Содержание

# Введение

1. Номенклатура выпускаемой продукции

2. Расчёт состава бетонной смеси

### 3. Сырьё и полуфабрикаты

4. Технологическая часть

4.1 Обоснование технологической схемы производства

4.2 Укладка и уплотнение бетонной смеси

4.3 Тепловая обработка изделий

4.4 Отделка панелей

4.5 Описание производственного процесса

4.6 Режим работы цеха

4.7 Производственная программа цеха

4.8 Подбор основного технологического оборудования

4.9 Расчёт щелевой камеры

4.10 Ведомость оборудования

5. Штатная ведомость цеха

6 Расчёт потребности в энергоресурсах

7. Технико-экономические показатели

8. Контроль технологического процесса

9. Охрана труда и техника безопасности

Заключение

Литература

Введение

В рамках реализации национального проекта и намечающейся зимней олимпиаде «Сочи-2014» увеличения выпуска строительных материалов актуально для Краснодарского края. Так как помимо строительства самих олимпийских объектов, активно создаются элементы инфраструктуры, которые в дальнейшем будут работать в интересах жителей края.

Бетон занимает важное место среди материалов и изделий, применяемых в капитальном строительстве. Широкое применение в строительстве получили сборные железобетонные изделия и конструкции, изготовленные на заводах и доставляемые на объекты строительства в готовом виде. За последние годы их производство увеличилось в несколько десяток раз, а использование в строительстве повысило производительность труда в 3 раза.

Для приготовления легких бетонов используют различные виды пористых заполнителей: искусственные – керамзит, аглопорит, перлит, шлаковую пемзу и др. и естественные – туф, пемзу и др. Легкие бетоны на пористых заполнителях применяют в ограждающих конструкциях и для снижения собственной массы несущих конструкций.

По структуре различают плотные или обычные легкие бетоны, в которых раствор на тяжелей или легком песке полностью заполняет межзерновые пустоты крупного заполнителя (обычно с некоторой раздвижкой его зерен).

В строительстве используют главным образом легкие бетоны с крупностью пористого заполнителя до 20-40 мм, однако применяют и мелкозернистые легкие бетоны.

Конструкции из лёгких бетонов обладают рядом существенных преимуществ перед другими строительными материалами:

* высоким качеством и долговечностью,
* не требует специального ухода во время эксплуатации,
* их применение сокращает сроки строительства,
* уменьшают его трудоемкость,
* упрощает производство работ в зимний период.

Применение лёгких бетонов на пористых заполнителях позволило значительно снизить массу конструкции, что в итоге уменьшает стоимость строительства, объём транспортных работ и трудовых затрат. Во всех областях строительства и особенно при возведении жилых зданий широко применяют лёгкие бетоны различных видов. Эти бетоны особенно эффективно использовать в сейсмических районах. Важным свойством лёгкого бетона является его теплопроводность, которая определяет толщину ограждающей конструкций. Именно низкое значение теплопроводности позволяет применить лёгкие бетоны при изготовлении наружных стен жилых зданий [3].

Цель данной курсовой работы: выполнить проект цеха для производства керамзитобетонных однослойных панелей наружных стен, отвечающих нормативным требованиям.

**1. Номенклатура выпускаемой продукции**

Наружные стеновые панели применяются как ограждающие конструкции в жилых домах, строящихся по методам крупнопанельного и объёмно-блочного домостроения.

Панели классифицируют по следующим признакам, характеризующим их типы:

1. Назначению в здании;
2. Конструктивному решению;
3. Числу основных слоев.

По назначению в здании панели подразделяют на панели для:

* надземных этажей;
* цокольного этажа или технического подполья;
* чердака.

По конструктивному решению панели подразделяют на:

* цельные;
* составные.

По числу основных слоев панели подразделяют на:

* однослойные;
* слоистые (двух- и трехслойные).

Слоистые панели могут быть сплошными (без воздушных прослоек) и с воздушными прослойками. Двух- и трехслойные панели с воздушной прослойкой, расположенной за наружным слоем, в дальнейшем именуются двух- и трехслойными панелями с экраном, также могут выпускаться сплошные и с оконным проёмом.

Панели выпускаются с оконными проёмами марки 2ПС 60.33.35-50Л.

Условные обозначения марки: первая группа содержит обозначение типа панели – 2ПС и ее номинальные габаритные размеры 5990×3275×350мм (значения которых округляют до целого числа): длину и высоту в дециметрах – 60 и 33, толщину в сантиметрах – 35. Во второй группе указывают марку бетона по прочности на сжатие и вид бетона – 50Л, т.е марка М50, легкий бетон.

Стеновые панели изготавливаются однослойными из лёгкого бетона – керамзитобетона марки М50 и классом по прочности В3,5.

Наружные стеновые панели изготавливаются в соответствии с требованиями ГОСТ 11024.

Требования к бетону и раствору для изготовления наружных стеновых панелей приведены в таблице 1.

Таблица 1

Требования к бетону и раствору

|  |  |
| --- | --- |
| **Нормируемые требования** | **Нормируемые величины** |
| Вид бетона | Керамзитобетон |
| Марка бетона по прочности на сжатие, не ниже | М50 |
| Класс бетона по прочности на сжатие, не ниже | В3,5 |
| Коэффициент вариации прочности бетона по сжатию в партии, не более: | 10% |
| Нормируемая отпускная прочность бетона и раствора от класса или марки по прочности на сжатие, не менее: | 80% |
| Марка по морозостойкости, не ниже: | F15 |
| Средняя плотность бетона от марки по средней плотности может превышать не более | 5% |
| Максимальная марка по средней плотности | Пл 900 |
| Теплопроводность (коэффициент теплопроводности) бетона в сухом (высушенном до постоянной массы) состоянии, Вт/(м·°С) | 0,27 |

Легкий бетон, материалы для его изготовления и смеси должны удовлетворять требованиям ГОСТ 25820.

Арматурная сталь должна удовлетворять требованиям ГОСТ 5781.

В однослойных наружных панелях из лёгкого бетона предусмотрен фактурный и штукатурный слои из цементно-песчаного раствора марки М100.

Требования к панели приведены в таблице 2.

Таблица 2

Требования к панели

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Вид отклонения геометрического параметра** | **Геометрический параметр и его номинальное значение** | **Предельное отклонение** |
| Отклонение от линейного размера | По длине:  По ширине и толщине:  По ширине, высоте и положению проемов: | ±5 мм;  ±5 мм;  ±5 мм |
| Отклонение от прямолинейности | На всей длине панели длиной:  2500-4000 мм  4000-8000 мм | 4 мм  6 мм |
| Отклонение фактической массы | От номинальной отпускной массы | 7% |

В бетоне и растворе панелей, поставляемых потребителю, не должно быть трещин, за исключением местных поверхностных усадочных и других технологических трещин шириной не более: 0,15 мм - на участках, где согласно проектной документации требуется контролировать ширину раскрытия трещин при испытании панелей нагружением.



Рис. 1: Схема панели 2ПС 60.33.35-50Л.

Объём бетона применяемый для изготовления панели – 5,84 м3. Расход арматурной стали на изделие – 94 кг.

**2. Расчёт состава бетонной смеси**

Исходные данные для расчёта:

Цемент марки: ПЦ400-Д20. Жесткость керамзитобетонной смеси: 5-10 с. Отношение фракций керамзитового гравия 5-10 и 10-20: 40/60%. Плотность фракции 5-10: 1,25 кг/л; 10-20: 1,19 кг/л. Мелкий заполнитель: керамзитовый песок, плотностью 0,7 кг/л.

По таблице 13.4 [3] расход цемента составляет Ц1 = 260 кг/м3, поправочные коэффициенты по таблице 13.5 [3] на цемент М500 равен 0,9 и при жёсткости 10 с – 0,9, по наибольшей крупности заполнителя 0,9.

