Министерство образования Российской Федерации

Кафедра химической технологии силикатных материалов

Курсовая работа

Процессы в производстве строительных материалов

Москва 2010

**Задание к курсовой работе**

Вариант <0> б: Рассчитать отделение помола цемента на цементном заводе производительностью 1,2 млн. тонн в год с выпуском портландцемента с минеральными добавками марки 500 в количестве 20% и сульфатостойкого шлакопортландцемент марки 500 в количестве 80%. Состав цементной шихты для портландцемента с минеральными добавками (цемент №6): клинкер – 81%, доменный гранулированный шлак - 14%, двуводный гипс – 5%; для сульфатостойкого шлакопортландцемента (цемент № 15): клинкер – 80%, диатомит – 15%, двуводный гипс – 5%. Влажность шлака - 21%, диатомита - 18%. Устанавливаются мельницы размером 5,2 × 16,5 м, работающие в закрытом цикле. Коэффициент заполнения мельниц – φ = 0,26. тонкость помола по остатку на сите с сеткой 008 для цемента №6 – 6%, для цемента №15 – 3%.

**Введение**

Цемент – важнейший строительный материал. В строительной практике он применяется уже более 150 лет. Крупные научные открытия, послужившие основой создания новых видов цемента и улучшения качества существующих, относятся к последним пяти десятилетиям, причем большинство из них принадлежит советским учёным.

Главные виды цемента, выпускающиеся в настоящее время – это портландцемент, шлакопортландцемент, пуццолановый цемент. Основой всех этих видов цемента является клинкер, получаемый путём обжига в печах сырьевой массы. Обжиг может производится в печах вращающегося или шахтного типа. Из-за малой производительности печей шахтного типа, обжиг в них применяют крайне редко.

При обжиге во вращающихся печах, клинкер получают двумя способами: сухим и мокрым. При мокром способе сырьё поступает в печь в виде полужидкой массы – шлама, с содержанием воды около 40% от общей массы. При сухом способе, сырьевые материалы, обычно предварительно подсушенные, измельчаются и подаются на обжиг в виде порошкообразной массы.

На отечественных заводах наибольшее распространение получил мокрый способ производства цемента. Общая технологическая схема этого способа выглядит следующим образом: 1) добыча сырья и доставка его на сырьевой склад завода; 2) дробление и мокрый помол сырья; 3) корректирование сырьевой массы – доведение её до нужного химического состава; 4) подготовку топлива для обжига шлама; 5) обжиг шлама и получение полупродукта – клинкера; 6) помол клинкера и получение цемента.

Основными видами сырья для производства цемента являются глина и известняк. Доставка сырья в сырьевой цех осуществляется различными транспортирующими установками (ленточные транспортёры, железнодорожный и автомобильный транспорт, воздушноканатные дороги т.п). Известняк, поступивший в сырьевой цех, измельчается в дробилках. Тип дробилки и её производительность определяется производительностью завода и физическими свойствами сырья.

Для измельчения глины и перемешивания её с водой применяют валковые дробилки и глиноболтушки. Дробление известняка на современных заводах осуществляется в две стадии. В дробилках первичного, крупного дробления известняк измельчается до размеров 200 – 300 мм, а затем в дробилках мелкого, вторичного дробления, на куски размером 25 – 30 мм.

Мелкодроблёный известняк и глина с водой направляются в шаровую мельницу для дальнейшего тонкого измельчения. В эту мельницу вода подаётся из расчёта, чтобы готовая сырьевая масса имела влажность 36 – 40%. Готовый шлам центробежными насосами транспортируется для хранения в цилиндрические бассейны. Если шлам нужно корректировать по химическому составу, его перекачивают из одного бассейна в другой.

Для хранения готового, откорректированного шлама используют горизонтальные прямоугольные или цилиндрические бассейны. В этих бассейнах шлам перемешивается с помощью пневмомеханических мешалок. Из горизонтальных бассейнов шлам перекачивается в питательные устройства печи. Питатели обеспечивают равномерную, в определённых количествах, подачу шлама на обжиг в печь.

При вращении печи. Шлам под действием силы тяжести перемещается к разгрузочному концу. Навстречу ему движется поток горячих газов. После целого ряда физических и химических превращений шлам перемещается в зону спекания. Здесь при температуре 1450 - 1550◦ происходит спекание шлама: из простой смеси глины и известняка он превращается в новый продукт – цементный клинкер.

Достигнув разгрузочного конца печи, клинкер попадает в холодильник. Охлажденный клинкер транспортирующими устройствами подается на клинкерный склад. На этом же складе хранятся добавки (трепел, шлак, гипс и т.п.). Используя те или иные добавки, можно получить различные виды цемента. Для получения готового цемента клинкер вместе с добавками подают в мельницы тонкого помола. Загрузка бункеров мельниц осуществляется грейферными кранами.

Для помола клинкера применяются трубные мельницы диаметром до 3,2 м. и длиной до 15 м. Во время работы внутреннюю полость цементной мельницы необходимо вентилировать, чтобы удалять водные пары и снижать температуру выходящего цемента. Пылевоздушная смесь из мельницы поступает в фильтр, в котором улавливается и осаждается тонкая цементная пыль, вынесенная воздушным потоком при движении через внутреннюю полость мельницы.

Готовый цемент обычно с помощью пневматических транспортирующих устройств из мельницы подается для хранения в железобетонные емкости, именуемые силосами. Из силосов цемент поступает в упаковочные отделения, где специальные машины упаковывают его в специальные мешки, или же специальными пневматическими устройствами подается непосредственно в железнодорожные вагоны.

Кроме основного технологического оборудования, применяемого в производстве цемента, цементные заводы снабжаются различными вспомогательными установками и транспортирующими устройствами. На каждом заводе имеется насосные станции, подающие воду для производственных и бытовых нужд, и компрессорные станции для получения сжатого воздуха и подачи его в производственные цехи.

**Ассортимент выпускаемой продукции**

Рассматриваемый цех выпускает цемент двух видов: портландцемент с минеральными добавками марки 500, и сульфатостойкий шлакопортландцемент марки 500.

Портландцементом называют вяжущее вещество, получаемое путём тонкого измельчения клинкера с гипсом и добавками и образующее при затворении с водой удобнообрабатываемое тесто, способное твердеть в воде или воздухе.

Химико-минералогический состав портландцементного клинкера характеризуется следующими показателями:

* Коэффициента насыщения кремнезёма известью – КН, представляющего собой отношение количества окиси кальция в клинкере, фактически связанного с кремнекислотой, к её количеству, теоретически необходимому для полного связывания кремнекислоты до трёхкальциевого силиката. Величина КН находится в пределах 0,85 – 0,95.
* Силикатным кремнезёмным модулем, представляющего собой отношение процентного содержания в клинкере кремнекислоты к сумме процентного содержания окислов алюминия и железа. Величина СМ находится в пределах 1,7 – 3,5.
* Глинозёмным модулем, представляющим отношение процентного содержания в клинкере окиси алюминия к процентному содержанию окиси железа. Величина ГМ для обычных портландцементов находится в пределах 1 -2,5.

