**Введение**

**Пенобетон** - легкий ячеистый бетон, получаемый в результате твердения раствора, состоящего из цемента, песка и воды, а также пены. Эта пена обеспечивает необходимое содержание воздуха в бетоне и его равномерное распределение во всей массе в виде замкнутых ячеек. Пену получают из пеноконцентрата. Очень удобно то, что блоки можно пилить, сверлить, фрезеровать. По своим характеристикам и потребительским свойствам данный материал наиболее близок к дереву, но имеет значительно большую долговечность. Пенобетон очень технологичен при укладке. Блоки из пенобетона имеют достаточно большой размер, при небольшой массе. Например блок размером 500х300х200 весит от 18 до 28 кг в зависимости от плотности, что позволяет уменьшить трудозатраты. Бригада из 3 человек может справиться со сборкой дома из пеноблоков, площадью 120 м3, всего за 10-12 рабочих дней. Пенобетон используется в строительстве с 70-х годов более чем в 40 странах:

* для утепления крыш - плотностью до 300-400 кг/м3;
* для заполнения пустотных пространств (консервация шахт, реконструкция канализационных систем городов) - 600-1000 кг/м3;
* для изготовления строительных блоков - 700-800 кг/м3;
* заборов, балконных ограждений - 800-1000 кг/м3;
* для изготовления армированных и неармированных перегородок, стеновых панелей, перекрытий - 1200-1400 кг/м3.

То есть, данный продукт может быть использован как конструкционный, так и теплоизоляционный материал. К сожалению, у некоторых людей сохранилось предубеждение о низкой конструктивной прочности пенобетона. Во времена СССР действительно применялись устаревшие технологии, которые не позволяли выпускать пенобетон с высокими характеристиками по прочности. В настоящее время возможно использование пенобетона для строительства несущих стен в домах из нескольких этажей. Основное отличие пенобетона от других строительных материалов это высокие теплоизоляционные качества. 30 см пенобетона по теплоизоляционным качествам равны 75-90 см керамзитобетона или 150-180 см кирпича. Альтернативой использованию пенобетона может быть строительство крепости с метровыми кирпичными стенами или оплата собственными деньгами нагрева воздуха вокруг вашего дома. Если тепло не будет теряться через стены вашего дома, то даже использование электрических обогревательных систем не отразится на вашем бюджете.

1. Исходные данные для проектирования

1.1 Характеристика изделия и требования стандартов, предъявляемые к нему

Таблица 1.1.1 Техническая характеристика изделия.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование изделия | Эскиз | Размеры, мм | Марка | Объем изделия | Примечание |
| 1 | b | h | По прочности | По плотности |
|  Пенобетонные блоки  |  | 200 | 200 | 400 | М35 | D600 | 0.016 | - |

Пенобетон представляет собой ячеистый теплоизоляционный материал, получаемый путём вспенивания предварительно приготовленного шлама (теста) с помощью пенообразователей и отвердевания в различных условиях (автоклавная обработка или пропаривание).

Блоки пенобетонные - прочный, лёгкий и удобный строительный материал.

Пенобетонные блоки плотностью от 400 кг/м2 применяются как стеновой материал в малоэтажном или монолитном строительстве.

Пористость пенобетона: в процессе вспенивания пенобетон увеличивается в объеме вверх, поэтому часть пор имеет не сферическую, а вытянутую в этом направлении форму. Это влияет на прочность пенобетона, причем колебания прочности его в разных направлениях могут составлять до 20%. Пенобетон имеет закрытые и открытые, т.е сообщающиеся поры.

Размеры отдельных пор у всех ячеистых бетонов примерно одинаковы; средний размер пор составляет от 0,6 до 0,8 до 2-2,2 мм.

У теплоизоляционно-конструкционных ячеистых бетонов общая объемная пористость составляет 50до 60%.

Водопоглощение. Пористая структура у пенобетона закрытая (поры имеют почти 100% закрытость), в отличие от открытой пористой структуры газобетона и подобных материалов (легкий пенобетон способен плавать в воде несколько недель). Как следствие - пенобетон устойчив к переменному замораживанию, оттаиванию, а это придает ему также и высокую морозоустойчивость.

