

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Строительное производство»

М. Г. ОСМОЛОВСКАЯ, М. Н. ДОЛГАЧЕВА, Н. В. ЧЕРНЮК

ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Учебно-методическое пособие

Гомель 2012

УДК 691.5 (075.8)

ББК 35.41

О-74

Р е ц е н з е н т – зав. кафедрой «Химия» д-р техн. наук, профессор *А. С. Неверов*
(УО «БелГУТ»)

Осмоловская, М. Г.

О-74 Вяжущие вещества: учеб.-метод. пособие / М. Г. Осмоловская, М. Н. Долгачева, Н. В. Чернюк ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2012. – 35 с.

ISBN 978-985-554-075-6

Представлены теоретические основы и методические рекомендации по выполнению курсового проекта по курсу «Вяжущие вещества».

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности «Производство строительных изделий и конструкций».

УДК 691.5 (075.8)

ББК 35.41

ISBN 978-985-554-075-6

© Осмоловская М. Г., Долгачева М. Н.,
Чернюк Н. В., 2012

© Оформление. УО «БелГУТ», 2012

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Организация работы над курсовым проектом.....	4
2 Содержание расчетно-пояснительной записки.....	5
Приложение А Составление материального баланса известкового завода.....	14
Приложение Б Составление материального баланса цементного завода.....	25
Список литературы.....	35

ВВЕДЕНИЕ

Основная цель пособия по курсовому проектированию – углубленное изучение студентами технологии производства вяжущих веществ, усовершенствование процессов производства минеральных вяжущих и улучшение их свойств, установить взаимосвязь отдельных операций в общем технологическом процессе производства, усвоить принципы расчета основного технологического оборудования, а также ознакомиться с элементами технико-экономического анализа.

При работе над курсовым проектом студенты должны дополнительно изучить теоретическую часть темы задания по специальной литературе.

1 ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ НАД КУРСОВЫМ ПРОЕКТОМ

Задание на курсовое проектирование. Темой курсового проекта является завод по производству вяжущих веществ, связанных прежде всего с новыми видами продукции и технологией.

Проекты выполняются по заданиям, выдаваемым кафедрой. В задании указываются: вид выпускаемой продукции, производительность цеха, характеристика сырья, топлива. Остальные сведения, необходимые для выполнения курсового проекта, студенты получают по справочникам, каталогам, настоящему пособию указаниям и другим литературным источникам.

В задании указывают сроки выполнения проекта (таблица 1.1).

Таблица 1.1 – Календарный план выполнения курсового проекта

Раздел работы	Неделя
Изучение литературы, технологические расчеты, первый вариант технологической схемы	I
Технологическая схема в уточненном варианте, план и разрезы цеха в эскизах	II
Окончательное решение по выбору оборудования и компоновка цеха	III
Оформление пояснительной записки и графической части	IV

Сдача готового проекта на проверку и подготовка к его защите	V
--	---

Состав и объем курсового проекта. Курсовой проект должен содержать расчетно-пояснительную записку на 30–35 страницах и графическую часть на 1–2 листа.

Расчетно-пояснительная записка должна включать следующие разделы:

- вводная часть (1–2 с.);
- номенклатура продукции (2–3 с.);
- технологическая часть (20–25 с.);
- техника безопасности и охрана труда (2–3 с.);
- технико-экономическая часть (3–4 с.).

Графическая часть проекта должна быть представлена на 1–2 листах чертежей формата А1, на которых вычерчены согласно ЕСКД план и разрезы (продольный и поперечный) проектируемого предприятия.

Пример составления материального баланса известкового и цементного заводов приведены в приложениях А и Б.

2 СОДЕРЖАНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

1 Введение должно содержать краткий обзор развития производства данного вида продукции и его перспективы. В обзоре следует отразить зарубежный опыт, роль отечественных и иностранных ученых в совершенствовании производства и расширения области применения рассматриваемого вяжущего.

2 Номенклатура продукции. В этом разделе приводятся основные показатели, устанавливаемые для данного вяжущего действующими нормативными документами (состав, тонкость помола, сроки схватывания, классы, марки и т. д.). Основные характеристики рекомендуется приводить в виде таблиц.

3 Технологическая часть является основной составляющей проекта, она должна содержать следующие разделы:

- режим работы предприятия (цеха);
- производительность предприятия (цеха);
- сырье и полуфабрикаты, их характеристика и расчет потребности в них;
- технологический процесс производства;
- расчет основного технологического и транспортного оборудования и ведомость оборудования цеха;
- расчеты потребности в энергетических ресурсах;
- контроль производства.

3.1 Режим работы предприятия (цеха) является основой для расчета производительности, потоков сырья, оборудования. Он определяет количество рабочих дней в году, количество смен работы в сутки и рабочих часов в смене.

Режим следует устанавливать по соответствующим нормам технологического проектирования предприятий данной отрасли строительной промышленности.

При назначении режима работы предприятия или цеха необходимо стремиться обеспечить возможно полное использование оборудования и принимать наибольшее количество рабочих смен в сутки. При этом для обеспечения лучших условий труда желательно, когда это не обусловлено технологической необходимостью, предусматривать в третью (ночную) смену проведение профилактического ремонта оборудования.