Основные свойства портландцемента. Портландцемент представляет собой тонкий порошок серо – зелёного цвета. Его удельный вес 3,25. Объёмный вес в рыхлом состоянии γ – 1220 кг/м3, в уплотнённом состоянии путём вибрации γуп – 1780 кг/м3, угол естественного откоса φ = 41 - 42◦. Отличительной особенностью портландцемента является быстрое нарастание прочности, полная воздухостойкость, водостойкость в пресной воде, достаточная морозостойкость в растворах и бетонах.

Объёмные деформации. Наличие в составе затвердевшего цементного камня значительных масс гидросиликатных гелей обуславливает в зависимости от условий твердения возникновение деформаций усадки или набухания, величина которых в некоторой степени связана с минералогическим составом цемента.

Тепловыделение. В процессе твердения портландцемент выделяет тепло. Экзотермия цемента в большей степени зависит от его минералогического состава. Тепловыделение цемента зависит также от тонкости помола, количества воды затворения и температуры окружающей среды, т.е. от ряда условий характеризующих кинетику его гидратации. Поэтому расчётным путём невозможно точно установить величину тепловыделения данного цемента, даже если известен его минералогический состав.

Водопроницаемость бетонов и растворов на портландцементе в значительной степени зависит от состава последних и водоцементного отношения, в плотных бетонах она характеризуется маркой В 8 – 10.

Морозостойкость и коррозиеустойчивость портландцемента в основном зависят плотности бетона или раствора и минералогического состава цемента. Наименее морозостойки и коррозиеустойчивы цементы, имеющие в своём составе повешенные количества алюминатов кальция и трёхкальциевого силиката. Морозостойкость и коррозиеустойчивость бетона уменьшается с увеличением его пористости и повышением тонкости помола цемента.

Морозостойкость растворов и бетонов, приготовленных на цементах с добавками, как правило, ниже, чем у бетонов и растворов приготовленных без добавок. Поверхностно – активные и воздухововлекающие добавки увеличивают морозостойкость бетонов и растворов.

Сцепление со стальной арматурой бетона на портландцементе через 28 суток твердения составляет R сц = 50 кг/см2, отношение Rсц/R28= 0,14.

Портландцемент марки 500 применяется:

* Для изготовления сборных железобетонных конструкций
* Для гидротехнических сооружений ( при службе в пресной воде ), для наружных частей монолитного бетона массивных сооружений, для производства плит оболочек, находящегося в зонах переменного уровня воды
* Для аэродромного строительства
* При производстве бетонных работ с быстрой распалубкой и для зимних бетонных работ по способу ' термоса ' и с применением дополнительного подогрева (пропаривание, электроподогрев )
* Для производства асбестоцементных изделий
* Для дорожного строительства.

Не допускается применение портландцемента в подводных частях гидросооружений, подвергающихся воздействию морской или минерализованной воды без специальных мер защиты. Для этих сооружений следует применять различные специализированные портландцементы – сульфатостойкий, пуццолановый сульфатостойкий, пуццолановый для пресной воды, шлакопортландцемент.

Сульфатостойкий портландцемент отличается более высокой стойкостью в сульфатных водах.

Причиной разрушения отвердевшего цемента в воде, содержащей растворённые сульфаты, является взаимодействие сернокислого кальция с трёхкальциевым алюминатом клинкера. Образующийся при этом гидросульфоалюминат кальция, называющийся из-за своего разрушающего действия « цементной бациллой “, значительно увеличивается в объёме по сравнению с исходным трёхкальциевым алюминатом. Это вызывает появление в цементном камне растягивающих напряжений и последующее разрушение.

Получают этот цемент путём совместного помола цементного клинкера, гипса, и добавок. Химический и минералогический состав клинкера, используемого при производстве сульфатостойкого портландцемента, должен удовлетворять следующим требованиям:

Расчётное содержание трёхкальциевого силиката не более 50 %;

Расчётное содержание трехкальциевого алюмината не более 5 %;

Величина глинозёмного модуля не менее 0,7.

Расчётное содержание в клинкере суммы С3А + С4АF недолжно превышать 22 %.

Необходимость получения клинкера нормированного химико-минералогического состава предопределяет требования к сырью.

Весьма целесообразно использовать трепел либо диатомит или опоку в составе глинистого компонента.

В сульфатостойкий портландцемент не вводят активных минеральных добавок, и лишь при благоприятных условиях его службы в отдельных случаях (по соглашению между поставщиком и потребителем) допускается введение при помоле небольшого количества таких добавок. Последние должны отвечать ГОСТ 6269 – 54 на активные минеральные добавки к вяжущим веществам или в случае применения в качестве добавки гранулированных доменных шлаков – требованиям ГОСТ 3476 – 60 на шлаки доменные гранулированные для производства цементов. Сопротивляемость сульфатостойких портландцементов действию сульфатной агрессии повышается при введении в его состав поверхностно – активной добавки. Поэтому согласно ГОСТ 970 – 61 допускается введение в его состав сульфитно-спиртовой барды либо мылонафта.

По прочностным показателям этот цемент подразделяют на три марки: 400, 500, 600.

В связи с умеренным содержанием в клинкере трёхкальциевого силиката и малым содержанием трёхкальциевого алюмината сульфатостойкий портландцемент отличается от обычного портландцемента пониженным тепловыделением.

Присущие сульфатостойкому портландцементу свойства обуславливают и возможности его практического использования.

Наиболее целесообразно применять этот цемент для бетонных и железобетонных конструкций, в том числе и предварительно напряжённых, гидротехнических сооружений, подвергающихся сульфатной агрессии на переменном уровне горизонта воды, а также для изготовления свай, сооружения опор мостов, молов, предназначенных для службы в минерализованных водах.

Допускается применение сульфатостойкого портландцемента для подводных частей морских и океанских сооружений, однако для этих целей более экономичным является использование сульфатостойкого пуццоланового портландцемента. Поскольку в сульфатостойком портландцементе активные тепловыделяющие минералы (С3S и С3А ) содержатся в малом количестве, его в отдельных частях можно применять вместо портландцемента с умеренной экзотермией в наружных зонах массивных гидротехнических сооружений.

**Теоретические основы измельчения материала в шаровых мельницах**

Помол клинкера – завершающая стадия производства портландцемента.

Клинкер является только полуфабрикатом. Для того чтобы получить из него портландцемент, клинкер следует измельчить с добавкой гипса, а также с гидравлической добавкой, применяемой в большинстве случаев.

Одно из важнейших требований к портландцементу – это определённая степень измельчения – тонкость помола. От него зависит прочность цемента, и скорость его твердения.