Окончательный расход цемента:

Ц = 260 · 0,9 · 0,9 · 0,9 = 190 кг/м3 принимаем 200 кг/м3(1)

Начальный расход воды по таблице 13.6 [3] составит Во = 160 л/м3. Далее по таблице 13.7 [3] находим объёмную концентрацию керамзита: φ = 0,35. Расход керамзита определяем по формуле:

, кг/м3. (2)

где γз.к. – плотность зёрен крупного заполнителя в цементом тесте, кг/л.

, кг/л. (3)

, кг/л

, кг/м3.

Определяем расход песка по формуле:

, кг/м3. (4)

где γб – плотность бетона, кг/м3.

, кг/м3.

Общий расход воды определяем с учётом поправок на расходы крупного пористого заполнителя (керамзита) и цемента и на водопотребность песка:

, л (5)

где В1 – поправка на водопотребность плотного песка.

, л (6)

, л

В3 – поправка на объёмную концентрацию керамзита.

, л (7)

, л

, л

Итак получили следующий расход компонентов для получения керамзитобетона класса В3,5 на 1 м3 (табл. 3):

Таблица 3

Расход компонентов на 1 м3

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **№ п\п** | **Компоненты** | **Расход** |
| 1 | Портландцемент М400, кг/м3: | 200 |
| 2 | Гравий керамзитовый, кг/м3:  фракция 5-10:  фракция 10-20: | 170,8  256,2 |
| 3 | Керамзитовый песок, кг/м3: | 224,4 |
| 4 | Вода, л: | 50 (166,8) |
| **Всего** | | **920** |

Данная плотность превышает марочную Пл 900, но не превышает 5% погрешность, поэтому применяем среднюю плотность 920 кг/м3.

**3. Сырьё и полуфабрикаты**

Для изготовления керамзитобетонной смеси применяют следующие основные материалы.

* вяжущее (цемент);
* мелкий заполнитель (керамзитовый песок);
* крупный заполнитель (керамзитовый гравий);
* вода.

Требования к цементу:

К цементу, предъявляются требования в соответствии с ГОСТ 10178-85:

* массовая доля оксида магния (MgO) в клинкере не должна быть более 5%;
* содержание хлор-иона не более 0,1%;
* содержание оксида серы должно быть не менее 1,0 и не более 4,0% массы цемента;
* начало схватывания цемента должно наступать не ранее 45 минут;
* тонкость помола цемента должна быть такой, чтобы при просеивании пробы цемента сквозь сито с сеткой № 008 по ГОСТ 6613 проходило не менее 85% массы просеиваемой пробы;

Портландцемент также должен равномерно изменяться в объеме, что контролируется специальными испытаниями. Неравномерность изменения объема цемента может привести к появлению микротрещин в растворе и бетоне и понижению их прочности и долговечности.

Качественные цементы должны обладать повышенной стабильностью прочностных свойств, значения коэффициента вариации активности не должны превышать 4%.

Перевозят и хранят цемент так, чтобы он был предохранен от увлажнения, распыления и других потерь. Следует учитывать, что при хранении даже в закрытых складах активность цемента, особенно тонкомолотого, постепенно падает, так как он поглощает из воздуха влагу и углекислый газ. Как показали опыты, обычный цемент при нормальных условиях хранения через 1 мес. теряет 8 – 15 % своей активности, через 3 мес. теряет прочность до 20 %, через 6 мес. - до 30 %, через год – до 40 %. Таким образом всего через пол года хранения цементы марок от М600 до М400 превращаются в М200 и ниже.

При указании применяющегося цемента необходимо обязательно контролировать его производителя. Отечественные изготовители, как правило, гарантируют соответствие цемента требованиям стандарта в момент получения цемента, но не более чем через месяц после отгрузки. В паспорте помимо вида и марки цемента и названия завода-изготовителя указывается нормальная густота цементного теста и средняя активность цемента при пропаривании по режиму 3+6+2 ч, температуре изотермического прогрева 85±5°С и испытании через сутки с момента изготовления.

#### Таблица 4

#### Требования к цементу по ГОСТ 10178:

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование показателя** | **Норма** |
| Щелочность цементного теста не менее, % | 12 |
| Содержание щелочей (Nа2О, К20) в 1 л раствора цемента не менее , мг | 75 |
| Содержание хрома не более, % | 0,1 |
| Марка цемента | 400, 500 |
| Содержание, %  К2О  Na2O  С3S  С3А | <0,8  <0,2  50…65  5-8 |

Требование к керамзитовому песку:

К песку, предъявляются требования в соответствии с ГОСТ 9757:

Зерновой состав песка должен соответствовать указанному в таблице 5.

Таблица 5

Зерновой состав

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Размер отверстий сит, мм** | 5 | 1,25 | 0,315 | 0,16 | Менее 0,16 |
| **Полные остатки на ситах, %** | 0 | 20-60 | 45-80 | 70-90 | 10-30 |

В песке применяемого в качестве заполнителей для армированных бетонов, содержание водорастворимых сернистых и сернокислых соединений в пересчете на SO3 не должно превышать 1% по массе.

Песок, предназначенный для приготовления теплоизоляционных и конструкционно-теплоизоляционных легких бетонов, должны подвергаться периодическим испытаниям на теплопроводность.

Требования к керамзитовому гравию:

Крупный заполнитель – керамзитовый гравий, марка керамзитового гравия по насыпной плотности – 500, марка по прочности П125, плотность зёрен в цементном тесте γз.к. фракции 5-10 мм – 1,25 кг/л, фракции 10-20 мм – 1,19 кг/л.

Требования к керамзитовому гравию представлено в таблице 6:

Таблица 6

Требования к керамзитовому гравию

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование показателя | **Норма** |
| Прочность | По марке по прочности П125 |
| Насыпная плотность | По марке насыпной плотности 500 |
| Плотность зёрен | Фр. 5-10 мм – 1,25 кг/л;  Фр. 10-20 мм – 1,19 кг/л. |
| Содержание пылевидных и глинистых частиц | Не более 2% по массе |
| Содержание глин в комках – 0,5%; | Не более 0,5%; |
| Влажность | ГОСТ 8736-85 и ГОСТ 10218-85 |

Требования к воде:

Вода для приготовления бетонов должна удовлетворять требованиям ГОСТ 23732.

Для приготовления бетонной смеси используют водопроводную питьевую, а также любую воду, имеющую водородный показатель рН не менее 4 (т. е. некислую, не окрашивающую лакмусовую бумагу в красный цвет).

Требования к воде указаны в таблице 7:

Таблица 7

Требования к воде по ГОСТ 23732

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование показателя** | **Норма** |
| Содержание ПАВ не более, мг | 10 |
| Содержание сахаров и фенолов не более, мг | 10 |
| Содержание окрашивающих примесей, жиров и масел | Не допустимо |
| Показатель рН, не менее | 4 |
| Содержание сульфатов, более | 2700 мг/л |
| Содержание всех солей, более | 5000 мг/л |

цех керамзитобетон панель сырье

**4. Технологическая часть**

4.1 Обоснование технологической схемы производства

Рассмотрим две технологические линии по производству стеновых панелей: стендовую и конвейерную.

Конвейерное производство – усовершенствованный поточно-агрегатный способ формования наружных стеновых панелей. При конвейерном способе технологический процесс расчленяется на элементные процессы, которые выполняются одновременно на отдельных рабочих постах.

При конвейерном способе, формы с изделиями перемещаются от одного поста к другому специальными транспортными устройствами, каждое рабочее место обслуживается закреплённым за ним звеном. Для конвейера характерен принудительный режим работы, т.е. одновременное перемещение всех форм по замкнутому технологическому кольцу с заданной скоростью. Весь процесс изготовления стеновых панелей разделяется на технологические операции, причём одна или несколько из них выполняются на определённом посту.

Тепловые агрегаты являются частью конвейерного кольца и работают в его системе также в принудительном режиме (ритме). Это обуславливает одинаковые или кратные расстояния между технологическими постами (шаг конвейера), одинаковые габариты форм и развёрнутую длину тепловых агрегатов.

Оборудование конвейеров рассчитано на изготовление определённого вида изделий.

