделий заданной формы на коагуляционное уплотнение связующего. В свою очередь это уплотнение приводит к тиксотропному упрочнению полуфабриката. Структурные связи формовочной массы мешают свободной перегруппировке крупного заполнителя, поэтому необходимо амплитудой и частотой колебаний обеспечить внешнее воздействие на формовочную массу не меньше, чем предельное динамическое напряжение сдвига. То есть процесс уплотнения должен происходить в области минимально возможной вязкости. Увеличение внешнего воздействия ограничено τmax , выше которого лежит область дефектов. При виброформовании в этой области наблюдается нарушение монолитности формовочной массы и может произойти подсос (захват) воздуха извне. Чем крупнее заполнитель, тем больше требуется амплитуда. Если крупного заполнителя мало, а формовочная масса обладает высокой вязкостью, то наибольшего эффекта достигнет не увеличение амплитуды, а увеличение частоты. Поскольку бетонная смесь состоит из достаточно разных по размеру частиц, то наиболее эффективным является поличастотное уплтнение.

Основным агрегатом, используемым для виброформования изделий, является виброплощадка. Виброплощадки бывают с круговыми колебаниями, когда колебательные движения совершаются одним дебалансовым валом. В этом случае необходимо, чтобы геометрический центр тяжести формы с бетоном совпадал с центром вращения дибалансового вала. Если этого не будет, то равномерной плотности по объему не обеспечиться. Виброплощадки с вертикальными колебаниями : осуществляется вращение двух дибалансовых валов в противоположную сторону. Это позволяет получить равномерную плотность по всему объему изделия. Виброплощадки с продольными колебаниями : осуществляется вращение двух дибалансовых валов в одну сторону. Эти площадки используются, как правило, при изготовлении длинномерных изделий. После процесса формования изделие должно иметь определенные размеры ( а x b x c ), а также пластическую прочность и плотность полуфабриката (ρп.ф. )

ti  - продолжительность формования

Сv - однородность смеси

Ппл - пластическая прочность

На пластично-вязкие свойства формуемой массы влияют такие параметры как : химико-минералогический состав исходных компонентов, модуль крупности песка, водоцементное отношение, диаметр заполнителей и др.

3.3. Процесс тепловлажностной обработки

Тепловлажностной обработкой называют процесс одновременного воздействия на материал теплоты и влаги. В качестве теплоносителей для ТВО применяют водяной пар, горячую воду и нагретый воздух с повышенной относительной влажностью.

Внешний теплообмен описывается уравнением :

α ( toc0 - tпм0 ) = С ρ Rv (dt0 | dtr ) + r ρ Rv (dU | dtr ) { без пленки конденсата }

dt0 | dtr - скорость нагревания материала ;

ρ - плотность сухого материала ;

С - теплоемкость ;

Rv - характеристический размер тела ( отношение объема материала к его поверхности, с которой происходит испарение ;

r - удельная теплота парообразования ;

dt0 | dtr - скорость удаления влаги.

λ / δ (tзн0 - tпм0 ) - α ( toc - tзн ) + r an (mr | Rt ) ( P1п1 - Р1п11 ) {с пленкой конденсата}

an - коэффициент паропроводности ;

mn - масса пара ;

Р1n1 - парциальное давление водяных паров в окружающей среде ;

Р1n11 - парциальное давление водяных паров у пленки конденсата.

Внутренний теплообмен описывается уравнением :

g = -λ∇t0 ± i gm

gm = | gm∇t | + | gm∇p | + | gm∇w | суммарный поток влаги, вызванный градиентом температуры, градиентом давления и градиентом влагосодержания ;

i - удельное теплосодержание потока влаги.

Для выяснения процессов, происходящих в материале при ТВО, рассмотрим бесконечную пластину и проанализируем направление составляющих потока массы gm . При внесении пластину в паровую среду на ее поверхности образуется пленка конденсата.