Измельчают клинкер в трубных мельницах. При этом применяют как открытый цикл помола « на проход “, так и замкнутый, с промежуточной сепарацией измельченного продукта.

Отличительной особенностью измельчения клинкера по сравнению с измельчением сырьевых материалов при сухом способе производства портландцемента является более высокая твёрдость клинкера. Кроме того, для получения портландцемента размалываемые зёрна должны иметь заданный гранулометрический состав. Последними исследованиями установлено, что цемент, содержащий в определённом сочетании мелкие и относительно крупные зёрна, обладает наиболее высокими физико-химическими характеристиками.

Тонкость помола цемента, характеризуемая остатком на сите N 008 (размер ячейки в свету 0,08 мм), составляет 8 – 12 % для большинства отечественных цементов (согласно стандарту этот остаток не должен превышать 15 %); удельная поверхность такого цемента составляет примерно2500 – 3000 см²/ г. Расход электроэнергии на получение одного килограмма при измельчении клинкера с коэффициентом размолоспособности 1,0 составляет соответственно 32 – 36 кВт. Ч. С повышением тонкости помола затрата электроэнергии возрастает в значительно большей степени, чем степень измельчения. Так, увеличение тонкости помола на 1 % (уменьшение остатка на сите) повышает расход электроэнергии на 4 -6 % и соответственно снижает производительность мельницы.

Применение замкнутого цикла помола существенно повышает производительность мельницы, на 10 – 20 % и более. Причина заключается в систематическом отделении от общей массы, размалываемого в мельнице материала мельчайших зёрен, которые налипают на мелющие тела и снижают размалывающую способность последних.

Для сепарации цемента применяют в основном центробежные сепараторы. Трубная мельница работает в замкнутом цикле с двумя сепараторами. Производительность зависит от тонкости помола, выделяемого при сепарации цемента. Так увеличение удельной поверхности с 2500 см \ г до 3500 см\г уменьшают производительность сепаратора в 1,5 раза, а до 5000 см\ г – в 2 раза.

При замкнутой схеме помола получают цемент более устойчивого качества и более высоких физико-механических свойств, как в отношении марочной прочности, так и в отношении скорости твердения в начальный период. Повышение физик – механических свойств цемента при замкнутом способе помола обуславливается однородным зерновым составом и уменьшением среднего размера цементного зерна. Из сепаратора выходит цемент постоянного зернового состава и с заданной удельной поверхностью, что достигается регулировкой работы сепаратора.

Обогащение цемента мельчайшей фракцией, задерживаемой в фильтрах для очистки аспирационного воздуха мельницы, также позволяет получать быстротвердеющий цемент. Этот способ помола применяют при производстве цемента открытым способом помола, добавляя к части цемента пыль из фильтров.

Чтобы на мелющие тела и футеровку не налипала пыль, применяют интенсификаторы помола: уголь, сажу. Сейчас для этой цели стали впрыскивать распыленную воду в последнюю камеру мельницы в количестве 0,5 – 1,0 % от веса цемента. Это позволяет значительно снизить температуру цемента до 70 – 80 вместо 100 – 150 градусов. Воду подают автоматически, при достижении температуры цемента на выходе из мельницы до 100 – 110 гр.

Снижение температуры достигается также охлаждением корпуса мельницы и интенсивной аспирацией. При аспирации из мельницы удаляют наиболее тонкие фракции цемента, снижающие, как отмечалось, размалывающую энергию мелющих тел. Большие объёмы холодного воздуха (до 300 м³ на 1 тонну цемента) просасываемого через мельницу и охлаждающего футеровку корпуса, мелющие тела и цемент.

Охлаждение цемента необходимо, во – первых, для того чтобы сократить сроки его выдерживания на складе. Отпускать горячий цемент запрещено, так как он очень быстро схватывается и его невозможно применять в бетоне до полного охлаждения. Установлено также, что с увеличением температуры цемента в мельнице падает её производительность. Поэтому охлаждение мельницы положительно сказывается на её производительности. По этим причинам запрещено подавать в мельницы клинкер с температурой более 80 градусов.

Для охлаждения цемента применяют специальные холодильники, представляющие собой вертикальные или горизонтальные шнеки с герметичным корпусом, орошаемые водой. При перемещении цемента в шнеке он интенсивно перемешивается лопастями и охлаждается, соприкасаясь с холодным корпусом шнека. Особое влияние на качество помола и производительность цементной мельницы оказывает выбор ассортимента мелющих тел.

**Технологическая схема проектируемого цеха**

Технологическая схема цеха помола клинкера включает в себя следующие этапы: хранение исходных компонентов в силосах (клинкера, добавок, гипса), сушку влажных добавок для обеспечения требуемой влажности продуктов, дозирование компонентов, осуществляемое на питателях и дозаторах, для удовлетворения требуемого состава цемента, помол до требуемого гранулометрического состава, охлаждения цемента до 60 – 70º С, для исключения распада гипса, хранение цемента и отгрузка его в автомобильные или железнодорожные цистерны.

В цехе установлено 40 железобетонных силосов для хранения клинкера, добавок, гипса, цемента. Перемещение клинкера, добавок, гипса, цемента между силосами и сушильной камерой и мельницами осуществляется с помощью пневмокамерных насосов и конвейера ленточного типа. Отгрузка цемента в транспорт осуществляется пневматическим способом.

**Расчёт материального баланса производства**

Годовая производительность завода:

ПЦ 500: 1200000 × 0,2 = 240000 тонн в год;

СПЦ 500: 1200000 × 0,8 = 960000 тонн в год;

Клинкер для ПЦ 500: 240000 × 0,81 = 194400 тонн в год;

для СПЦ 500: 960000 ×0,80 = 768000 тонн в год;

всего клинкера 194400 + 768000 = 962400 тонн в год;

шлак (сухой) для ПЦ 500 240000 × 0,14 = 33600 т.г.

шлак (влажный) для ПЦ 500 33600 × 1,21 = 40656 т.г.

диатомит (сухой) для СПЦ 500 960000 × 0,15 = 144000 т.г.

диатомит (влажный) для СПЦ 500 144000 × 1,18 = 169920 т.г.

гипсовый камень для ПЦ 500 240000 × 0,05 = 12000 т.г.

для СПЦ 500 960000 × 0,05 = 48000 т.г.

всего гипсового камня 12000 + 48000 = 60000 т.г.