Конвейерный способ обеспечивает высокую степень механизации и автоматизации производства, эффективное использование производственных площадей.

К недостаткам этого способа относят сложность оборудования и трудность переналадки на выпуск изделий другого вида.

При стендовом производстве изделия формуют в стационарных формах и твердеют они на месте формования. Стендовые технологические линии целесообразно использовать для изготовления крупноразмерных, особенно предварительно-напряженных изделий, которые неэффективно изготовлять на поточно-агрегатных или конвейерных линиях.

Таблица 8

Технико-экономические показатели линий по производству стеновых панелей

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Показатель** | **Конвейерная линия** | **Стендовая линия** |
| Годовая производительность, м3  Число работающих в две смены, чел  Съём с 1 м2 площади, м3  Годовая выработка на одного рабочего, м3  Установленная мощность кВт+кВ·А | 25000-35000  33  21,2  1560  241+75 | 12000-17500  21  5,6  664  205+182 |

По технико-экономическим показателям можно сделать вывод, что производство стеновых панелей по конвейерной технологии намного эффективнее, т.к. годовая выработка на одного рабочего почти в два с половиной раза выше, а съём с 1 м2 площади почти в четыре раза выше по сравнению со стендовой технологией.

Окончательно применяем конвейерный способ производства

4.2 Укладка и уплотнение бетонной смеси

Укладка и равномерное распределение бетонной смеси внутри форм – полуавтоматическое управление. Бетоноукладчик СМЖ 166Б имеет бункера, установленные на раме, которая может двигаться продольно; бункера двигаются поперечно по порталу, имеется поворотная воронка с движением на 180°С, что позволяет распределять смесь по поверхности изделия любого очертания. Непрерывную выдачу бетонной смеси производят ленточными питателями.

Удобоукладываемость бетонной смеси для изготовления наружных стеновых панелей должна составлять 5-10 секунд. Распределение и уплотнение бетонной смеси в форме осуществляется посредством объёмного виброуплотнения. При таком уплотнении вибрационные импульсы сообщаются всей бетонной смеси формуемого изделия в объёме формы. Объёмное виброуплотнение осуществляется на виброплощадках с вертикально направленными колебаниями с частотой 50 Гц.

Виброплощадка – универсальное формовочное оборудование для формования широкой номенклатуры изделий в передвижных формах с грузоподъёмность до 20 т. Виброплощадки передвигают колебательные движения от рамы с вибровозбудителем к закреплённой на нём форм со смесью. Рамы имеют упругие опоры и устройства для крепления форм электромагнитным способом.

4.3 Тепловая обработка изделий

Эффективность применения бетона в современном строительстве в значительной мере определяется темпами производства железобетонных изделий. Решающим средством ускорения твердения бетона в условиях заводской технологии сборного железобетона является тепловая обработка.

Как известно, цикл тепловой обработки бетонных и железобетонных изделий складывается из следующих периодов:

1) подъём температуры;

2) изотермическое выдержка при наивысшей принятой температуре;

3) охлаждение изделий.

1. Период подъёма температуры.

Преждевременное повышение температуры даже в условиях, исключающих возможность испарения влаги, отрицательно отражается на конечной прочности бетона. Оптимальное время подъёма температуры перед тепловой обработкой зависит от ряда факторов и оно тем меньше, чем тоньше помол цемента, чем меньше в нем белита и чем выше температура среды, в которой выдерживается бетон перед тепловой обработкой.

Постепенный подъём температуры не только повышает прочность бетона, но и обеспечивает получение более устойчивых прочностных показателей. За счёт нагрева скорость реакции гидратации цемента резко возрастает и ускоряется структурообразование бетона.

Схватывание бетона зависит не только от состава цемента и бетона, но и от температуры окружающей среды. Чем выше В/Ц и подвижность бетонной смеси и ниже температура среды, тем продолжительней подъём температуры. В зависимости от этих факторов время подъёма температуры для бетонов на портландцементе может изменяться от 2 до 10 ч. В нашем случае подъём температуры продолжается в течении 1,5 часа до температуры 80-85°С т.к. используется предварительный разогрев керамзитобетонной смеси.

2. Период изотермической выдержки

После подъема температуры до заданного максимума следует период изотермического прогрева, когда изделие выдерживается при требуемой постоянной температуре. В этот период необратимо фиксируются все те дефекты структуры, которые приобрел бетон в период нагрева.

Однако температурное равновесие в этот период может нарушаться вследствие экзотермии цемента. В этом случае происходят отдача тепла от изделия в окружающую среду и испарение воды. Изменение влажностного состояния и температуры изделия при тепловой обработке. В течение небольшого промежутка времени вследствие экзотермического эффекта температура бетона значительно возрастает и может превысить температуру среды. При этом максимальное превышение температуры среды может достигать 6...8°С.

На данном этапе наблюдается наибольшая скорость формирования бетона. Разность температуры и влагосодержания по сечению бетона в этот период начинает уменьшаться и постепенно выравнивается, что значительно улучшается условия структурообразования, кроме того, в это время идёт дальнейшая гидратация цемента. Длительность периода определяется скоростью выравнивания температурного поля в бетоне и кинетикой химических реакций и составляет 7,5 часов.

3. Период охлаждения

При понижении температуры в тепловой установке в период охлаждения температура бетона должна снизиться до температуры окружающей среды.

В этот период бетон имеет большую температуру, и внутреннее давление паров в изделии превышает давление паров окружающей среды. За счет образовавшегося температурного градиента происходит интенсивное испарение влаги из бетона. По мере охлаждения изделия и испарения влаги с поверхности происходит миграция влаги из центральных участков изделия. Влага, удаляясь из изделия в виде пара, образует каналы, которые идут во все стороны от центральных участков изделия к периферии и соединяют между собой пустоты и поры, образовавшиеся в процессе приготовления и укладки бетона. Вследствие этого цементный камень имеет больше пор, и после тепловой обработки характеризуется направленной пористостью. Продолжительность периода охлаждения – 2 часа.

При выгрузке изделия из камеры температурный перепад между поверхностью изделий и температурой окружающей среды не должен превышать 40°С [7].

В итоге, тепловая обработка наружных стеновых панелей из керамзитобетона осуществляется насыщением пара в щелевой камере по следующему тепловому режиму:

, ч (8)

где Т1 – время периода подогрева, ч;

Т2 – время периода изотермической выдержки, ч;

Т3 – время охлаждения, ч.

, ч

Данный тепловой режим обеспечивает минимальный расход топливно-энергетических ресурсов.



Рис. 2: График тепловой обработки

**I период** – период подогрева; **II период** – период изотермической выдержки; **III период** – период охлаждения.

Тепловлажностная обработка оказывает существенное влияние на конечную прочность бетона. Следует отметить что, такие факторы как: длительность предварительной выдержки, водоцементное отношение, жесткость бетонной смеси, вид цемента должны всегда учитываться при назначении режима тепловой обработки [7].

4.4 Отделка панелей

Формование наружных стеновых панелей по конвейерной схеме осуществляется «лицом вниз». Декоративная отделка панелей производится декоративным составом на основе мраморной крошки с размером частиц, до 10 мм, а также ковровой керамикой.

Керамические плитки подбираются по рисунку, наклеивается на бумажные листы и укладываются на поддон форм-вагонеток. Облицовка крепится слоем цементно-песчаного раствора толщиной 2 см, с подвижностью не более 1-2 см.

После тепловой обработки, электромостовым краном стеновая панель устанавливается на моечную машину, где производится отчистка поверхности от бумаги с помощью горячей воды.

При декоративной отделки стеновых панелей мраморной крошкой, отдельно приготавливается фактурная бетонная смесь. После тепловой обработки стеновая панель мостовым краном устанавливается на машину для обнажения фактурного слоя, где обнажение производится при помощи абразивных дисков.

4.5 Описание производственного процесса

Для производства стеновых панелей применяется конвейерный способ производства (рис. 3).