I. В начале процесса пропарки влага движется от центра и от поверхности изделия к плоскости х. Через некоторое время весь поток влаги за счет ∇U будет двигаться от поверхности изделия к центру. Поток влаги за счет градиента температура gmt в течение всего периода подогрева направлен от поверхности к центру, поскольку нагрев изделий идет снаружи . Суммарный поток влаги за счет градиента давлений в зависимости от условий может быть направлен как к центру, так и к поверхности. Тогда общий поток влаги gm для большей части периода подогрева будет описываться выражением : gm = - gmu - gmt ± gmp .

II В периоде изотермической выдержки частный поток массы gmu практически исчезает, так как влагосодержание по всему материалу выравнивается. Температура поверхности постоянна, а температура центра изделия через некоторое время достигает температуры поверхности и ∇t исчезает. Давление внутри материала также приближается к давлению окружающей среды и Пр исчезает.

III С началом охлаждения влага начинает испаряться с поверхности и ее температура становится равной температуре мокрого термометра. Градиенты влагосодержания и температуры меняют знаки и частные потоки влаги этих градиентов направлены от центра к поверхности. Частный поток влаги gmp

направлен от поверхности к центру и тормозит передвижение влаги к поверхности за счет градиентов температуры и влагосодержания.

Общий поток влаги : gm = gmu + gmt - gmp

Принципиальным отличием рассматриваемого процесса является смена знаков возникающих напряжений. При обогреве паром поверхностные слои испытывают напряжения сжатия, а центральные слои - растяжения.

Период изотермической выдержки с точки зрения нарушений в структуре материала является наиболее

спокойным, поскольку ∇U , ∇t0 и ∇P сначала

уменьшаются, а затем практически исчезают.

Период охлаждения является самым ответственным. Если в первый период частичное нарушение структуры может залечиваться вследствие углубления реакций гидратации, то в третий период этих залечиваний в большом объеме происходить не может. Балансовое уравнение :

α ( tac0 - tэк0 ) + r an (mr |RT ) ( Pn1 - Pn11 ) = - λ∇t0 ± ami ρ∇U ± i am δ ρ∇t0 ± i ap ∇P

После прохождения ТВО изделие должно обладать достаточной прочностью, пористостью, морозостойкостью, влажностью (исключено наличие дефектов, трещин и т.д. ).

ν ∧t - скорость подъема температуры влияет на качество ТВО ;

tr -продолжительность ТВО складывается из температур I, II, III периода ;

Та - тип агрегата, установки (щелевая пропарочная камера ) ;

νот - скорость охлаждения температуры ;

П - пористость ;

М - морозостойкость ;

W - влажность.

**4. Расчет процесса тепловлажностной обработки**

Режим ТВО устанавливается расчетным путем и характеризуется продолжительностью всего процесса, скоростью и временем подъема температуры, временем и температурой изотермической выдержки, временем и скоростью охлаждения изделия до температуры, не превышающей температуры окружающей среды более чем на 30-350С .

Следовательно, вся продолжительность ТВО определяется суммой времени подъема температуры (t1) изотермической выдержки (t2) и охлаждения (t3)

t = t1 + t2 + t3

В первый период ТВО происходит подъем температуры окружающей среды до температуры изотермической выдержки. В этот период температурное поле не изменяется во времени, но изменяется влажность материала. С конца первого периода происходит выравнивание температуры и влагосодержание по всему изделию.

Второй период характеризуется постоянством температуры окружающей среды, поверхности и центра, т.е. практически отсутствием теплообмена между средой и материалом.

Третья стадия ТВО сопровождается понижением температуры окружающей среды, поверхности и центра изделия, но температурное поле в каждой точке окружающей среды стационарно. В этот период происходит уменьшение влагосодержания материала.

Скорость подъема и понижения температуры принимае равной 200С в час, что не противоречит технологическим нормам , ∧Vt = 200C | ч .

Согласно заданию, температура изотермической выдержки равна 850С. t0ив = 850С .

Время изотермической выдержки принимаем по таблице из методических указаний в зависимости от класса бет она и толщины изделия tивr = 5 часов

Находим время первого этапа ТВО

t1 = ( tив0 - tн ) / V∧t ,

где : tн - начальная температура изделия ;

tbd0  - температура изотермической выдержки ;

V∧t - скорость подъема температуры .