Заводы вяжущих веществ обычно разделяются на два основных цеха производственного назначения: цех обжига и цех помола со складом готовой продукции.

Для цехов обжига следует принимать работу по непрерывной рабочей неделе (350 дней в году) при трехсменной работе в сутки; оставшиеся 15 дней отводятся на ежегодный капитальный ремонт.

При этом другие цеха и отделения, сопряженные с цехом обжига, могут работать по такому же непрерывному графику, либо по режиму прерывной недели в две-три смены. В этом случае предусматривают дополнительные складские помещения и бункеры для хранения материалов и полуфабрикатов.

Цеха помола чаще работают по режиму прерывной недели с двумя выходными дням в неделю в две и реже в три смены – 262 рабочих дня в году.

Для транспортных цехов (склада сырья и готовой продукции) при использовании железнодорожного транспорта принимают трехсменную работу с 365 рабочими днями, автомобильного – двух-, трехсменную с 262 рабочими днями в году.

Время, необходимое для ремонта и на вынужденные простои оборудования, учитывается коэффициентом использования его во времени $K_{и}$.

3.2 Производительность предприятия (цеха). Дается расчет производства по полуфабрикатам и готовой продукции, исходя из принятого режима работы предприятия или цеха.

При расчете следует учитывать возможный брак и производственные потери, размер которых принимается по данным соответствующих норм.

Результаты расчетов сводят в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Расчетная производительность предприятия (цеха)

№ пп	Наименование продукции	Единица измерения	Производительность			
			в час ($\Pi_{ч}$)	в смену ($\Pi_{см}$)	в сутки ($\Pi_{сут}$)	в год ($\Pi_{г}$)

			$P_ч = P_{см} /$ продолжит ельность смены в часах	$P_{см} = P_{сут} /$ число смен в сутки	$P_{сут} = P_г /$ число рабочих дней в году	$P_г$
--	--	--	---	---	---	-------

3.3 Сырье и полуфабрикаты. В этом подразделе должно быть приведено:

- обоснование вида и качественной характеристики сырья;
- требования к сырью, предъявляемые ГОСТом или ТУ;
- расчет или выбор сырья или шихты;
- расчет расхода сырья естественной влажности на единицу продукции.

При расчете сырья на единицу продукции следует учитывать неизбежные в процессе производства потери.

Величина потерь принимается:

- при дроблении и последующем транспортировании – до 1 %;
- сухом помоле и пневмотранспорте – до 1 %;
- сушке – влажности (материала в процентах) – до 7 %;
- обжиге (пыль) – до 1 %;
- обжиге – потери при прокаливании (ППП) по данным химического анализа – до 30 %.

Расчет расхода сырья с учетом брака, отходов и потерь производится по формуле:

$$D_1 = \ddot{I} \frac{100}{100 - A}, \quad (2.1)$$

где $P_м$ – расход сырья, материалов в час, смену, сутки, год;

P – производительность цеха в час, смену, сутки, год;

B – брак, отходы, потери, %.

Исходя из найденного расхода сырья на единицу продукции и производительности заводов, определяют потребность в сырье. Результаты расчетов сводят в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Расчетная потребность предприятия (цеха) в сырье

№ пп	Наименование сырьевого материала	Единица измерен ия	Расходы			
			в час	в смену	в сутки	в год

3.4 Технологический процесс производства. На основании критической оценки существующих способов производства выбирается наилучший по технико-экономическим показателям и детально описывается в пояснительной записке.

Описание выбранной технологической схемы производства начинается с поступления на завод или цех основного (по объему) сырьевого материала и последовательно описываются все машины и аппараты, перерабатывающие его, а также все виды транспорта, перемещающие его от предыдущего аппарата к последующему.

Описание технологии должно давать ясное представление о производственном процессе, отдельных его переделах и операциях.

Технологическая схема должна предусматривать поточность производства, механизацию трудоемких процессов, уменьшение производственных площадей и объемов зданий, а также снижение себестоимости продукции.

Схема должна давать ясное представление о движении исходных материалов и полуфабрикатов по установкам. Схема выполняется на отдельном листе расчетно-пояснительной записки. В этом случае допускается указывать оборудование словами, помещая их в рамки, а стрелками показывать направление движения сырья и полуфабрикатов.

3.5 Расчет основного технологического и транспортного оборудования и ведомость оборудования цеха. Выбор оборудования и расчет его производительности выполняется только для основного технологического оборудования, поименованного в технологической схеме производства. При этом необходимо стремиться к сокращению количества однотипных машин за счет применения более производительного оборудования.

В данном разделе необходимо только определить число машин или установок, необходимых для выполнения производственной программы по данному переделу. Предварительно рассчитывается производительность принятой машины или установки по формулам из норм технологического проектирования, справочникам по механическому оборудованию или принимается по заводским или справочным данным, если отсутствует методика расчета производительности данной машины.

В конце расчета приводится краткая техническая характеристика каждой машины или установки, или конвейерной линии, принятая по паспортным или каталоговым данным.