Форма-вагонетка с изделием извлекается из щелевой камеры и устанавливается на передаточное устройство 9, при помощи которого перемещается на пост №1, где производится отчистка бортов и вкладыша от наплывов бетона, снятие вкладыша с формы и транспортировка его к месту складирования, открытие бортов с помощью механизма открывания бортов СМЖ 3002.

На посту №1 работают 2 рабочих. На посту №2 оператор проводит кантование формы с изделием. Изделия с помощью кантования СМЖ 3001Б устанавливается в вертикальном положении и стропуется. Снятое с формы изделие транспортируется на конвейер отделки и доводки стеновых панелей СМЖ-3100.

После снятия изделия с поддона, рабочий преступает к очистки формы от наплывов бетона, затем к нему подлючается оператор. Отчистка должна производиться тщательно при помощи специальных скребков. После отчистки производится смазка формы при помощи удочки-распылителя.

На посту №4 постоянно работает оператор и рабочий. Они выполняют операции укладывания в форму облицовочные коврики бумагой к поддону, разглаживают от середины к краям. Во избежание смещения полотнищ относительно друг друга они должны быть склеены внахлёст не менее 70-80 мм.

На посту №5 рабочий данного поста и рабочий поста №4 устанавливают арматурный каркас, а также фиксаторы для создания защитного слоя и предупреждения порыва ковров арматурными стержнями.

После закрепления вкладыша фиксаторами производится установка деревянных пробок и закладных деталей.

Рабочий поста №5 обслуживает также передаточное устройство №2, каждая вторая форма перемещается на вторую ветвь линии формовки.

Пост №6 обслуживает 2 формовщика. При поступлении полностью подготовленной формы на пост №6 рабочий проверяет правильность установки закладных деталей, пробок, арматурного каркаса и облицовочного коврика. По мере необходимости, устраняет дефекты. Оператор бетоноукладчика СМЖ-69А на вкладыш формы выдаёт необходимое количество цементно-песчаного раствора на фактурный слой.

Далее на посту №7 оператор бетоноукладчика СМЖ-3507 выдаёт необходимое количество разогретой керамзитобетонной смеси. Затем на посту №8 бетоноукладчиком подаётся цементно-песчаный раствор и производится уплотнение заформованных изделий и затирается затирочной машиной 1-ШБ.

После перестановки формы на пост №9 при помощи виброплощадки СМЖ-200Б производит уплотнение бетонной смеси.

Уплотнив бетонную смесь, оператор бетоноукладчика производит укладку штукатурного слоя раствора в форму и уплотняет его при помощи заглаживаемого вала бетоноукладчика, рабочий производит сбор излишков бетонной смеси в бадью, которую используют для формования следующих изделий. В это время оператор производит заполнение бункеров бетонной смесью из накопительных бункеров.

Пост №10 обслуживает один рабочий – оператор затирочной машины. При помощи этой машины производят затирку штукатурного слоя. Очищаем борта формы от излишков раствора при помощи мастерка. Затем устанавливаем форму-вагонетку на передаточное устройство №3 и перемещаем её в щелевую камеру. В щелевой камере тепловая обработка изделий производится по принятому режиму:

1,5 + 7,5 + 2 = 11 часов.

Максимальная температура изотермической выдержки бетона 80-85°С.

После тепловой обработки, изделия поступают на конвейер отделки и доводки стеновой панели. Линия представляет собой напольный цепной конвейер, оснащённый опорными тележками, винтовым натяжным устройством и приводом для обнажения фактурного слоя, а также транспортной линией, имеющей посты, на которых производится ремонт и оборудование проемов панелей наружных стен.

Из цеха панели выводятся на склад готовой продукции с помощью самоходной тележкой СМЖ-151А, а также конвейера отделки и комплектации.

4.6 Режим работы цеха

Для цеха изготовления панелей устанавливаем следующий режим работы:

* по прерывной неделе в 2 смены,
* 262 рабочих дней в году.

Количество рабочих часов в сутки при двух сменах – 16 часов, т.е. продолжительность смены – 8 часов.

Для щелевых камер устанавливаем следующий режим работы:

* по прерывной неделе в 3 смены,
* 262 рабочих дней в году

Годовой фонд рабочего времени определяем по формуле:

, ч (9)

где CP – расчетное количество рабочих суток в году;

с – продолжительность смены, ч;

п – количество смен.

, ч

Годовой фонд рабочего времени щелевых камер:

, ч

Годовой фонд времени работы основного технологического оборудования находим по формуле:

, дней (10)

где Kоб – коэффициент использования оборудования, Kоб = 0,943.

, дней.

Годовой фонд работы основного технологического оборудования определяем по формуле:

, ч (11)

, ч

Результат расчёта режима рабочего цеха сведём в таблицу 9.

Таблица 9

Режим работы цеха

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование цеха | Количество смен в сутки | Количество дней в году | Длительность рабочей смены, ч | Коэффициент использования оборудования | Годовой фонд рабочего времени, ч | Годовой фонд эксплуатационного времени, ч |
| Формовочный | 2 | 262 | 8 | 0,943 | 4192 | 3953 |

4.7 Производственная программа цеха

Исходя из принятого режима работы цеха, производим расчёт производственной программы изделий и полуфабрикатов с учётом возможного производственного брака и потерь.

Определяем суточную, сменную и часовую производительность по формуле:

- суточная производительность:

, м3. (12)

где Пгод – годовая производительность цеха, Пгод = 28 000 м3/год.

, м3.

- сменная производительность:

, м3. (13)

, м3.

- часовая производительность:

, м3. (14)

, м3.

Самый загруженный пост – пост формования, время работы которого составляет 24 минуты, т.е. заготовительное отделение будет работать 12 минут.

Находим годовую производительность данной линии:

, м3.

, м3.

Годовая производительность цеха 28 000 м3, поэтому достаточно одной линии.

Производительность с учётом потерь рассчитываются по формуле:

, м3.(15)

где q – потери на данном технологическом переделе.

По – производительность следующего технологического передела, м3.

Величина потерь брака нормируется с достаточным приближением и составляет по изделиям – 1%:

, м3;

, м3;

, м3;

, м3.

Потери бетонной смеси при формовании изделий составляет – 1%:

, м3;

, м3;

, м3;

, м3.

Производительность с учётом потерь сводим в таблицу 10:

Таблица 10

Производительность с учётом потерь

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование  технического передела | Наименование сырья | Расход, м3 | | | |
| в год | в сутки | в смену | в час |
| 1 | Производительность цеха | Готовая продукция | 28000 | 107,87 | 53,44 | 6,68 |
| 2 | Изделия, поступающие на склад | Керамзитобетонные панели | 28280 | 107,94 | 53,97 | 6,75 |
| 3 | Изделия поступающие на тепловую обработку | Керамзитобетонные панели | 28562,8 | 109,02 | 54,51 | 6,81 |

Расход материалов для получения керамзитобетона определяется по формуле:

, кг. (16)

где Пи – годовая, суточная, сменная, производительность цеха, м3.

М – расход сырьевых материалов для 1 м3 бетонной смеси, кг.

* расход цемента:

, кг;

, кг;

, кг;

, кг.

* расход керамзитового гравия:

, кг;

, кг;

, кг;

, кг.

* расход кварцевого песка:

, кг;

, кг;

, кг;

, кг

* расход воды:
* , кг;

, кг;

, кг;

, кг

Конечные результаты представляем в виде таблицы 11:

Таблица 11

Расход сырьевых материалов для приготовления керамзитобетонной смеси.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Наименование сырья | Расход сырья, кг | | | |
| в год | в сутки | в смену | в час |
| 1 | Цемент | 5426932 | 20713,8 | 10356,9 | 1293,9 |
| 2 | Керамзитовый гравий | 14761255,04 | 56341,54 | 28170,77 | 3519,41 |
| 3 | Керамзитовый песок | 6418061,16 | 24496,79 | 12248,4 | 1530,21 |
| 4 | Вода | 4798550,4 | 18315,36 | 9157,68 | 1144,08 |

4.8 Подбор основного технологического оборудования

Для укладки бетонной смеси применяем бетоноукладчик СМЖ-3507 со следующими характеристиками [8]:

Ширина колеи – 4500 мм;

Число бункеров – 1;

Вместимость бункера – 5 м3;

Производительность – 20 м3;

Скорость передвижения – 1,8-11,6 м/мин;

Мощность электродвигателя – 16,1 кВт;

Габаритные размеры:

длина – 3 360 мм;

ширина – 6 300 мм;

высота – 3 100 мм;

Масса – 10 500 кг.