проверка 962400 + 33600 + 144400 + 60000 = 1200000 (правильно)

Суточная производительность цемента:

ПЦ 500 240000 / 365 =657,354 т. сутки

СПЦ 500 960000 / 365 = 2630,137 т. сутки

Клинкер 962400 / 365 = 2636, 712 т. сутки

Шлак сухой 33600 / 365 = 92,054 т. сутки

Шлак влажный 40656 / 365 = 111, 386 т. сутки

Диатомит сухой 144000 / 365 = 394,520 т. сутки

Диатомит влажный 169920 / 365 = 465,534 т. сутки

Гипс 60000 / 365 = 164,383 т. сутки

Расход материала в час

ПЦ 500 657,354 / 24 = 27,390 т. час

СПЦ 500 2630,137 / 24 = 109,589 т. час

Клинкер 2636,712 / 24 = 109,589 т. час

Шлак сухой 92,054 / 24 = 3,835 т. час

Шлак влажный 111,386 / 24 = 4,641 т. час

Диатомит сухой 394,520 / 24 = 16,438 т. час

Диатомит влажный 465,534 / 24 = 19,397 т. час

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| производительность | Тонн в год | Тонн в сутки | Тонн в час |
| ПЦ 500 | 240000 | 657,354 | 27,390 |
| СПЦ 500 | 960000 | 2630,137 | 109,589 |
| клинкер | 962400 | 2636,712 | 109,863 |
| Шлак сухой | 33600 | 92,054 | 3,835 |
| Шлак влажный | 40656 | 111,386 | 4,641 |
| Диатомит сухой | 144000 | 394,520 | 16,438 |
| Диатомит влажный | 169920 | 465,534 | 19,397 |
| Гипсовый камень | 60000 | 164,383 | 6,849 |

**Расчёт объёма гипсового склада**

Геометрический объём Vc м. куб силосного склада для каждого компонента

ПЦ 500 Vпц =( АСн ) / ( 365 × Ρн ×Кз ) = ( 240000 × 10 ) / ( 365 ×1,45 × 0,9 ) = 5039 м³.

где ρн - средняя насыпная масса материала, т/м³

А – производительность завода по данному цементу, либо расход клинкера, гипса, добавки, т/год

Кз – коэффициент заполнения силоса, обычно принимается 0,9.

СПЦ 500 Vспц =(АСн)/(365 × ρн × Кз) = (960000×10) / (365×1,45×0,9) = 20154 = м³

Клинкера Vкл = ( 962400×4 ) / ( 365×1,5×0,9 ) = 7812 м³

Шлака Vш = ( 40656×15 ) / ( 365×0,5×0,9) = 3713 м³

Диатомита Vд = ( 169920×15 ) / ( 365×0,9×0,9 ) = 8621 м³

Гипса Vг = ( 60000×15 ) / ( 365×1,35×0,9 ) = 2029 м³

Из утверждённых ГОСТом РФ размеров силосов, выбираем для хранения цемента силосы:

Для ПЦ 500 12×19,8 м V = 1700 м³

4 шт. VΣ = 5100 м³

Для СПЦ 500 12×19,8 V = 1700 м³

12 шт. VΣ = 22100 м³

Общее количество 16 силосов.

Такое количество выбрано из соображения более быстрой погрузки железнодорожных составов.

Силосы для клинкера:

Vк = ( 962400×4 ) / ( 365×1,6×0,9 ) = 7324 м³

Выберем размер силоса 12×19,8 V = 1700 м³

Количество силосов для клинкера n = ( 7324 ) / ( 1700 ) = 4,3

Примем количество силосов для клинкера 5шт.

Силосы для гипса:

Vг = ( 60000×15 ) / ( 365×1,35×0,9 ) = 2029 м³

n = ( 2029 ) / ( 1700 ) = 1,19

примем количество силосов для гипса 2 шт.

Силосы для диатомита:

Vд сух = ( 144000×15 ) / ( 365×1,1×0,9 ) = 7300 м³

n = ( 7300 ) / ( 1700 ) = 5 шт.

Силосы для шлака:

Vш сух = (33600×15 ) / ( 365×0,5×0,9 ) = 3068 м³

n = ( 3068 ) / ( 1700 ) = 1,8. примем количество силосов 2 шт.

Итого количество силосов:

Для цемента N6 4 шт.

N 15 12 шт.

Размером 12×19,8 м общим количеством 16 штук.

Для клинкера 12×19,8 м 5 штук

Для гипса 12×19,8 м 2 штуки

Для диатомита 12×19,8 м 5 штук

Для шлака 12×19,8 м 2 штуки

Общее количество силосов 30 штук.

**Расчёт сушильного отделения**

Необходимость сушки активных минеральных добавок, измельчаемых совместно с клинкером, определяется высокой влажностью добавок. Доменные гранулированные шлаки также имеют высокую влажность, так как их получают грануляцией огнненожидкого шлама в специальных водных бассейнах. Содержащаяся в добавках влага начнёт реагировать с клинкерной частью цемента и качество его в результате преждевременной гидратации резко ухудшится. Кроме того тонко измельчённый материал налипает на мелющие тела, броневые плиты, замазывает междукамерные и разгрузочные перегородки мельницы, затрудняя или полностью прекращая в ней измельчение.

Так как в цементах 6 и 15 разные добавки, то расчёт сушильного отделения будем производить отдельно для доменного шлака, имеющего влажность 21 %, и отдельно для диатомита влажностью 18 %.

Производительность сушильного барабана для шлака

Выход высушенного шлака

Qбш = (1000×Q)/3600 = (1000×3,835)/3600 = 1,065 кг/сек.

где Q – количество материала, нуждающегося в сушке ( по высушенной массе ), т/час;

Выход влаги Qwш

Qwш = Qобщ (Wн/(100 – Wн)-Wk/(100 – Wk)) = 1,065×

×(21/(100 – 21) – 1/(100 – 1)) = 0,272 кг/сек.

где Wн – начальная влажность материала,%

Wк – конечная влажность материала, % (0,5 – 1,0 %).

Производительность сушильного барабана для диатомита.

Выход высушенного диатомита:

Qбд = 1000×Q / 3600 = 1000×16,438 / 3600 = 4,566 кг / сек.

Выход влаги Qwд = Qбд×(Wн/(100 – Wн) – Wk/(100 – Wk)) = 4,566×(18/(100–18) – 1/(100 – 1)) = 0,956 кг/сек.

Определение рабочего объёма сушильного барабана для шлака и выбор его по таблицам.

V = 3600×Qwш/А = 3600×0,272/55 = 17, 8 м³

Где А – удельный паросъём, кг/(м³ч), для шлака 55 – 60 кг/(м³ч), для остальных материалов А = 45 – 55 кг/(м³ч).

Время прохождения материала через сушильный барабан:

τ = (120×β×ρ×( Wн – Wk))/(А(200×(Wн – Wk))) =

= (120×500×0,2×( 21 – 1)/( 55×(200×( 21 -1))) =

= 24,2 минуты.

где ρ – средняя насыпная плотность материала, кг/м³,

β – коэффициент заполнения барабана в долях единицы, β = 0,2.

Необходимая мощность привода для вращения барабана N (кВт):

N = 0,0013×Dб³×Lб×n×ρ×δ = 0,0013×2,2³×14×3,6×500×0,02 =

= 7 кВт

где – D, L диаметр и длина барабана, м

n частота вращения выбранного барабана

ρ средняя насыпная плотность 500 кг/м³

δ коэффициент учитывающий вид теплообменных устройств в барабане, δ = 0,04 – 0,07 для лопастного теплообменника или при навеске цепей, и δ = 0,01 – 0,02 для ячейково – сепараторного теплообменника.