Энергосбережение. Неавтоклавный пенобетон, по сравнению с автоклавным пено- или газобетоном, позволяет резко снизить затраты на утепление стен и крыш домов и значительно сократить сроки строительства. Достигается это за счет экономии электроэнергии при производстве пенобетона, уменьшения числа рабочих, дешевизны составляющих пенобетона и отсутствием сложной строительной техники.

Теплоизоляция. Из-за ячеистой структуры пенобетон имеет очень низкую теплопередачу. Это означает, что в большинстве случаев использование дополнительной изоляции в полах и стенах не нужно.

Акустические свойства пенобетона такие, что звук поглощается не отражаясь, в отличие от стен из тяжелого бетона или кирпича. Особенно хорошо пенобетоном поглощаются низкие шумовые частоты. Поэтому он часто используется как звукоизолирующий слой на плитах конструкционного бетона, чтобы ограничить шумовое пропускание перекрытий в многоэтажных жилых или административных зданиях.

Долговечность. Пенобетон, в отличие от минеральной ваты и пенопластов, теряющих свои свойства, со временем только улучшает свои теплоизоляционные и прочностные показатели, что связано с его долгим внутренним созреванием.

Морозостойкость ячеистых бетонов проверена положительным опытом применения их в строительстве.

Лабораторные испытания тоже подтверждают это. Так, потеря прочности пенобетона после 25 циклов попеременного замораживания и оттаивания составляет для пенобетона марки 700-20%, а марки 1000-18%. Исследования показали, что на долю резервных пор в ячеистых бетонах приходится около 10% общего объема пор, заполненных водой, что является достаточным для расширения воды при превращении ее в лед.

Температуростойкость и огнестойкость. Температуростойкость ячеистых бетонов невысока. Предельные температуры применения изделий могут быть приняты примерно 400оС. Скорость нагревания отражается на прочность изделий: быстрый нагрев способствует появлению трещиноватости скорее, чем медленное нагревание до той же температуры.

Ячеистые бетоны относятся к несгораемым строительным материалам. Изделия из них обладают более высоким пределом огнестойкости, чем из обычных плотных бетонов, благодаря большой пористости и низкой теплопроводностью.

Таблица 1.1.2 Свойства пенобетона

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка по средней плотности | Марка по прочности при сжатии | Класс по прочности при сжатии | Марка по морозостойкости (F) | Водопог-лощение, % | Основное назначение |
| 600 | 35 | 0.75 |  | 6…9 | Тепло |

Таблица 1.1.3 Теплофизические свойства ячеистого бетона по СниП II-3-79

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Характеристики в сухом состоянии | Расчётная массовая влажность материала (при соблюдении условий эксплуатации), % | Расчётные характеристики (при соблюдении условий эксплуатации) |
| Плотность, кг/м2 | Теплопроводность, Вт/м\*°С |  | Теплопроводность, Вт/м\*°С | Паропрони-цаемость, мг/м\*час\*Па |
| 600 | 0.11 | 8..12 | 0,14..0,15 | 0,23 |

1.2 Режим работы, производственная программа

Для предприятий с автоклавной обработкой, т.е. выпускающих ячеистые бетоны автоклавного твердения, в году принимается 305 рабочих дней, формирование проводится в 2 смены. Продолжительность смены 8 часов.

При производительности 12 тыс. м3 в год изделий без брака. Брак на производстве составляет 5%.

Таблица 1.2.1 Производственная программа цеха

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование изделия | Производственная программа |
| в год | в сутки | в смену | в час |
| м3 | шт. | м3 | шт. | м3 | шт. | м3 | шт. |
| Пенобетонные блоки | 12000 | 750000 | 39,34 | 2458,75 | 19,67 | 1229,37 | 2,46 | 153,75 |

1.3 Характеристика сырьевых материалов

Основными видами сырья для изготовления автоклавных ячеистых бетонов служат песок, известь, вода и пенообразователи.