Необходимое количество машин и другого оборудования определяем по формуле:

, (17)

где М – количество машин, подлежащих установке;

### Пч – требуемая часовая производительность по данному технологическому переделу;

Пп – паспортная часовая производительность выбранной машины;

Коб – коэффициент использования оборудования по времени Коб = 0,943.

,

Всего на цех применяем 2 бетоноукладчика СМЖ-3507.

Для укладки цементно-песчаного раствора применяем СМЖ-69А со следующими характеристиками:

Ширина колеи – 4 500 мм;

Число бункеров – 1;

Вместимость бункера – 5 м3;

Производительность – 15 м3;

Скорость передвижения – 12-8 м/мин;

Мощность электродвигателя – 6,3 кВт;

Габаритные размеры:

длина – 2 600 мм;

ширина – 6 300 мм;

высота – 2 900 мм;

Масса – 4 200 кг.

Всего на цех применяем 4 укладчика СМЖ-69А.

Для уплотнения бетонной смеси в цехе устанавливаются виброплощадки СМЖ-200Б, по одной на каждую ветвь линии, со следующими характеристиками:

Номинальная грузоподъёмность – 15 т;

Число виброблоков – 8;

Характеристика колебаний – вертикально-направленные;

Частота колебаний – 50 Гц;

Мощность электродвигателя – 88 кВт;

Габаритные размеры:

длина – 10 260 мм;

ширина – 2 986 мм;

высота – 689 мм;

Масса – 6 600 кг.

Всего на цех принимаем две виброплощадки СМЖ-200Б.

Для кантования изделий устанавливают кантователь СМЖ 3001Б с характеристиками:

Грузоподъёмность – 20 т;

Угол поворота платформы – 45°;

Угол поворота кантователя – 80°;

Мощность электродвигателя – 7,5 кВт;

Габаритные размеры форм:

длина – 8 000 мм;

ширина – 3 740 мм;

высота – 500 мм;

Габаритные размеры кантователя:

длина – 4 500 мм;

ширина – 4 000 мм;

высота – 3 600 мм;

Масса – 6 000 кг.

Всего на цех принимаем один кантователь.

Для заглаживания свежесформованных изделий применяем заглаживающее устройство 1-ШБ со следующими техническими характеристиками:

Вид рабочего органа – брус;

Скорость рабочего органа – 180 ходов/мин;

Мощность электродвигателя – 4,5 кВт;

Ширина бруса – 300 мм.

Всего на цех применяем два заглаживающих устройства 1-ШБ.

Для перемещения форм-вагонеток из тепловых камер на технологические посты применяется передаточное устройство, снабжённое передаточной тележкой СМЖ-444-02 с характеристиками:

Грузоподъёмность – 20 т;

Скорость передвижения толкателя – 24 м/с;

Число двойных ходов толкателя – 4%;

Мощность электродвигателя – 18 кВт;

Предельные размеры форм:

длина – 8 000 мм;

ширина (по колеи) – 3 840 мм;

Всего на цех устанавливаем 3 передаточных устройства СМЖ-444-02.

Для раздачи бетонной смеси и цементно-песчаного раствора применяем раздаточный бункер СМЖ-1Б с техническими характеристиками:

Ширина колеи – 1 720 мм;

Вместимость бункера – 5 м3;

Скорость передвижения – 40-60 м/мин;

Мощность электродвигателя – 8 кВт;

Габаритные размеры:

длина – 4 470 мм;

ширина – 1 940 мм;

высота – 1 490 мм;

Масса – 4 200 кг.

Всего на цех применяем 6 раздаточных бункера СМЖ-1Б

Для вывоза стеновых панелей на склад готовой продукции применяется самоходная тележка СМЖ 151А со следующими характеристиками:

Грузоподъёмность – 20 т;

Максимальная длина перевозных изделий – 7 000 мм;

Скорость передвижения – 40 м/с;

Мощность электродвигателя – 6,7 кВт;

Габаритные размеры форм:

длина – 7 400 мм;

ширина – 2 500 мм;

высота – 1 400 мм;

Масса – 3 000 кг.

Всего на цех принимаем одну самоходную тележку СМЖ 151А.

Для открывания бортов формы применяем устройство открывания бортов СМЖ 3002. Аналогичное устройство СМЖ 3004 устанавливаем для закрывания бортов формы с характеристикой:

Мощность электродвигателя – 5,4 кВт;

Всего на цех применяем одно устройство открывания бортов СМЖ 3002 и одно устройство закрывания бортов СМЖ 3004.

Для повышения заводской готовности наружных стен новых панелей устанавливаем конвейерную линию СМЖ-3100, предназначенную для удаления бумаги, на которой была наклеена облицовочная керамическая плитка, обнаженная фактурного слоя, а так же для ремонта и оборудования проёмов панелей.

Конвейер состоит из установки, снабжённой моечной машиной, машиной для обнажения фактурного слоя, а также из транспортной линии марки СМЖ 3101. Эта линия представляет собой напольный цепной конвейер, оснащённый опорными тележками, винтовым натяжным устройством и приводом.

Технические характеристики линии:

Шаг постов – 8,5 м;

Скорость перемещения конвейера – 0,204 м/с;

Ширина колеи – 265 мм;

Установленная мощность – 16,2 кВт;

Габаритные размеры конвейерной линии:

длина – 28 880 м;

ширина – 3 120 мм;

высота – 3 750 мм.

Масса – 20,5 т

4.9 Расчёт щелевой камеры

Для получения 70% от проектной прочности бетона за столь короткое время необходима тепловая обработка изделия. Для этого применяем установку непрерывного действия туннельного типа – щелевую камеру длинной 127,5 м.

Наружные стены камеры – железобетонные толщиной 0,4 м; потолок состоит из бетонной плиты 0,035 м, шлаковой засыпки 0,25 м и цементной стяжки 0,02 м. Пол железобетонный 0,14 м по шлаковой подготовке 0,25 м.

Расчёт камер непрерывного действия заключается в определении их геометрических размеров и количества для покрытия требуемой производительности .

Количество изделий, размещаемых в камере:

, шт; (18)

где Т – тепловой режим, ч;

ПТ – производительность данного технологического передела, шт.

ВК – годовой фонд рабочего времени щелевых камер, ч.

Производительность в штуках изделий в год находим по формуле:

, шт; (19)

где VП – объём керамзитобетона на 1 изделие, м3.

, шт;

С учётом непредвиденного брака принимаем производительность в изделиях – 4900 шт., тогда количество изделий, размещаемых в камере:

, шт;

Принимаем 9 изделий.

Рабочая длина камеры:

, м; (20)

где lф – длина формы-вагонетки, м;

пя – число ярусов, пя = 1.

м.

Количество камер находим по формуле:

, шт. (21)

где L – стандартная длина щелевой камеры с паронагревом, м;

, шт

Принимаем одну камеру.

Высота камеры:

, м; (22)

где hф – высота формы вагонетки, м;

h1 – свободный промежуток по высоте камеры между формами-вагонетками, м, h1 = 0,2м;

h2 – расстояние от пола камеры до рельсового пути до вагонетки, м, h2 = 0,2м;

h3 – расстояние от поверхности изделия до потолка камеры, м, h3 = 0,2м.

, м,

Принимаем высоту – 1 м.

Ширина камеры:

, м, (23)

где bф – ширина формы вагонетки, м;

b1 – расстояние между стенкой камеры и формой-вагонеткой, м, b1 = 0,25м.