Из выпускаемых сушильных барабанов наиболее оптимальным является СМЦ – 440.

Размеры барабана:

D = 2,2 м, L = 14 м, V = 53 м³

Наклон барабана 1-4%

Производительность по сухому материалу 14 т/ч

Влажность материала:

На входе 22 %

На выходе 3 %

Частота вращения барабана 3,6 об/мин

Мощность привода двигателя 36 кВт

Масса 35 тонн.

Определение рабочего объёма сушильного барабана для сушки диатомита и выбор его по таблицам.

Рабочий объём сушильного барабана для диатомита

Vд = 3600 Qwд / А = 3600×0,95 / 45 = 76,48 м³

где А – удельный паросъём кг/(м³×ч) = 45 – 55 кг/(м³×ч)

Время прохождения через сушильный барабан τ

τ = 120×β×ρ×(Wн – Wк ) / (А×(200 – (Wн – Wк))) =

= 120×0,2×1100×(18 – 1)/ (45×(200 – (18 – 1))) = 54,50 мин.

где – β коэффициент заполнения барабана = 0,1 – 0,25;

ρ средняя насыпная плотность материала = 900 – 1100 кг / м³

Мощность привода для вращения барабана N (кВт)

N = 0,0013×Dб³×Lб×n×ρ×δ = 0,0013×2,8³×14×4,68×1100×0,02 = 41,13 кВт

где Dб, Lб диаметр и длина барабана,

n число оборотов выбранного барабана об/мин,

δ коэффициент, учитывающий вид теплообменных устройств = 0,01 – 0,02 Из выпускаемых сушильных барабанов подходит СМЦ – 429, имеющий характеристики:

Диаметр барабана 2,8 м

Длина барабана 14 м

Наклон барабана 5 %

Производительность по 20 – 25 т/ч сухому материалу

Влажность материала

на входе 20 – 22 %

на выходе 1 – 8 %

Частота вращения барабана 4,68 об \мин

Мощность привода двигателя 55 кВт

Масса 62,4 т

**Расчёт производительности и количества мельниц**

Расчётная производительность мельницы.

Q = 6,45×Vп×²√Dc²(m/Vп)ⁿ×К×b×q

где n показатель степени = 0,8

Vп - полезный объём мельницы, м³

Dс - диаметр мельницы в свету, м

Lп - полезная длина мельницы, м

m - масса мелющих тел, м

К- коэффициент равный 1,1 – 1,2 при замкнутом цикле

b – удельная производительность мельницы в т/(кВт \*ч) потребляемой мощности = 0,036 – 0,038

q – поправочный коэффициент на тонкость помола:

для портландцемента № 6 = 0,818

для портландцемента №15 = 0,655

Диаметр мельницы в свету Dc

Dc = (0,94…..0,95)×D = 0,94×5,2 = 4,89 ≈4,9 м

Полезная длина мельницы.

Lп = L – 0,2 = 16,5 – 0,2 = 16,3 м

Масса мелющих тел.

m = 3,77× φ×Dc² ×Lп = 3,77× 0,26 × 4,9² × 16,3 = 383,6 т

Полезный объём мельницы

Vп =(π × Dп²×Lп)/ 4 = (3,14×4,9²×16,3)/4 = 307,2 м³

Производительность мельниц рассчитывается отдельно для каждого вида цемента, так как тонкость помола q разная.

Производительность мельниц для портландцемента № 6

Q№6 = 6,45×Vп × ²√Dc × (m/Vп)ⁿ×K×b×q№6 =

=6,45×307,2×²√4,9×(383,6/307,2)ⁿ×1,15×0,037×0,818 =

182,3 т/ч

n = 0,8

Производительность мельниц для сульфатостойкого портландцемента №15

Q№15 = 6,45×Vп×²√Dc×(m/Vп)ⁿ×К×b×q№15 =

= 6,45×307,2×²√4,9×(383,6/307,2)ⁿ×1,15×0,037×0,655 =

= 146,0 т/ч

Расчёт количества мельниц для помола каждого вида цемента

Количество мельниц для помола цемента №6

n№6 = Аг№6/(8760×Кu×Q№6)

где Аг – годовая производительность завода по данному виду цемента т/год = 240000 т/год

8760 – количество рабочих часов в году

Кu – коэффициент использования рабочего времени мельницы для замкнутого цикла = 0,82

Q№6 – часовая производительность мельницы по данному виду цемента = 182,3 т/ч

n№6 = 240000/(8760×0,82×182,3) = 0,18

для помола цемента №6 понадобится одна мельница

Количество мельниц для помола цемента №15

n№15 = 960000/(8760×0,82×146,0) = 0,91

для помола цемента №15 понадобится также одна мельница

Общий парк цементных мельниц

nобщ = n№6 + n№15 = 1+1=2

Определение критической и рабочей частоты вращения мельниц

Критическая частота вращения мельниц

nкр = 4,05/²√Dc = 4,05/²√4,9 = 1,83 рад/сек

nкр' = 42,3/²√Dc = 42,3/²√4,9 = 19,1 об/мин

Оптимальная рабочая частота вращения мельниц.

nопт = 3,07/²√Dc = 3,07/²√4,9 = 1,39 рад/сек

nопт' = 32/²√Dc = 32/²√4,9 = 14,1 об/мин

Определение мощности электродвигателя для привода мельницы N кВт

N = (0,2×m×Dc×nопт')/η

где m – масса мелющих тел, т.

Dc – диаметр барабана в свету, м.

η – КПД

η = 0,90 – 0,94 для мельниц с центральным приводом

η = 0,83 – 0,85 для мельниц с периферийным приводом

Nц = (0,2×383,6×4,9×14,4)/0,94 = 5759 кВт

С учётом пускового момента 10 – 15 %

Nц' = Nц×1,15 = 5759×1,15 = 6920 кВт

Nпер = (0,2×383,6×4,9×14,4)/0,83 = 6522 кВт

С учётом пускового момента 10 – 15%

Nпер' = Nпер×1,15 = 6522×1,15 = 7500 кВт

Техническая характеристика мельницы:

Цементная мельница, работающая в замкнутом цикле, 5,2×16,5 м (поставочная ведомость фирмы «Полизиус» на 1972 – 1974 года )

Тип мельницы Замкнутый цикл

Размеры d×l,м 5,2×16,5

Частота вращения об/мин 14,0

Шаровая загрузка, т 390

Мощность двигателя, кВт 6325

Тип привода Кольцевой двигатель

Расход аспирационного 90000 воздуха, м³/ч

Тип фильтра Электрофильтр

Удельная поверхность цемента, см³/г 3000

Производительность, т/ч 300

производство портландцемент шлакопортландцемент сульфатостойкий

**Подбор сепараторов**

Воздушные сепараторы являются принадлежностью размольных установок, работающих по замкнутому циклу, и служат для разделения предварительно размолотого материала на отдельные фракции по крупности зёрен.