Песок используют преимущественно с содержанием 76-95% двуокиси кремния, хотя оптимально – не менее 90% SiO2,не более 5% глины и 0,5 слюды. По остальным показателям песок должен удовлетворять ГОСТ 8736-74; он должен содержать несвязанной двуокиси кремния не менее 90%, сернистых и сернокислых примесей в пересчете на SO3 – не более 2%, щелочей (в пересчете на Na2O) – не более 0,9; пылевидных, илистых и глинистых частиц размером менее 0,05 мм – не более 0,5 %; зерен размером более 5 мм – не более 5%. Средняя насыпная плотность 1500 –т 1550 кг/м3. Дисперсность песка, после сухого или мокрого помола на заводах выпускающих пенобетон средней плотностью 320 – 500 кг/м3 с пределом прочности при сжатии 1- 1,6 МПа, должна быть 2300-300 и 2200-2500 см2/г – для газобетона средней плотностью 340-500 кг/м3 с пределом прочности 0,9-1,6 МПа. Получение песка необходимого гранулометрического состава, обеспечивающего наиболее плотную укладку компонентов смеси, возможно при мокром помоле части песка и совместном сухом помоле другой части с цементом.

Более прочный пенобетон получают из чистых песков с большим содержанием двуокиси кремния, что объясняется малым содержанием или полным отсутствием в цементирующим веществе включений или новообразований, снижающих прочность бетона.

При изготовлении пенобетонных блоков в городе Томске был использован песок Кудровского месторождения с характеристиками, которые удовлетворяют требованиям ГОСТ 8736-74.

Таблица 1.3.1 Характеристика песка

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Месторождение песка | Содержание гравия, % | Частные (полные)остатки, %, на ситах, мм | Содержание пылеватых, илистых и глинистых частиц, % | Модуль крупности | Плотность, кг/м3 |
| 2,5 | 1,25 | 0,63 | 0,316 | 0,16 | насыпная | истинная |
| Кудровское | - | 0,5(0,5) | 1,0(1,5) | 4,5(6,0) | 35,0(41,0) | 53,5(94,5) | 4,0 | 1,44 | 1390 | 2600 |

# Таблица 1.3.2 Характеристика цемента

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вид цемента | Завод изготовитель | Нормальная густота цементного теста, % | Сроки схватывания, час-мин | Предел прочности, МПа | Марка цемента | Содержание минеральных добавок, % |
| начало | конец | изгиб | сжатие |
| Шлакопортландцемент | Топкинский | 26,5 | 2-55 | 4-00 | 6,25 | 40,4 | 400 | 37 |

Таблица 1.3.2 Минералогический состав цемента

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Вид цемента | Заводизготовитель | Содержание минералов, % |
| C3S | C2S | C3S | C4AF |
| Шлакопортландцемент | Топкинский | 56-60 | 14-18 | 7-9 | 11-13 |

Пенообразователи. В производстве пенобетона в качестве пенообразователя применяют техническую пену, которую получают в специальных пеновзбивателях или пеногенераторах.

1.4 Расчет потребности сырья

Таблица 1.4.1 Удельный расход компонентов сырьевой смеси на 1м3 изделий требуемого качества

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Плотность ячеистого бетона, кг/м3 | песок, кг | Вода, кг | Цемент | Техническая пена |
| 600 | 180 | 220 | 320 | 1,5 |

Расход технической пены зависит от её марки, и не превышает 2 кг. на 1 м3 пенобетона.

Таблица 1.4.2 Потребность сырья с учетом карьерной влажности и производственных потерь

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименованиематериала | Расход на расчетную единицукг/м3 | Потребность материалов, кг |
| в год | в сутки | в смену | в час |
| Вода | В сухом состоянии | 220 | 2640000 | 8655,74 | 4327,87 | 540,9 |
| С учетом потерь | 231 | 2772000 | 9088,5 | 4544,25 | 568 |
| Техническая пена | В сухом состоянии | 1,5 | 18000 | 59 | 29,5 | 3,68 |
| С учетом потерь | 1.55 | 18600 | 60,98 | 30,5 | 3,8 |
| Песок | В сухом состоянии | 180 | 2160000 | 7081,96 | 3540,98 | 442,6 |
| С учетом карьерной влажности (3%) | 189 | 2268000 | 7436,06 | 3718,03 | 464,7 |
| С учетом потерь | 189 | 2268000 | 7436,06 | 3718,03 | 464,7 |
| Цемент | Всухом состоянии | 320 | 3840000 | 12590,16 | 6295,08 | 786,8 |
| С учетом потерь | 336 | 4032000 | 13219,6 | 6609,8 | 826,2 |