Начальную температуру материала принимаем равной 250С, исходя из соображений того, что реакция взаимодействия воды с вяжущим - экзотермическая (с выделением тепла), поэтому температура отформованного сырца будет выше, чем стандартная температура в помещении цеха ( 16 - 180С ) .

t1r = ( 850C - 250C ) / 200C/ч = 3 ч

Время третьего этапа ТВО рассчитываем по формуле :

t3r = (tив0 - t k0 ) | V∧ t , ч

где : tk0 - конечная температура периода охлаждения, принимается равной 450С, что не превышает более, чем на 30-350С температуры в цехе (16-180С )

t3r = (850C - 450C ) / 200С/ч = 2 ч

В итоге : tтвоч  = t1ч + t2ч + t3ч = 3 + 5 + 2 = 10ч.

Следует отметить, в промышленности за продолжительность изотермической выдержки считают время поддержания постоянной температуры в установке, что не соответствует этому понятию для изделия. Поскольку нагрев и охлаждение изделия происходит с поверхности, то изменение температуры в центре изделия отстает от ее изменения на поверхности и достигает этой температуры лишь спустя некоторое время. Процесс выравнивания температур можно проследить расчетным путем. При расчете тепловых режимов используют графоаналитический метод, который основан на том, что число переменных, от которых зависит изменение температуры в изделии, может быть сокращено в 3 безразмерных критерия подобия :

- Био Вi = αδ / λ

- Фурье F0 = at2 / δ2

- геометрический критерий r = x / 2

где : α - коэффициент теплоотдачи

λ - теплопроводность

t2 - продолжительность температуропроводности

a - коэффициент температуропроводности

δ - толщина изделия

х - расстояние от поверхности изделия до точки, в которой определяется температура

Коэффициент “d” определяется по формуле : d = λ/сρ

где : λ - теплопроводность материала

δ - толщина изделия

i - теплоемкость

ρ - плотность материала

В критериях Вi и Fо характеристический размер изделия принимается равным половине его толщины ( δ / е ) при двухстороннем нагреве.

По заданию - односторонний нагрев, поэтому в указанном критерии подставляют толщину обрабатываемого изделия ( δ ).

Для удобства расчета составляем вспомогательную таблицу : “Результаты расчетов основных теплофизических показателей и температур поверхности и центра изделия”.

Теплопроводность материала λ есть функция от влажности и температуры, следовательно в период подъема температуры и охлаждения изменяет свое значение так как в эти периоды влажность и температура не являются константами. И так ,

λ = ƒ ( W %, t0 )

Определить теплопроводность материала при различных температурах можно определить по формуле : λt = λo ( 1 + β t0 ) ,

где β = 0,0025 град- -1 ( температурный коэффициент )

t0 - средняя температура изделия в расчетном интервале.

Зависимость теплопроводности от влажности материала выражается формулой :

λw = λ0 ( dλ / dW ) W ,

где λ0 - теплопроводность материала в сухом состоянии

λw - теплопроводность материала во влажном состоянии

W - объемная влажность материала

dλ /dW - прирост теплопроводности на 1% объемной влажности

Расчет λ сухого материала для каждого момента ТВО

λ - 0,35 ккал / м.ч.град - теплопроводность материала при нормальных условиях.

λt = λ0 ( 1 + β t0 )

λ = 0,35 (1 + 0,0025.25) = 0,371

λ30 = 0,35 ( 1 + 0,0025.30 ) = 0,376

λ40 = 0,35 ( 1 + 0,0025.40 ) = 0,385

λ50 = 0,35 ( 1 + 0,0025.50 ) = 0,393

λ60 = 0,35 ( 1 + 0,0025.60 ) = 0,402

λ70 = 0,35 ( 1 + 0,0025.70 ) = 0,411

λ80 = 0,35 ( 1 + 0,0025.80 ) = 0,42

λ85 = 0,35 ( 1 + 0,0025.85 ) = 0,424

λ75 = 0,35 ( 1 + 0,0025.75 ) = 0,415

λ65 = 0,35 ( 1 + 0,0025.65 ) = 0,406

λ55 = 0,35 ( 1 + 0,0025.55 ) = 0,398

λ45 = 0,35 ( 1 + 0,0025.45 ) = 0,389

Расчет λ влажного материала для каждого момента ТВО с учетом температуры материала : λ = ƒ ( W % ; t0 ) = λt ( dλ / dW ) . W

Изменение влажности материала с течением времени принимаем по графику на стр. 47 методических указаний.