Воздушная сепарация осуществляется двумя способами: при первом способе, через сепаратор проходит пылевоздушный поток, из которого осаждаются лишь крупные частицы материала (крупка), а мелкие выносятся из него воздушным потоком и улавливаются дополнительными устройствами. При втором способе в сепаратор подаётся только материал, который подхватывается потоком воздуха, циркулирующим внутри сепаратора. Из сепаратора выходит крупная и мелкая фракция по различным патрубкам.

Для сепарации по первому способу применяются простые по конструкции проходные сепараторы, а для работы по второму способу используют более сложные по устройству центробежные сепараторы с замкнутым потоком воздуха.

Сепаратор для мельницы портландцемента №6.

Q = Qм×( 1,20….1,40 ) = 182,3×(1,20…1,40 ) = 218,6….255,2 т/ч

где Qм – производительность мельницы по данному виду цемента.

Фирма «Полизиус» вместе с мельницей поставляет сепараторы Ø 7,3 м, производительностью 210 т/ч, частота вращения ротора 140 об/мин, максимально допустимое количество воздуха 2830 м³/мин.

Сепаратор для мельницы сульфатостойкого портландцемента №15.

Q = Qм×(1,20….1,40 ) = 146,0×(1,20….1,40) = 175,2….204,0 т/ч

Также применим сепаратор фирмы «Полизиус»

Общее количество сепараторов.

Сепараторы Ø7,3 м, Q воздуха = 2830 м³/мин, Q = 210 т/ч, 2 штуки.

Транспортное и вспомогательное оборудование.

**Пневматические насосы**

Производство цемента связано с перемещением внутри цехов и между цехами больших масс кусковых и порошкообразных материалов, а так же шлама. В процессе приготовления цемента роль транспортирующих устройств в такой же степени значительна, как и роль основных машин. Непрерывность производственных процессов и равномерность питания технологических установок сырьём, топливом и полупродуктом невозможно осуществлять при плохой работе транспортёров.

Узлы и детали транспортёров подвергаются чрезвычайно быстрому износу, поскольку все перемещаемые ими материалы обладают сильным абразивным действием, а часть из них, например, клинкер, выпадающий из холодильников печей, и цемент из трубных мельниц, имеют иногда высокую температуру. Всё это неблагоприятно отражается на работе транспортёров и требует большого внимания к выбору их конструкций, режимов работы и разработке методов ремонта.

Выбор пневмокамерных или пневмовинтовых насосов производят в зависимости от наибольшей производительности мельниц и расположения цементных силосов.

Qmax = 182,3 т/ч

Предлагаю установить на каждую мельницу 3 пневмокамерных насоса ТА – 28 , соединённых параллельно. Третий насос является запасным, он будет использоваться при неисправности, техническом обслуживании или ремонте одного из двух других насосов.

Итого количество пневмокамерных насосов 6 штук.

Техническая характеристика насосов ТА – 28

Производительность, т/ч 100 – 125

Приведённая дальность подачи, м 1000

Внутренний диаметр трубопровода, мм 250

Рабочее давление сжатого воздуха, МПа 0,6

Расход сжатого воздуха, м³/мин 90,4

Масса, кг 14795

**Расчёт ёмкости ковша элеватора**

Ковшовые элеваторы применяют для транспортирования различных насыпных грузов: пылевидных, зернистых и кусковых (цемента, угля, пемзы и т.д.). Ковшовые элеваторы применяются в качестве основного технологического транспорта цементного производства для подъема материала под углом до 60—85 ° от начального до конечного пункта без промежуточной загрузки и разгрузки. Материал перемещается с помощью ковшей, укрепленных через равные промежутки (или сомкнутых между собой) на бесконечном тяговом гибком органе — цепи или ленте.

Для подачи цемента на разделение в центробежные сепараторы применяют ковшовые элеваторы. Производительность элеватора на 20 – 50% выше большей производительности мельницы.

Ёмкость ковша элеватора:

q = (Qэ×t)/(3,6×V×Kн×ρн)

где Qэ – требуемая производительность элеватора т/час

Qэ = Qм×(1,2….1,5) = 182,3×(1,2…..1,5) = 218,7….273,4 т/час

Примем Qм = 250 т/час

t – шаг ковшей элеватора

t = 650 мм = 0,65м

V – скорость движения ковшей 0,6 – 1,0 м/с

Kн – коэффициент заполнения ковшей элеватора = 0,7

ρн - насыпная масса материала ≈ 1,1 т/м³

q = (250×0,65)/(3,6×0,8×0,7×1,1) = 73 л

по рассчитанной ёмкости ковша выбираем элеватор:

тип элеватора Э2ЦО – 900

ширина ковша, мм 900

ёмкость ковша, л 118

шаг ковшей, мм 650

мощность электродвигателя, кВт 40.

Расчёт ширины ленты сборочного конвейера.

Для транспортирования сыпучих и кусковых материалов в s горизонтальной и наклонной плоскостях в цементной промышленности широко используют ленточные конвейеры с плоской и желобчатой лентой. Ширина ленточных конвейеров, выпускаемых промышленностью нормализована: 400, 500, 650, 800, 1000, 1200, 1400, 1600, 2000, 2500 и 3000 мм (ГОСТ 22644—77). Ленточные конвейеры позволяют обеспечить высокую производительность (до 30000 т/час) и транспортировать материалы на расстояние нескольких десятков километров.

Ширина ленты:

B = ²√(Qk/(155×V×ρн)

где – Qk – производительность конвейера, равная большей производительности мельницы с запасом 20 – 50%

Qk = 250 т/ч

V – скорость ленты = 2,0 м/с

ρн – насыпная плотность материала = 1,4…1,5 т/м³

ρн= 1,4 т/м³

B = ²√(250/155×2,0×1,4) = 0,76 м

По ГОСТ 22644 – 77 ширина ленты должна составлять 800 мм.

Расчёт питателей и дозаторов для подачи клинкера, добавок и гипса в мельницу.

Питатели применяют для равномерной непрерывной подачи материалов из бункеров на транспортирующие машины, в дозирующие аппараты, и другое технологическое оборудование. Питатели стабилизируют технологический процесс и работу машин и позволяют механизировать и автоматизировать производство.

По характеру движения рабочих органов, различают питатели с непрерывным движением по замкнутому контуру (ленточные, пластинчатые, цепные); с колебательным движением (вибрационные, лотковые, секторные); с вращательным движением (винтовые, тарельчатые, барабанные). Конструктивные решения питателей весьма разнообразны.

Дозирование материала можно производить по массе и по объёму. Оборудование для объёмного дозирования проще по устройству, но точность его работы ниже, чем у весовых дозаторов, так как в этом случае сказывается влияние изменения плотности материала. Объёмные дозаторы могут в некоторых случаях применяться при дозировании жидкостей. По режиму работы различают дозаторы циклического и непрерывного действия.