2. Технологическая часть

2.1 Обоснование выбора технологической схемы

Производство пенобетонных блоков можно вести как по агрегатно-поточному, так и по конвейерному способам. Но т.к у нас однотипные изделия небольшой номенклатуры эффективен все же конвейерный способ производства. Этот способ отличается от агрегатно-поточного гораздо большей производительностью, наличием меньшего количества крановых операций, большей мощностью технологических линий, меньшей трудоемкостью и возможностью почти полной автоматизации процессов.

При этом способе операции и посты расположены вдоль движения линии конвейера с изделиями.

2.2 Описание технологической схемы

Сущность процесса пенообразования при получении пенобетона состоит во взаимодействии технической пены со средой раствора. Если схватывание раствора произойдет раньше, чем закончится пенообразование, то дальнейшее выделение пены может вызвать разрушение начинающих твердеть пористых изделий.

Основная задача при этом заключается в том, чтобы обеспечить соответствие между скоростью реакции пенобразования и скоростью нарастания вязкости вяжущего теста или раствора. Выделение пены должно заканчиваться к началу затвердения раствора, когда он теряет свою подвижность.

Пенобетон изготавливают мокрым способом. При мокром способе производства Пенобетона помол песка осуществляется в шаровой мельнице с одновременной подачей в нее воды.

Мокрый помол песка наиболее рационален и экономичен.

Тонкость помола песка зависит от количества загружаемого песка в мельницу и степени наполнения ее камер мелющими телами. Полученный песчаный шлам проходит через сито для отделения неразмытых частиц, нарушаемых структуру пенобетона.

Шлам получают в силосах, расположенных над уровнем земли, которые наполняются им при помощи пневматических установок. Из шаровой мельницы шлам поступает в мерник-дозатор. При наполнении мерника шламом впускное отверстие его автоматически закрывается, сжатый воздух под давлением 6 – 8 атмосфер входит в мерник и выталкивает шлам из мерника в силос.

Силосы опорожняются самотеком, для чего их размещают над дозаторами шлама и бетономешалками.

Шлам дозируют в открытой ванне дозатора, где его подогревают острым паром до температуры 40 – 45 оС.

Дозировку песка и цемента осуществляют весовыми дозаторами разных систем. Весьма точное должно быть при дозирование технической пены. Все компоненты пенобетонной массы смешиваются в пенобетоносмесителе, который может передвигаться при помощи мостового крана, кран балки или тельфера, а также по рельсовому пути.

Составные части пенобетонной массы загружаются в пенобетоносмеситель в следующей последовательности. Сначала заливается песчаный шлам, потом цемент. Смесь перемешивается в течении 5 мин. Затем добавляется в пенобетоносмеситель точно отмеренное количество технической пены в виде водной суспензии, продолжая перемешивания еще в течении 5 мин мешалкой, при этом вибрация и вращение лопастного вала продолжается.

Тщательное перемешивание массы имеет очень большое значение, так как при недостаточном смешивании пенобетон может иметь неодинаковую по величине и неравномерно распределенную пористость, что снижает его прочность и ухудшает теплоизоляционные свойства. Но и слишком долго перемешивать суспензию технической пены с раствором нельзя, так как пеновыделение может начаться уже в пенобетоносмесителе после заливки в формы пенобетонная масса не даст нужного вспенивания.

Полученная бетонная масса с заданными значениями пористости, достигнутыми в пенобетоносмесителях заливается в формы на полный объём, причём в дальнейшем значительного изменения пористости не происходит. Формы устанавливаются вдоль пути передвижения смесителя и после их заполнения смесью они не должны передвигаться или подвергаться сотрясениям вплоть до окончания процесса схватывания массы.

Заливаемая в формы масса должна иметь такую вязкость, чтобы до начала схватывания вяжущего вещества твердые, жидкие и пенообразные компоненты ее не разделялись и масса не расслаивалась.