, м,

Принимаем ширину – 4 м.

Далее определяем длину зон теплового режима щелевой камеры:

* длина зоны подогрева:

, м, (24)

где Т1 – время периода подогрева, ч;

, м,

Принимаем 38 м, кратную длине форм-вагонеток и с учётом размещения воздушных завес.

* длина зоны изотермического прогрева:

, м, (25)

где Т2 – время периода изотермической выдержки, ч;

, м,

Принимаем длину зоны изотермического прогрева – 67 м.

* длина зоны охлаждения:

, м, (26)

где Т3 – время охлаждения, ч

, м,

Принимаем длину зоны охлаждения – 22,5 м;

Производим проверку длины щелевой камеры:

, м, (27)

, м.

Расчёт длины выполнен верно.

4.10 Ведомость оборудования

В ведомости оборудования перечисляется все основное технологическое оборудования и транспортное оборудование, применяемое и подобранное в проекте.

Таблица 12

Ведомость оборудования цеха

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №  п/п | Наименование оборудования | Марка или тип оборудования | Габаритные размеры, мм | | | Мощность  Электродви-гателя, кВт | Количество, шт. |
| длина | ширина | высота |
| 1 | Бетоноукладчик | СМЖ 3507 | 3 360 | 6 300 | 3 100 | 16,1 | 2 |
| 2 | Укладчик ц/п раствора | СМЖ-69А | 2 600 | 6 300 | 2 900 | 6,3 | 4 |
| 3 | Виброплощадка | СМЖ 200Б | 10 260 | 2 986 | 689 | 88 | 2 |
| 4 | Кантователь | СМЖ 3001Б | 4 500 | 4 000 | 3 600 | 7,5 | 1 |
| 5 | Заглаживающее устройство | 1-ШБ | - | 300 | - | 4,5 | 1 |
| 6 | Передаточная тележка | СМЖ-44-02 | 8 000 | 3 840 | - | 18 | 3 |
| 7 | Раздаточный бункер | СМЖ-1Б | 4 470 | 1 940 | 1 490 | 8 | 6 |
| 8 | Самоходная тележка | СМЖ 151А | 7 400 | 2 500 | 1 400 | 6,7 | 1 |
| 9 | Устройство для открывания бортов | СМЖ 3002 | - | - | - | 5,4 | 1 |
| 10 | Устройство для закрывания бортов | СМЖ 3004 | - | - | - | 5,4 | 1 |
| 11 | Конвейер отделки и доводки стеновых панелей | СМЖ-3100 | 28 880 | 3 120 | 3 750 | 16,2 | 1 |
| 12 | Щелевая камера | 1 ярусная | 128 300 | 4 800 | 1 695 | - | 1 |
| 13 | Кран мостовой | 15Т | - | - | - | 18 | 2 |

**5. Штатная ведомость цеха**

Таблица 13

Штатная ведомость цеха

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование профессии или вида работ | Явочная численность, чел | | | | Длительность смены, ч | Количество чел·ч | |
| I смена | II смена | III смена | Всего | В сутки | В год |
| Основные производственные рабочие | | | | | | | |
| Пост №1: рабочие | 2 | 2 | - | 4 | 8 | 32 | 8384 |
| Пост №2: рабочие | 1 | 1 | - | 2 | 8 | 16 | 4192 |
| Пост №3: рабочие | 1 | 1 | - | 2 | 8 | 16 | 4192 |
| Пост №4: рабочие | 2 | 2 | - | 4 | 8 | 32 | 8384 |
| Пост №5: рабочие | 1 | 1 | - | 2 | 8 | 16 | 4192 |
| Пост №6: формовщики | 2 | 2 | - | 4 | 8 | 32 | 8384 |
| Пост №7: формовщики | 2 | 2 | - | 4 | 8 | 32 | 8384 |
| Пост №8: формовщик | 2 | 2 | - | 4 | 8 | 32 | 8384 |
| Операторы бетоноукладчиков | 2 | 2 | - | 4 | 8 | 32 | 8384 |
| Пост №9: оператор затирочной машины | 1 | 1 | - | 2 | 8 | 16 | 4192 |
| Мойщик | 1 | 1 | - | 2 | 8 | 16 | 4192 |
| Отделочник | 1 | 1 | - | 2 | 8 | 16 | 4192 |
| Плотник | 1 | 1 | - | 2 | 8 | 16 | 4192 |
| Кантовщик | 1 | 1 | - | 2 | 8 | 16 | 4192 |
| Оператор самоходной тележки | 1 | 1 | - | 2 | 8 | 16 | 4192 |
| Оператор щелевой камеры | 1 | 1 | 1 | 3 | 8 | 24 | 6288 |
| Помощник оператора щелевой камеры | 1 | 1 | 1 | 3 | 8 | 24 | 6288 |
| Всего | 23 | 23 | 2 | 48 | - | 384 | 100608 |
| Вспомогательные рабочие | | | | | | | |
| Электрик | 1 | 1 | - | 2 | 8 | 16 | 4192 |
| Слесарь | 1 | 1 | - | 2 | 8 | 16 | 4192 |
| Наладчик КИМ | 1 | 1 | - | 2 | 8 | 16 | 4192 |
| Кладовщик | 1 | - | - | 1 | 8 | 8 | 2096 |
| Всего | 4 | 3 | - | 7 | - | 56 | 14672 |
| Инженерно-технический персонал | | | | | | | |
| Мастер цеха | 1 | - | - | 1 | 8 | 8 | 2096 |
| Начальник цеха | 1 | - | - | 1 | 8 | 8 | 2096 |
| Лаборант | 1 | - | - | 1 | 8 | 8 | 2096 |
| Всего | 3 | - | - | 3 | - | 24 | 6288 |
| Итого по цеху | 30 | 26 | 2 | 58 | - | 464 | 121568 |

**6. Расчёт потребности в энергоресурсах**

Расчёт потребности в энергоресурсах осуществляют с учётом коэффициентов загруженности оборудования и использовании оборудовании.

Коэффициент загруженности оборудования по мощности отражает использование мощности двигателя, установленного при данном оборудовании, в зависимости от степени его загрузки в период работы:

**,**(28)

где Пф – фактическая производительности оборудования, т/ч;

ПТ – техническая производительность (по паспорту),т/ч ;

Кu – коэффициент, зависящий от степени использования оборудования.

Коэффициент использования оборудования по времени отражает отношение времени фактической работы оборудования в смену к продолжительности смены.

Коэффициенты использования и загруженности для оборудования принимаем следующие (табл. 14):

Таблица 14

Коэффициенты использования и загружённости

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование оборудования** | **Марка** | **Коэффициент использования** | **Коэффициент загруженности** |
| Бетоноукладчик | СМЖ 3507 | 0,55 | 0,2 |
| Укладчик ц/п раствора | СМЖ-69А | 0,55 | 0,2 |
| Виброплощадка | СМЖ 200Б | 0,55 | 0,85 |
| Кантователь | СМЖ 3001Б | 0,55 | 0,85 |
| Заглаживающее устройство | 1-ШБ | 0,55 | 0,5 |
| Передаточная тележка | СМЖ-44-02 | 0,6 | 0,85 |
| Раздаточный бункер | СМЖ-1Б | 0,6 | 0,5 |
| Самоходная тележка | СМЖ 151А | 0,4 | 0,5 |
| Устройство для открывания бортов | СМЖ 3002 | 0,55 | 0,85 |
| Устройство для закрывания бортов | СМЖ 3004 | 0,55 | 0,85 |
| Конвейер отделки и доводки стеновых панелей | СМЖ-3100 | 0,5 | 0,85 |
| Кран мостовой | 15Т | 0,6 | 0,5 |

Коэффициент загруженности бетоноукладчика по мощности:

**.**

Часовой расход электроэнергии:

, кВт (29)

где МО – общая мощность электродвигателей, кВт;

Далее расчитивается расход электроэнергии в смену, сутки, за год.