Управление дозаторами осуществляет оператор дистанционно или автоматически. При дистанционном управлении загрузку, дозирование и выгрузку производит оператор с пульта управления по показаниям соответствующих приборов. Наиболее совершенным устройством является весовой автоматический дозатор.

Максимальная производительность мельниц:

Цемент № 6 250 т/ч

Цемент № 15 200 т/ч

**Производительность дозаторов для каждого вида цемента**

Для цемента № 6

Дозатор для клинкера

Пдк = Qм№6×81/100 = 250 × 81 / 100 = 202,5 т/ч

где – 81 процентное содержание клинкера

Дозатор для шлака

Пдш = Qм№6 × 14 / 100 = 250 × 14 / 100 = 35 т/ч

- 14 процентное содержание шлака

Дозатор для гипса

Пдг = Qм№6 × 5 / 100 = 250 × 5 / 100 = 12,5 т/ч

- 5 процентное содержание гипса

Для цемента №15.

Дозатор клинкера

Пдк = Qм№15 × 80 / 100 = 200 × 80 / 100 = 160 т/ч

Дозатор для диатомита

Пдд = Qм№15 × 15 / 100 = 200 ×15 / 100 = 30 т/ч

Дозатор для гипса

Пдг= Qм№15 × 5 / 100 = 200 × 5 / 100 = 10 т/ч

Производительность питателей

Производительность питателей для цемента № 6.

Пп = Пд / ρн (ρн насыпная плотность материала в м³/т)

Питатель для клинкера

Ппк = 202,5 / 0,625 = 324 м³/ч

Питатель для шлака

Ппш = 35 / 1,43 = 24,5 м³/ч

Питатель для гипса

Ппг = 12,5 / 0,74 = 16,9 м³/ч

Производительность питателей для цемента № 15

клинкер Ппк = 160/0,625 = 256 м³/ч

диатомит Ппд = 30/1 = 30 м³/ч

гипс Ппг = 10/0,74 = 13,5 м³/ч

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Производительность мельницы Q с коэффициентом 1,2…1,5  | Единица измерения | Клинкер | Добавка | Гипс |
| Цемент № 6 250 т/ч | т/чм³/ч | 202,5324 | 3524,5 | 12,516,9 |
| Цемент № 15 200 т/ч | т/чм³/ч | 160256 | 3030 | 1013,5 |

Выбор питателей и дозаторов.

Для клинкера дозатор ВЛ – 1058 производительностью 200 тонн

питатель ДТ – 20

Для добавки дозатор ВЛ – 1058 производительностью 75 тонн

питатель ДЛ – 12 А

для гипса дозатор ВЛ – 1058 производительностью 30 тонн

питатель ДЛ – 10 А

Технические характеристики ленточных дозаторов

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатели | ВЛ – 1058 (200 тонн) | ВЛ – 1058 (75 тонн) | ВЛ – 1058 (30 тонн) |
| Производительность, т/ч | 200 | 75 | 30 |
| Частота вращения приводного барабана об/мин | 50 | 18,5 | 7,4 |
| Ширина ленты, мм | 700 | 700 | 700 |
| Длина ленты по центру барабанов, мм | 1500 | 1500 | 1500 |
| Масса, кг | 240 | 240 | 240 |
| Мощность электродвигателя, кВт | 200 | 200 | 200 |

Основные характеристики дисковых питателей

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Показатели | ДЛ – 10 А | ДЛ – 12 А | ДТ – 20 |
| Диаметр диска, мм | 1000 | 1250 | 2500 |
| Частота вращения диска, об/мин | 7 – 11  | 7 – 11  | 4 – 7  |
| Производительность, м³/чпри частоте вращенияминимальноймаксимальной | 1828 | 3048 | 120210 |
| Максимальный размер кусков материала, мм | 50 | 80 | 150 |
| Мощность двигателя, кВт | 2,2 | 4,0 | 17,0 |
| Масса питателя без двигателя, кг | 850 | 1300 | 5550 |

**Расчёт компрессорной**

Общая производительность 6-ти пневмокамерных насосов

Σ Qв = 6×90,4 = 542,4 м³/мин

Общий расход воздуха в цехе помола.

Вобщ = Σ Qв × 1,1 = 542,4 × 1,1 = 596,6 м³/мин ≈ 600 м³/мин

где – 1,1 коэффициент запаса

Из выпускающихся компрессоров выбираем поршневой компрессор 5Г – 100/8

Производительность 100 м³/мин

Рабочее давление 0,8 МПа

Число оборотов компрессора 187 об/мин

Мощность электродвигателя 625 кВт

Количество компрессоров:

n = Вобщ/К + 1 = 600/100 + 1 = 7 компрессоров

где – К производительность одного компрессора

**Расчёт системы газоочистки и аспирации мельниц**

В цементном производстве основными источниками пылевыделения являются клинкерообжигательные печи, сушильные барабаны, сырьевые и цементные мельницы, а так же дробильные агрегаты. Выбросы пыли от печей составляют до 80% от всего количества пыли, выбрасываемой в атмосферу при производстве цемента.

В зависимости от размеров вращающихся печей, наличия в них теплообменных устройств, режима обжига, способа производства цемента и свойств сырьевой шихты и топлива, пылеунос в среднем колеблется от 5 до 25% к весу подаваемой сырьевой шихты в печь. При использовании нефелинового шлама и форсированном режиме обжига, а также при работе печей с концентраторами пылеунос достигает 30 – 32 %.

Количество отходящих газов от печей составляет от 80000 до 600000 м³/ч при температуре от 150 до 600º С. При сухом способе производства цемента температура отходящих газов доходит до 800º С.

Количество пыли, выбрасываемой вместе с отходящими газами сушильных барабанов, изменяется в зависимости от размеров барабана, режима сушки, вида сырья и топлива.

Количество пыли удаляемой с аспирационным воздухом из мельниц, зависит от размера и типа мельниц, типа и конструкции аспирационных коробок, степени уплотнения их, а также от интенсивности аспирации мельницы, т. е. от количества просасываемого воздуха через неё, режима помола и характеристики размалываемого материала.

Пыль газов, отходящих от сушильных барабанов, представляет собой наиболее тонкие фракции материала, подвергающихся сушке.

Пыль, выносимая аспирационным воздухом из цементных мельниц при помоле портландцемента (без добавок), благодаря своей тонкой дисперсности и большой удельной поверхности является высокомарочным быстротвердеющим цементом. При помоле шлакопортландцемнта в аспирационном воздухе преобладают частицы шлака, что резко снижают вяжущие свойства пыли.