Изделия выдерживаются в формах до автоклавной обработки не более 1часа в отапливаемом помещении, либо в камере микроклимата, после чего срезают горбушку и разрезают на изделия нужных размеров.

Иногда у пенобетонов горбушку не срезают, а выравнивают верхнюю поверхность специальным инструментом ещё до окончания схватывания вяжущих.

Горбушку срезают машинами типа К-386/3, в настоящее время на заводах ячеистого бетона применяют резательную технологию, обеспечивающую высокую точность размеров, прямолинейность граней и отсутствие масляных пятен на поверхности. Благодаря резательной технологии повышается степень заполнения автоклава, снижается металлоемкость производства, резко уменьшается количество ручных операций.

Затем идет тепловлажностная обработка изделий. Для запаривания изделий в автоклавах используют влажный насыщенный водяной пар, быстро конденсирующийся и создающий водную среду в порах материала. При поступлении из котельной сухого насыщенного пара его увлажняют при помощи специальных увлажнителей. Перегретый пар для автоклавной обработки не применяется. Давление пара в изотермический период запаривания обычно составляет от 9 до 13 атмосфер (175-190оС). необходимость подъема давления до 9 атмосфер объясняется тем, что интенсивность растворения SiO2 в растворе начинается при температуре 170-175 оС.

Расход пара на 1 м3 пенобетона колеблется от 225 до 300 кг.

В целях наиболее экономического использования пара автоклавы работают с перепуском пара из одного автоклава в другой: в только что загруженный изделиями автоклав сначала подают отработанный пар из другого автоклава, в котором изотермический период запаривания уже окончился, лишь после выравнивания давления в обоих автоклавах начинается выпуск в первый автоклав свежего пара из котельной. Перепуск обработанного пара из одного автоклава в другой осуществляется постепенным открыванием парового вентиля.

Процесс тепловлажностной обработки по характеру происходящих при этом физико-химических явлений может разделится на три стадии.

Первая стадия начинается с момента впуска пара в автоклав и продолжается до тех пор, пока температура обрабатываемых изделий не будет равна температуре пара. Эта стадия характеризуется преимущественно физическими явлениями. Впускаемый в автоклав пар начинается охлаждаться и конденсироваться от соприкосновения с холодными изделиями и внутренней поверхностью автоклава. Вначале конденсирующийся пар осаждается на внешних поверхностях изделий, а затем по мере повышения давления проникает в капилляры и поры изделий, конденсируясь в которых, также создает водную среду.

Вода растворяет растворимые соединения, входящие в состав изделий, и образует их растворы.

Следовательно, образование растворов в порах и капиллярах изделий будет в свою очередь способствовать конденсации водяного пара и дальнейшему увлажнению изделий. Наконец, капиллярные свойства материала являются одной из причин конденсации водяного пара в порах изделий. Таким образом, первая стадия тепловлажностной обработки в автоклавах заключается в основном в создании в порах материала и на его поверхности водной среды, необходимой для дальнейших физико-химических процессов.

Вторая стадия начинается при достижении в автоклаве 175-190оС, чему способствует давление пара приблизительно 9-13 атмосфер. К началу этого периода поры материала заполнены уже водным раствором гидроокиси кальция, который начинает взаимодействовать с кремнеземом.

Растворимость SiO2 повышает с увеличением содержания в растворе гидроксильных ионов ОН- - от диссоциации Са(ОН)2, что в свою очередь зависит от температуры: с возрастанием температуры растворимость Са(ОН)2 увеличивается. В начале взаимодействия кремнезема с цементом ионы ОН гидратируют молекулы SiO2 и образуют SiO2\* Н2О. Гидратированные молекулы SiO2 вступают в соединение с ионами Са и образуют силикаты кальция, находящиеся в коллоидальном состоянии. Первоначально эти новообразования возникают на поверхности отдельных песчинок. По мере роста коллоидных оболочек вокруг зерен кварца эти оболочки образуют сплошную массу сросшихся между собой песчинок, окаймленных гелем гидросиликата кальция.

В дальнейшем коллоидный характер гидросиликата кальция переходит в кристаллические. Мелкие кристаллы, образующиеся в различных местах коллоидной массы, представляют собой многочисленные центры кристаллизации. Под влиянием температуры и при наличии водной среды они быстро разрастаются и создают своеобразную мелкокристаллическую структуру материала.