Расход электроэнергии в смену:

**,** кВт (30)

где с – продолжительность смены, ч, с = 8 ч.

Расход электроэнергии в сутки:

**,** кВт (31)

где п – количество смен, п = 2.

Расход электроэнергии в год:

**,** кВт (32)

где CP – расчетное количество рабочих суток в году, CP = 262;

Результаты расчёта потребности в энергоресурсах запишем в таблицу 15.

**7. Технико-экономические показатели**

Технико-экономические показатели характеризуют эффективность принятых в курсовом проекте решений.

Перечень рассчитываемых технико-экономических показателей включает: общее количество работающих в цеху, трудоемкость, производительность труда, выработка на одного рабочего в цеху, удельный съем готовой продукции с 1 м2 производственной площади цеха.

Удельный расход электроэнергии определяют по формуле:

, кВт/м3; (33)

где Эгод – годовой расход электроэнергии, кВт, (таблица 15);

Пгод – годовая производительность цеха, м3.

, кВт/м3;

Энерговооруженность – затраты энергии оборудования на одного работающего в смену и определяется по формуле:

, кВт·ч/чел; (34)

где Эобщ – общая установленная мощность оборудования, кВт (таблица 15);

п – число производственных рабочих, занятых в смену с максимальным количеством работающих, чел (таблица 13).

, кВт·ч/чел;

Трудоемкость – затраты труда на выработку единицы продукции, находится по формуле:

, чел·час/м3; (35)

где ТП – количества отработанных основными производственными рабочими часов в год, чел·час (таблица 13);

, чел·час/м3.

Производительность труда – выработка готовой продукции на одного основного производственного рабочего по цеху.

, м3/чел; (36)

где Q – количеству основных производственных рабочих по цеху, чел (таблица 13) .

, м3/чел;

Выработка на одного работающего – выработка готовой продукции на одного рабочего по цеху.

, м3/чел; (37)

где К – общее количество работающих в цехе, чел.

, м3/чел;

Удельный съем готовой продукции с 1 м2 производственной площади цеха находится по формуле:

, м3/м2; (38)

где S – производственная площадь цеха, м2.

 м3/м2;ЗЗ

Таблица 16

Технико-экономические показатели

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование показателей | Единицы измерения | Количество единиц измерения |
| Мощность цеха | м3 | 28000 |
| Общее количество человек работающих в цехе | чел | 58 |
| Общее количество производственных рабочих | чел | 48 |
| Трудоёмкость | чел·час/м3 | 3,59 |
| Производительность труда | м3/чел | 583,33 |
| Выработка на одного рабочего | м3/чел | 482,76 |
| Годовой расход электроэнергии | кВт | 801603,04 |
| Удельный расход электроэнергии | кВт/м3 | 28,63 |
| Энерговооружённость | кВт/чел | 16,68 |
| Площадь цеха | м2 |  |
| Съём готовой продукции | м3/м2 |  |

**8. Контроль технологического процесса**

Для получения наружных стеновых панелей высокого качества и экологичности необходимо проводить постоянный контроль за их производством и на его основе управлять технологическими процессами, внося необходимые изменения и коррективы, учитывающие колебания свойств исходных материалов и условий производства и гарантирующие получения заданных свойств бетона. Контроль производства организуется на всех стадиях производства наружных стеновых панелей и включает контроль исходных материалов, приготовления бетонной смеси и её уплотнение, твердения бетона и свойства готовой продукции.

Приведём основные положения по организации контроля качества сырья, технологических операций, готовой продукции (таблица 17).

Таблица 17

Технологический контроль производства

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Контролируемые параметры | | Допускаемые отклонения | Периодичность контроля | | Методика контроля, номер стандарта, контрольный прибор | | Место отбора пробы | Исполнитель | |
| Входной контроль | | | | | | | | | |
| Керамзитовый песок | | | | | | | | | |
| Зерновой состав | Принятый %-й остаток на сите | | | При каждой доставке на завод новой партии | Рассев на наборе сит по ГОСТ 9757 | | Пункт приема песка | Лаборант | |
| Содержание SiO3 | Не более 1% | | | При каждой доставке на завод новой партии | По паспорту | | Пункт приема песка | Лаборант | |
| Влажность | Не более 10% | | | 1 раз в смену | Высушивание до постоянной массы и взвешивание | | Пункт приема песка | Лаборант | |
| Истинная плотность | - | | | 1 раз в смену | Пикнометрический метод | | Пункт приема песка | Лаборант | |
| Насыпная плотность | - | | | 1 раз в смену | Путём взвешивания песка в мерных сосудах | | Пункт приема песка | Лаборант | |
| Пустотность | 40-45 % | | | 1 раз в смену | Расчётом, на основании истинной плотности и насыпной плотности | | Пункт приема песка | Лаборант | |
| Портландцемент | | | | | | | | | |
| Тонкость помола | | 2000 – 2500 г/см3 | Каждая партия | | Рассев на ситах по ГОСТ 310.2 | | Бункер портландцемента | Лаборант | |
| Вещественный состав | | По ГОСТ 10178 | Каждая партия | | По паспорту | | Бункер портландцемента | | Лаборант |
| Активность | | Не более 4% | 1 раз в неделю и при получении новой партии | | По паспорту | | Бункер портландцемента | | Лаборант |
| Химический состав | | По ГОСТ 10178 | Каждая партия | | По паспорту | | Бункер портландцемента | | Лаборант |
| pH-среда | | 12 | Каждая партия | | pH-метрия | | Бункер портландцемента | | Лаборант |
| Содержание щелочей (Nа2О, К20) в 1 л раствора цемента | | Не менее 75 мг | Каждая партия | | По паспорту | | Бункер портландцемента | | Лаборант |
| **Керамзитовый гравий** | | | | | | | | | |
| Прочность | | По марке по прочности П125 | 1 раз в смену | | По паспорту | Пункт приема керамзитового гравия | | | Лаборант |
| Насыпная плотность | | По марке насыпной плотности 500 | 1 раз в смену | | По паспорту | Пункт приема керамзитового гравия | | | Лаборант |
| Плотность зёрен | | Фр. 5-10 мм – 1,25 кг/л; фр. 10-20 мм – 1,19 кг/л. | 1 раз в смену | | По паспорту | Пункт приема керамзитового гравия | | | Лаборант |
| Содержание пылевидных и глинистых частиц | | Не более 2% по массе | Каждая партия | | Отмучивание | Пункт приема керамзитового гравия | | | Лаборант |
| Содержание глин в комках – 0,5%; | | Не более 0,5%; | Каждая партия | | Отмучивание | Пункт приема керамзитового гравия | | | Лаборант |
| Влажность | | ГОСТ 8736-85 и ГОСТ 10218-85 | 1 раз в смену | | Высушивание до постоянной массы и взвешивание | Пункт приема керамзитового гравия | | | Лаборант |
| Вода | | | | | | | | | |
| Содержание ПАВ | | Не более 10 мг/л | 1 раз в месяц | | Химический анализ | | Пункт приема воды | | Лаборант |
| Содержание окрашивающих примесей, жиров и масел | | Не допустимо | 1 раз в месяц | | Химический анализ | | Пункт приема воды | | Лаборант |
| Показатель рН | | Не допустимо | 1 раз в смену | | С помощью лакмусовой бумаги | | Пункт приема воды | | Лаборант |
| Содержание сульфатов | | Более 2700 мг/л | 1 раз в месяц | | Химический анализ | | Пункт приема воды | | Лаборант |
| Содержание всех солей | | Более 5000 мг/л | 1 раз в месяц | | Химический анализ | | Пункт приема воды | | Лаборант |
| Арматурная сталь | | | | | | | | | |
| Внешний вид: вид, класс, марка стали отсутствие отслаивающихся ржавчины м окали, следов масла, битума | | Не допускается | 1 раз в смену | | Визуальный осмотр | | Пункт приёма арматурных каркасов | | Лаборант |
| Комплектация элементов | | Не допускается | Каждое изделие | | Визуальный осмотр | | Пункт приёма арматурных каркасов | | Лаборант |
| Пооперационны й контроль | | | | | | | | | |
| Правильность сборки форм | | Не допускается | Для каждого изделия | | Визуальный осмотр | | В процессе работы | | Мастер цеха |
| Качество смазки | | Не допускается | Для каждого изделия | | Визуальный осмотр | | В процессе работы | | Мастер цеха |
| Качество опалубки | | Не допускается | Для каждого изделия | | Визуальный осмотр | | В процессе работы | | Мастер цеха |
| Проверка положения арматурных каркасов и закладных деталей | | Не допускается | Для каждого изделия | | Визуальный осмотр | | В процессе работы | | Мастер цеха |
| Плотность прилегания ковров к основанию форм | | Не допускается | Для каждого изделия | | Визуальный осмотр | | В процессе работы | | Мастер цеха |
| Продолжительность укладки бетонной смеси | | - | Для каждого изделия | | Визуальный осмотр | | В процессе работы | | Оператор бетоноукладчика |
| Степень уплотнения бетонной смеси | | - | Для каждого изделия | | Визуальный осмотр | | В процессе работы | | Оператор вибратора |
| Температура | | Не допускается | Постоянно | | Термометрия | | Щелевая камера | | Оператор камеры |
| Влажность | | Не допускается | Постоянно | |  | | Щелевая камера | | Оператор камеры |
| Продолжительность тепловой обработки | | Не допускается | Постоянно | | Измерение временем | | Щелевая камера | | Оператор камеры |
| Выходой контрол ь | | | | | | | | | |
| Прочность изделия | | Не допускается | 10% от партии, не не менее 3-х изделий | | Неразрушающий метод контроля | | Склад готовой продукции | | Лаборант |
| Толщина фактурного слоя | | Не допускается | 10% от партии, не не менее 3-х изделий | | Измерение линейкой | | Склад готовой продукции | | Лаборант |
| Точность размеров и показатели внешнего вида | | Не допускается | 10% от партии, не не менее 3-х изделий | | Визуальный осмотр, измерение линейкой | | Склад готовой продукции | | Лаборант |