W = 35,04% λ = 0,371 .35,04 .0,0648 = 0,842

W = 35,27% λ = 0,376. 35,27. 0,0648 = 0,859

W0,5 = 36,12% λ0,5 = 0,385. 36,12. 0,0648 = 0,901

W1 = 36,55% λ1  = 0,393. 36,55. 0,0648 = 0,931

W1,5 = 36,97% λ1,5  = 0,402. 36,97. 0,0648 = 0,963

W 2 = 37,48% λ2  = 0,411. 37,48. 0,0648 = 0,998

W 2,5 = 37,99% λ2,5  = 0,420. 37,99. 0,0648 = 1,034

.............................

W0,5  = 34,42 λ0,5 = 0,424/ 34,42/ 0,0648 = 0,945

W 1 = 33,66% λ1  = 0,415. 33,66. 0,0648 = 0,905

W 1,5 = 32,81% λ1,5  = 0,406. 32,81. 0,0648 = 0,863

W 2 = 31,87% λ 2  = 0,398. 31,87. 0,0648 = 0,822

W 2,5 = 31,19% λ 2 ,5  = 0,389. 31,19. 0,0648 = 0,786

Удельная теплоемкость материала также зависит от температуры и влажности, т.е. С = ƒ ( W %, t0 )

Зависимость теплоемкости от температуры выражается формулой :

Сt = C0 ( 1 + βc t0 )

где С0 - удельная теплоемкость материала при 200С , βс = 3. 10 -3 град -1

Зависимость теплоемкости от влажности материала описывается формулой :

Сw = ( C0 + 0,01W ) / (1 + 0,01 W )

где Сw - удельная теплоемкость влажного материала

W - весовая влажность в %

Расчет удельной теплоемкости для каждой температуры

Сt = C0 ( 1 + βc t0 ) , C0 = 0,15 ккал/кг.град , βс = 0,003

C = 0,15 ( 1 + 0,003 .25) = 0,1612

С30 = 0,15 ( 1 + 0,003. 30 ) = 0,1635

С40 = 0,15 ( 1 + 0,003. 40 ) = 0,168

С50 = 0,15 ( 1 + 0,003. 50 ) = 0,1725

С60 = 0,15 ( 1 + 0,003. 60 ) = 0,177

С70 = 0,15 ( 1 + 0,003. 70 ) = 0,1815

С80 = 0,15 ( 1 + 0,003. 80 ) = 0,1860

С85 = 0,15 ( 1 + 0,003. 85 ) = 0,1882

С75 = 0,15 ( 1 + 0,003. 75 ) = 0,1837

С65 = 0,15 ( 1 + 0,003. 65 ) = 0,1792

С55 = 0,15 ( 1 + 0,003. 55 ) = 0,1747

С45 = 0,15 ( 1 + 0,003. 45 ) = 0,1702

Расчет удельной теплоемкости влажного материала с учетом температуры :

С = ƒ ( W % , t0 ) = ( Ct + 0,01W ) / ( 1 + 0,01 W )

Значение весовой влажности для каждого момента ТВО принимаем по графику на стр.47 методических указаний.

**Основные технико-экономические показатели**

Расчет сведен к расчету количества установок, обеспечивающих заданную производительность.