Таким образом, во второй стадии тепловлажностной обработки в водной среде при повышенной температуре происходит образование гидростликата кальция вначале в коллоидном состоянии, которое затем постепенно переходит в кристаллическое.

Третья стадия процесса тепловлажностной обработки протекает после прекращения подачи пара в автоклав; она характеризуется постепенным снижением давления в автоклаве. В результате снижения давления воды, заполняющая поры изделий, интенсивно испаряется, раствор становится насыщенным и происходит осаждение гидросиликата кальция, увеличивающего прочность сцепления отдельных песчинок. Продолжающееся обезвоживание способствует дегидратации соединений, составляющих массу материала. Наибольшее значение имеет дегидратация геля SiO2.

Таким образом, в последней стадии запаривания к основному фактору образования прочности материала – перекристаллизация гидросиликата кальция – добавляется фактор прочности от дегидратации геля кремнезема.

3. Проектирование технологии ячеистого бетона

Характеристика свойств пенобетонных блоков: пористость, водопоглощение, теплоизоляция и долговечность. Производственная программа предприятий с автоклавной обработкой. Процесс пенообразования и выбор оборудования при получении ячеистого пенобетона.

3.1 Расчет количества оборудования

Расчет оборудования производится по формуле:



где: N - количество машин или установок, шт; П - требуемая производительность технологического передела т/ч, м3/ч, шт/ч; Пм - производительность машины или установки, т/ч, м3/ч, шт/ч; Кио - коэффициент использования оборудования.

Помол песка производится в шаровой мельнице мокрым способом. Большинство мельниц имеет три камеры, длину до 13 м, диаметр 2,2 м, частоту вращения 23 мин-1. Мощность электропривода до 600 кВт. Производительность 9-16 т/ч.

=0,5 (т/ч перемалывается песка) / 9\*0,94 ≈1 шаровая мельница.

Передвижной пенобетоносмеситель СМ-553 вместимостью 4 м3 имеет привод для передвижения со скоростью 0,64 м/с, снабжена лопастной мешалкой с частотой вращения 49,5 мин -1. высота, ширина и длина установки – соответственно 3580,2720 и 2750 мм, масса 4060 кг.

Для повышения однородности смеси в вертикальной стенке корпуса пенобетоносмесителя вмонтированы турбинки диаметром 500 мм с частотой вращения 1000 мин -1.

Исходные компоненты загружаются через люки, имеющиеся в крышке; готовую пенобетонную массу выгружают через затвор шлангового типа. Под затвором располагается лоток, предназначенный для заливки пенобетонной смеси в форму, установленную на вдоль пути передвижения смесителя. Сколько пенобетоносмесителей требуется можно высчитать исходя из того, что время одного перемешивания составляет 10мин, то есть перемешивание проходит в 6 циклов за 1 час.

Пм = 3,6\*6 = 21,6 м3/ч;

=4,7/( 21,6\*0,94) = 0,2≈1 пенобетоносмеситель.

3.2 Подбор технологического и транспортного оборудования

Для расчета требуемого количества автоклавов необходимо выбрать вначале тип автоклава, режим работы автоклава.

Таблица 3.2.1 Техническая характеристика автоклавов

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Длина автоклавов, м |
| 21 |
| Тип автоклава  | проходной |
| Внутренний диаметр, м  | 3,6 |
| Раб. давление пара, МПа  | 1,0-1,6 |
| Температура пара, °С  | 180-200,4 |
| Ширина колеи вагонетки, мм  | 750 |
| Количество загружаемых вагонеток, шт.  | 3 |
| Габариты, мм длина ширина высота  | 23200 \*2560 \*3720 |
| Масса, кг  | 32150 |

Таблица 3.2.2 Длительность цикла работы автоклава, час

|  |  |
| --- | --- |
| Операции | Вид изделий, давление пара, МПа |
| Полнотелые камни |
| р=0,8 МПа |
| Загрузка сырца | 1,0 |
| Закрывание крышек | 0,2 |
| Подъем давления пара:без перезапускас перезапуском | 1,3 |
| Выдержка при максимальном давлении | 8,0 |
| Выпуск пара: без перезапуска с перезапуском | 0,9 |
| Открывание крышек | 0,2 |
| Выгрузка | 0,25 |
| Чистка автоклава | 0,15 |
| Общая длительность:без перезапускас перезапуском | 12 |