**9. Охрана труда и техника безопасности**

Безопасность труда на производстве регламентируется соответствующими государственными стандартами, санитарными нормами, стандартами предприятия и другими нормативными документами. Для данного производства должны быть предусмотрены вес виды инструктажей персонала, меры предосторожности и действия в чрезвычайных ситуациях. Особое внимание следует уделить производственному освещению, и борьбе с производственным шумом и вибрациями. В цехе должно предусматриваться оборудование для ликвидации локальных чрезвычайных ситуаций, а также средства индивидуальной и коллективной защиты. В связи с применением электроустановок на производстве надо обеспечить электробезопасность путем заземления, зануления и использования устройств защитного отключения. В отношении конкретных специфических случаев требуется предусмотреть отдельные специальные методы их контроля.

К работе на конвейерной линии допускаются лица, прошедшие инструктаж на рабочем месте, обучение и аттестацию.

Во время работы формовщик – бетонщик обязан: убедиться в исправности технологического оборудования, чистку и смазку формовочного оборудования, производить при выключенном состоянии, смазку форм осуществлять в резиновых перчатках, не находиться под грузом, все работы выполнять в каске. При работе на высоте применять страховочный пояс. Обо всех обнаруженных неполадках, замечаниях в процессе работы докладывать мастеру, начальнику цеха.

Запрещается: разравнивать бетонную смесь лопатой во время работы виброплощадки, работать на неисправном оборудовании, ставить формы при ремонте одну на другую.

В цехе применяется предварительный разогрев бетонной смеси. Это опасная технология предусматривает тщательную проверку оборудования и соединения шлангов и паротруб между собой перед началом работы.

Заводы сборного железобетона относятся к числу предприятий, на которых санитарно-гигиенические условия труда и техника безопасности является не только важным критерием для производительности труда, они обеспечивают сохранение здоровья каждого работника.

В целях предотвращения загрязнения воздуха помещений цеха с вредными выделениями; оборудование, трубопроводы и другие источники, выделяющие теплоту должны быть теплоизолированы; щелевая камера должна иметь надёжную герметизацию, чтобы предотвратить влаговыделение; выделяющие технологические выбросы в виде пыли, паров перед выпуском в атмосферу должны быть предварительно очищены.

Так как в формовочном цехе установлены вибрационные площадки, следовательно применяются меры по устранению воздействия вибрации и снижения уровня шума.

Допустимый уровень звукового давления должен быть в пределах указанных в таблице 18.

Таблица 18

Допустимый уровень звукового давления.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Местонахождение рабочих мест** | **Уровень звукового давления (дБ) при частотах октавных полос, Гц** | | | | | |
| **125** | **250** | **500** | **1000** | **2000** | **4000** |
| В производственных помещениях и на открытых площадках | 96 | 91 | 88 | 85 | 83 | 81 |
| В помещениях пультов, кабин наблюдения и дистанционного наблюдения | 74 | 68 | 63 | 60 | 58 | 55 |

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. Рабочие должны использовать обувь на толстой подошве из губчатой резины, противошумные наушники (антифоны), рукавицы с прокладкой пенопласта.

В качестве индивидуальной защиты в помещениях с большой концентрацией пыли необходимо пользоваться респираторами Ф-45 или ПРБ-1, герметичными защитными очками и спецодеждой.

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

**Заключение**

В данном курсовом проекте разработана технологическая линия для производства наружных стеновых панелей по конвейерной технологии, в соответствии с заданной номенклатурой изделий и объёмом производства.

По данному курсовому проекту можно сделать следующие выводы:

1. Для производства наружных стеновых панелей целесообразно применять именно конвейерную технологию, так как она наиболее эффективна по ряду показателей, а именно: производительность, съём продукции с производственной площади, выработка продукции на одного рабочего.
2. Отделка панелей в процессе производства, предусмотренная в разработанной технологии, является наиболее технологичным и дешёвым видом отделки.

Также можно сделать обобщающий вывод, который заключается в том, что разработанная технологическая линия позволяет получать относительно дешёвые панели хорошего качества и высокой степени декоративности.

Литература

1. Зайцев Ю.В. Строительные конструкции заводского изготовления. Учебник для вузов по спец. «Производство строительных изделий и конструкций». – М.: Высшая школа, 1987. – 352с.: ил.
2. Байков В.Н., Сигалов Э.Е. Железобетонные конструкции: Общий курс: Учебник для вузов. – 5-е издание, переработанное и дополненное. – М.: Стройиздат, 1991. – 767 с.: ил.
3. Баженов Ю.М. Технология бетона. Учебник для вузов. – Москва: Издательство АСВ, 2003. – 500с., ил.
4. ГОСТ 11024-84. Панели стеновые наружные бетонные и железобетонные для жилых и общественных зданий.
5. Баженов Ю.М., Комар А.Г. Технология бетонных и железобетонных изделий: Учебник для вузов. – М.: Стройиздат. 1984. – 672 с. ил.
6. ГОСТ 10178-85. Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия. – Москва: Издательство стандартов, 1988. – 6с.
7. http://snip8.narod.ru/doc/22.pdf - Теплотехническое оборудование. Описание установок. 20с., ил.
8. Лямин В.М., Горбовец М.Н., Быховский И.И. Строительные машины: Справочник. Оборудование для производства строительных материалов и изделий. – 3-е изд. перераб. – М.: Машиностроение, 1991 – 496 с.
9. Кучеренко А.А. Тепловые установки заводов сборного железобетона. Проектирование и примеры расчёта. Киев: Издательское объединение «Вища школа», 1977 – 280 с.
10. ГОСТ 8736-96 (с изм. 2000) «Песок для строительных работ. Технические условия».
11. ГОСТ 23732-79 «Вода для бетонов и растворов. Технические условия».
12. Справочник по санитарно-гигиеническим условиям на промышленных предприятиях. – Москва: Издательство Медицина. 1986. – 216с.