1) годовой фонд рабочего времени

Фг = [ 365 - (Дв + Дп + Дк ) ] tp.kн ,

где Дв , Дп , Дк - соответственно дни выходные, праздничные и дни, предусмотренные на капитальный ремонт ( 10 - 24 дня )

Кн - коэффициент использования рабочего времени, при односменной работе - 0,93...0,95 , при двухсменной 0,90...0,92.

tp - число рабочих часов в сутки

Фг = ( 365 - 123 ) 8.0,9 = 1742,4

2) требуемая часовая производительность

Птр ч = Пгод / Фг = 25000 / 1742,4 = 14,35

3) Пч = Vбетона / tтво

tтво - полное время тепловлажностной обработки ( 12,25 )

Пч - часовая производительность установки

4) Требуемое количество установок (N ), обеспечивающих заданную производительность : N = Птр.ч / Пч

**6. Охрана труда и техника безопасности**

Заводы сборного железобетона относятся к числу предприятий, на которых санитарно-гигиенические условия труда и техники безопасности являются важнейшими критериями для повышения производительности труда, они обеспечивают сохранение здоровья каждого работающего на предприятии.

Многие цеха в результате выполнения технологических процессов создают значительное выделение пыли, конвекционного или лучистого тепла, паров и вредных газов, в формовочных цехах используются вибрационные механизмы, которые оказывают отрицательное влияние на состояние здоровья рабочего, они же являются источником шума и т.д., поэтому на предприятиях сборного желещобетона в целях обеспечения безопасных и нормальных санитарно-гигиенических условий труда необходимо строго руководствоваться правилами техники безопасности и производственной санитарии.

В этих правилах изложены требования по всему предприятию, по его отдельным цехам, технологическим переделам, транспортным средствам, вибрационному оборудованию, регламентированы нормативы по естественному и искусственному освещению, отоплению и вентиляции.

В цехах или районах, где расчетная температура воздуха ниже -200С , необходимо предусматривать воздушные завесы. В помещениях должна предусматриваться естественная и принудительная вентиляция.

В цехах, где используются вибрационные механизмы, должны быть приняты меры по устранению воздействия вибрации.

При работе вибрационных механизмов шум характеризуется уровнем звукового давления в децибелах, а вибрация - виброскоростью.

Уровень шума и вибрации на рабочих местах не должен превышать допустимые пределы, в противном случае необходимо устраивать звуковую и вибрационную изоляцию помещений, рабочих мест и машин, например установку виброплощадок на массивные фундаменты, изолированные от пола упругими прокладками, обязательное крепление форм на виброплощадках и ударных столах, укрытие виброплощадок акустическими кожухами и т.д.

На складах цемента и в бетоносмесительных цехах (где значительная концентрация пыли) для пылеосаждения используют пылеосадители типа НИИОГАЗ и матерчатые фильтры, которые обеспечивают очистку воздуха до 97-99% .

Строгое соблюдение правил техники безопасности должно соблюдаться при работе на основных технологических переделах.

В арматурном цехе при ведении сварочных работ необходимо заземлять сварочные аппараты, применять очки и щитки со светофильтрами и .т.д.

При приготовлении бетонной смеси необходимо следить за исправной работой вентиляции, герметизацией кабин пультов управления дозаторами и смесителями, системой сигнализации и автоматизации.

При натяжении арматуры гидродомкратами их необходимо ограждать сетками, а по торцам стендов и форм устанавливать щиты, на время натяжения арматуры включать сигнальную лампу ; закладные детали, сетки и каркасы укладывать при натяжении арматуры не более , чем на 50% проектной ; тяги захватов и упоров периодически испытывать нагрузкой, равной 110% усилий максимального натяжения.

Формование изделий осуществлять при включенной звуковой сигнализации, управление формовочными машинами должно быть дистанционным. При тепловой обработке изделий следует не допускать утечки пара из камер, занружать и выгружать камеры с помощью автоматических траверс.

**Список используемой литературы**

1. Еремин Н.Ф. Процессы и аппараты в технологии строительных материалов. ВШ., 1986.

2. Методические указания по выполнению курсового проекта. Составители : Еремин Н.Ф., Никольская Т.С.

3. Баженов Ю.М., Комар А.Г. Технология бетонных и железобетонных изделий. ВШ, 1986.

4. Баженов Ю.М. Технология бетона., ВШ, 1987.

5. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. М., Стройиздат, 1986.