Таблица 3.2.3Характеристика автоклавов

|  |  |
| --- | --- |
| Элементы характеристики | Показатели |
| Внутренний диаметр автоклава, мм  | 3600 |
| Тип  | Проходной |
| Рабочая длина, мм  | 21000 |
| Рабочее давление, МПа (атм)  | 1,2 (12) |
| Рабочая температура, °С  | 190,7 |
| Емкость рабочая, м3  | 235 |
| Ширина колеи вагонетки, мм  | 1524 |
| Габаритные размеры, мм:длинаширинавысота  | 2324048005500 |
| Вес, кг  | 118740 |
| Рабочий объем автоклава, м3  | 213,65 |

Таблица 3.2.4 Техническая характеристика автоклавных вагонеток

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | ТИП вагонетки |
| К - 397/3 для автоклава 3600 мм |
| Грузоподъемность, т | 50 |
| Вес | 2,078 |
| Ширина кинем мм | 1524 |
| Габаритные размеры, ммдлинаширинавысота | 312 |

Так как у нас вагонетка размерами 6800\*2000 а изделия 400\*200 то исходя из этих размеров можно высчитать количество изделий на вагонетки:

6800/400=17; 2000/200=10; 10\*17=170 штук в одном ряду. Но учитывая что изделия можно уложить по высоте в 3 ряда то количество изделий на одной вагонетки будет равно: 3\*170=510 штук.

Длина автоклава по техническим характеристикам равна 21000мм, то есть в него по длине войдет 3 вагонетки длинной 6800: 21000/6800≈3 шт.

Для расчета необходимого количества автоклавов следует знать коэффициент оборачиваемости автоклава в сутки, который определяется:



где: 24- продолжительность суток, ч;

- длительность цикла работы автоклава, ч.

Ко = 24/12 = 2

Расчет количества автоклавов проводится по формуле:



где: Пг - программа выпуска продукции в год, шт;

Врс - годовое расчетное время работы автоклава, сут.;

n- число вагонеток в автоклаве, шт;

a- количество изделий на одной вагонетке, шт;

Kо - коэффициент оборачиваемости автоклава;

Kиа- коэффициент использования автоклава,Kиа=0,8.

Na = 750000 / 220\*3\*210\*2\*0,8≈3 шт.

Можно проверить это условие из того, что мы знаем что по техническим характеристикам за 12 часов в автоклаве пропаривается 1020 штук изделий на трех вагонетках. Но на нашем заводе за 16 часов пропарится должно 2459 штуки блоков. В результате можно посчитать сколько будет пропариваться изделий за 12 часов при нашей производительности изделий: 2459/х=16/12 из этого следует что х=3278,7 штук за 12 часов, но так как в автоклав максимально загружается 1020 штук то автоклавов потребуется: 3278,7/1020=2,14=3.

# Таблица 3.2.5 Характеристика электропередаточных мостов

|  |  |
| --- | --- |
| Показатели | Электропередаточный мост |
| СМ-543 для автоклава 03600 мм |
| Грузоподъемность, т | 50,80 |
| Колея моста, мм | 6000 |
| Колея вагонеток, мм | 1524 |
| Скорость передвижения моста, м/с | 0,36 |
| Мощность электродвигателя, кВт | 18 |
| Габаритные размеры, мм:длинаширинавысота | 847050001850 |
| Вес, кг | 11580 |

4. Контроль производства и качество изделий

При производстве ячеистых бетонов и другим изделий технический контроль осуществляют на различных стадиях технологического процесса. В зависимости от этого контроль различают входной, операционный и приемочный.

Контроль производства осуществляют цеховой технический персонал, он отвечает за соблюдение технологических требований к изделиям. Отдел технического контроля предприятия контролирует качество и производит прием готовой продукции, проверяет соответствие технологии техническим условиям производства изделий.