На цементных заводах перерабатываются и транспортируются большие массы порошкообразных материалов: различные цементы, сырьевые мелкоизмельчённые смеси при сухом способе производства, угольный порошок, а также пыль, уловленная из отходящих газов и аспирационного воздуха. Вследствие этого требуются значительные ёмкости (бункера, силосы), а также различные транспортные и разгружающие устройства.

Количество аспирационного воздуха проходящего через пространство мельницы.

Vг = Fм×Vг×3600×(1- φ)

Fм = (π×D²c)/4 = (3,14×4,9²)/4 = 18,85 м²

Vг – скорость воздуха в мельнице = 0,7 м/с

φ – коэффициент загрузки = 0,26

Vг = 18,85×0,7×3600×(1- 0,26) = 35151 м³/ч

Определение количества воздуха проходящего через аспирационную шахту, циклоны, рукавные фильтры и вентилятор.

Как показывает практика, чтобы прососать расчётный объём воздуха через мельницу, вентилятору приходится перекачивать его в большем количестве. Это объясняется подсосом воздуха через неплотности системы аспирации.

По отношению к воздуху, проходящему через мельницу и принятому за 100%, подсос через неплотности в аспирационной шахте составляет 50%, циклонах – 10%, в рукавных фильтрах – 40%.

Поэтому после расчёта количества воздуха, проходящего через мельницу, надо рассчитать, сколько воздуха пройдёт с учётом подсоса через аспирационную шахту (коэффициент 1,5), через циклоны (коэффициент 1,6), фильтры и вентилятор (коэффициент 2,0).

Количество воздуха проходящего через аспирационную шахту:

Vш = Vг×1,5 = 35151×1,5 = 52726,5 м³/ч

Количество воздуха проходящего через циклоны:

Vц = Vг×1,6 = 35151×1,6 = 56241,6 м³/ч

Количество воздуха проходящего через рукавные фильтры и вентилятор:

Vф = Vг×2,0 = 35151×2,0 = 70302 м³/ч

Расчёт сечения и высоты аспирационной шахты.

ωш – скорость воздуха в шахте = 1,5 м/с

Площадь поперечного сечения шахты.

Fш = Vш/(3600× ωш) = 52726,5/(3600×1,5) = 9,76 м²

Размер одной из сторон шахты, параллельной оси мельницы:

a = ²√(Fш/n) = ²√(9,76/1) = 3,12 м

где – n отношение сторон 1:1 (1,0) для квадрата, 2:3 (0,67) для прямоугольного сечения шахты.

Высота шахты h:

H = 5,5×2×a×n/(1+n) = 5,5×2×3,12×1/(1+1) = 17,16 ≈ 17 м

Выбор батарейных циклонов.

На второй ступени обеспыливания применяют батарейные циклоны сухой очистки типа ЦН – 15. Циклоны выбирают в зависимости от количества газа проходящего через них.

Vц = 52726,5 м³/ч

По требуемым параметрам подходит циклон ЦН – 15, диаметром 800 мм, установленных группой из 8 – ми циклонов, производительностью 46400 – 54080 м³/ч

Выбор рукавного фильтра.

На последней ступени очистки газа используют рукавные фильтры типа СМЦ – 101, предназначенные для очистки воздуха с температурой до 140º С.

Количество газа проходящего через фильтры: Vф = 70302 м³/ч

Из производящихся фильтров выбираем фильтр СМЦ – 101 – Ш с длиной рукава 9000 мм

Число двухкамерных секций 7 шт

Число рукавов 252 шт.

Площадь фильтруемой поверхности 1400 м²

Производительность 92400 м³/ч

Масса фильтра 37975 кг

Потребляемая мощность 10,5 кВт

Выбор вентилятора.

Вентилятор ВМ – 18 А

Производительность 108000 м³/ч

Напор 12900 Па

Температура 200º С

Мощность двигателя 370 кВт

Частота вращения 980 об/мин

Сводная ведомость оборудования

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № П.П. | наименование | Тип, Марка | Производительность(паспортная) | Потребляемаямощность | Количество единиц |
| 1 | силосы | 12×19,8 | 1700 м³ |  | 30 шт. |
| 2 | Сушильный барабан | СМЦ - 440 | 14 т/ч | 36 кВт | 1 шт. |
| 3 | Сушильный барабан | СМЦ - 429 | 20 – 25 т/ч | 55 кВт | 1 шт. |
| 4 | Мельницы «Полизиус» | 5,2×16,5 | 300 т/ч | 6325 кВт | 2 шт. |
| 5 | сепараторы | Ø 7,3 м | 210 т/ч | 450 кВт | 2 шт. |
| 6 | Пневмокамерные насосы | ТА - 28 | 100 – 125 т/ч | 90,4 м³/минСжатого воздуха | 6 шт. |
| 7 | элеватор | Э2ЦО - 900 | 250 т/ч | 40 кВт | 2 шт. |
| 8 | дозатор | ВЛ - 1058 | 200 т/ч | 200 кВт | 2 шт. |
| 9 | дозатор | ВЛ - 1058 | 75 т/ч | 200 кВт | 2 шт. |
| 10 | дозатор | ВЛ - 1058 | 30 т/ч | 200 кВт | 2 шт. |
| 11 | питатель | ДТ - 20 | 120 – 210 т/ч | 17 кВт | 2 шт. |
| 12 | питатель | ДЛ – 12 А | 30 – 48 т/ч | 4,0 кВт | 2 шт. |
| 13 | питатель | ДЛ – 10 А | 18 – 28 т/ч | 2,2 кВт | 2 шт. |
| 14 | Поршневой компрессор | 5Г – 100/8 | 100 м³/мин | 625 кВт | 7 шт. |
| 15 | Циклон | ЦН - 15 | 46,4 – 54,1 тыс. м³/ч | 800 мм | 16 шт. |
| 16 | Рукавныефильтры | СМЦ – 101 Ш | 92400 м³/ч |  | 504 шт. |
| 17 | вентилятор | ВМ – 18 А | 108000 м³/ч | 370 кВт | 2 шт. |

**Список используемой литературы**

1. Борщ И.М., Вознесенский В.А., Мухин В.З. Процессы и аппараты в технологии строительных материалов. – Киев: Высшая школа, 1981.

2. Бауман В.А. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. Москва. «Машиностроение» 1975.

3.Боганов А.И. Механическое оборудование цементных заводов. Свердловск. «Машгиз» 1961.

4. Краткий справочник технолога цементного завода. Москва. «Стройиздат» 1974.

5. Крыхтин Г. С., Кузнецов Л.Н. Интенсификация работы мельниц Новосибирск «Наука» 1993.

6. Колокольников В.С. Производство цемента. Москва. «Высшая школа». 1967.

7. Сатарин В.И. Современные цементные заводы. Москва. Издательство литературы по строительству. 1967.

8. Холина И.И. Справочник по производству цемента. Москва. Государственное издательство литературы по строительству, архитектуре и строительным материалам. 1963.

9. Вальтер Г. Дуда. Цемент. Москва. Стройиздат. 1980.