В задачи производственного контроля входят: контроль качества поступивших на предприятие материалов и полуфабрикатов – входной контроль. При производстве газосиликатных блоков особое внимание уделяют контролю качества извести, беря различные пробы определяют активность и содержание в ней различных примесей и т.д при контроле заполнителей требуется проверить вид, наличие паспорта, физико-механические свойства, влажность; контроль выполнения технологических процессов, осуществляемый во время выполнения определенных операций в соответствии с установленными режимами, инструкциями и технологическими картами – операционный контроль, при таком контроле необходимо при тепловой обработке контролировать температуру, влажности и продолжительность процесса, а также проводится внешний осмотр блоков, проверять размеры и качество поверхности изделий; контроль качества и комплектности продукции, соответствие ее стандартам и техническим условиям – приемочный контроль.

Приемочный контроль – это контроль готовой продукции, по результатам которого принимается решение о ее пригодности к поставке потребителю. Его результаты используют для выявления недостатков технологического процесса и внесение необходимых изменений. Он устанавливает соответствие качественных показателей требованиям ГОСТа и проекта изделия. Он предусматривает испытания и измерения готовых газосиликатных изделий и обобщение входного и операционного контроля.

Контроль может быть сплошным, т.е. каждой единицы продукции, и выборочный, т.е контроль части продукции, по результатам которого оценивают всю партию.

При соответствующем качестве материалов и правильно организованного операционном контроле создаются условия выполнения технологического процесса, гарантирующее выход продукции высокого качества.

Исходные материалы, поступающие на завод, подвергаются систематическому контролю. Действенность контроля обеспечивается правильным хранением материалов по видам, маркам и партиям, паспортизацией материалов и их использованием.

Чаще всего на предприятиях тепловая обработка контролируется автоматическими устройствами.

Автоматизация контроля и регулирования производственного процесса находит применение на заводах ячеистого бетона, где уже практически решена задача создания заводов – автоматов.

5. Охрана труда

При проектировании, строительстве и эксплуатации новых и реконструкции действующих предприятий по производству ячеистых бетонов необходимо руководствоваться "Общими правилами по технике безопасности и промышленной санитарии для предприятий промышленности строительных материалов". Неблагоприятные условия труда могут быть в основном обусловлены повышенной концентрацией пыли и влаги в помещении; недостаточной тепловой изоляцией аппаратов; ненадежным ограждением вращающихся частей механизмов и т. п.

Все вращающиеся части приводов и других механизмов должны быть надежно ограждены, токоподводящие части изолированы, а металлические части механизмов заземлены на случай повреждения изоляции. Звуковая и световая сигнализация должна предупреждать о пуске любого оборудования, а также о неисправностях или аварийных ситуациях.

Агрегатами повышенной опасности являются тепловые установки. Обслуживающий персонал допускается к работе только после проверки знаний и правил их эксплуатации. Сушильные установки должны, как правило, работать под разрежением. Сушильные цехи оборудуют приточно-вытяжной вентиляцией.

Все производственные источники теплоты (корпуса агрегатов, трубопроводы и т. п.) должны быть обеспечены устройствами и приспособлениями, резко ограничивающими выделение конвекционной или лучистой теплоты в рабочем помещении. Температура нагретых поверхностей оборудования в месте нахождения обслуживающего персонала не должна превышать 45°С.

Список использованной литературы

1. Глуховский В.Д. Основы технологии отделочных, тепло- и гидроизоляционных материалов / В.Д. Глуховский, Г.Ф. Рунова. – Киев.: Вица школа, 1995. – 288 с.

2. Горяйнов К.Э., Коровникова В.В. Технология производства полимерных и теплоизоляционных изделий. Учебник для ВУЗов. М., Высш.школа, 1975. 296с.

* 1. Горяйнов К.Э. Технология теплоизоляционных материалов и изделий / К.Э. Горяйнов, С.К.Горяйнова. – М.: Стройиздат, 1982 – 376с.
	2. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий. – М.: Высш. шк., 1989. – 384 с.

5. Лекции по курсу "Технология производства изоляционных строительных материалов"

6. Кудряшев И.Т., Куприянов В.П. Ячеистые бетоны. Учебник для ВУЗов. М., Госстройиздат, 1959, 182с.