Необходимое для выполнения производственной программы количество машин и установок (M) рассчитывается по формуле

$$\dot{I} = \frac{\dot{I}_0}{\dot{I}_i \hat{E}_i}, \quad (2.2)$$

где Π_r – требуемая часовая производительность по данному переделу;

- P_m – часовая производительность выбранной машины;
 K_n – нормативный коэффициент использования ($K_n = 0,8 \dots 0,9$).

3.6 Обжиговой цех. Обжиг – основная технологическая операция в производстве вяжущих веществ. При этом протекает ряд сложных физико-химических процессов, определяющих качество продукции.

Выбор температуры обжига сырья зависит от наличия в нём примесей углекислого магния. Наилучшим будет сырьё, обожжённое при минимальной температуре, обеспечивающей полное разложение углекислого кальция и экономию топлива.

3.6.1 Организация рабочего места у печи обжига. Печью обжигальщик управляет из помещения, расположенного на площадке обслуживания зоны обжига печи. В помещении стандартизированы пульт и щит управления печью.

В течение смены обжигальщик обязан:

- систематически следить за показателями контрольно-измерительных приборов и руководствоваться ими при управлении обжигом в печи; при этом пользоваться данными лаборатории о качестве сырья и топлива, поступающих в печь и качестве выгружаемой извести;
- при управлении печью выполнять установленные задания по качеству извести, производительности агрегата, нормам расхода топлива на обжиг и стойкости футеровки;
- контролировать механическое состояние печи и вспомогательных механизмов и устройств;
- наблюдать за температурой кожуха печи и футеровки;
- следить за состоянием смазочного материала в механизме выгрузки;
- проверять герметичность трубопроводов, пылесадительных устройств, загрузочных и выгрузочных механизмов и шлюзовых затворов;
- не допускать выбросов пыли и печных газов в помещение цеха;
- ежедневно записывать в приёмно-сдаточный журнал основные показатели работы печи, в конце смены – данные о состоянии печи и её вспомогательного оборудования.

3.7 Дробильно-сортировочное отделение. Используют дробильное оборудование для крупного, среднего и мелкого дробления материалов в две и три стадии.

Степень измельчения материала определяют отношением поперечника наибольших кусков материала, поступающего в дробилку к максимальному поперечнику раздробленных в ней кусков.

3.8 Дробильно-молотильное отделение. Трубные шаровые мельницы являются оборудованием, в котором дробящими телами служат шары. Для тонкого измельчения твёрдых материалов применяют мельницы с отношением длины корпуса к диаметру в пределах от 2 до 6. В зависимости от типа привода и разгрузочного устройства различают мельницы с центральным приводом и центральной разгрузкой материалов; с периферийным приводом и центральной разгрузкой материала и с центральным приводом и периферийной разгрузкой материала.

Помол сырьевых материалов в мельницах ведут по мокрому или сухому способу.

3.9 Складирование готовой продукции. Готовую продукцию выгружают из печей и транспортируют на склад в вагонетках либо пластинчатыми или ленточными конвейерами со стальной лентой, для которой не опасна повышенная температура.

Готовую продукцию следует хранить только в механизированных складах бункерного типа или в силосах. При этом необходимо обеспечить надлежащую герметизацию и аспирацию мест возможного пылеобразования с последующей очисткой запылённого воздуха. При хранении и транспортировании необходимо оберегать готовую продукцию от увлажнения, так как при этом ухудшается ее качество. Силосы или бункеры выбирают парное количество объемом от 60 до 360 т.

3.10 Расчет потребности в энергетических ресурсах. К энергетическим ресурсам относят топливо, пар, электроэнергию и сжатый воздух, необходимые для выполнения технологических операций.

Расчет технологического топлива и пара производится по укрупненным показателям на единицу готовой продукции.

Основными материалами для получения необходимых данных должны служить нормы технологического проектирования предприятий данной отрасли промышленности, топливные экономические проекты и показатели, полученные на передовых предприятиях.

Расход топлива следует вначале определить в единицах условного топлива, а затем перевести в натуральное топливо, если последнее указано в задании.

Потребность в электроэнергии определяется исходя из установленной мощности электродвигателя на каждом агрегате, числа часов его работы за год и коэффициента использования.

Данные заносят в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Расход электроэнергии

№ пп.	Наименование оборудования с электродвигателем	Количество единиц оборудования	Мощность электродвигателей, кВт		Коэффициент использования
			единицы	общая	

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

Величины коэффициентов использования могут быть приняты следующие по группам оборудования (при работе в течение смены):

- оборудование технологическое, непрерывно действующее (шаровые мельницы, дробилки, вентиляторы) – 0,8–0,9;
- оборудование периодического действия (дозаторы, бетономешалки, виброплощадки) – 0,5–0,6;
- оборудование транспортное непрерывно действующее (элеваторы, транспортеры, шнеки) – 0,8–0,9;
- оборудование транспортное и грузоподъемное повторно-кратковременного режима – 0,3–0,4.

Потребляемую мощность, кВт, получают умножением мощности каждого электродвигателя на коэффициент использования во времени.

Расход топлива, пара, сжатого воздуха и воды определяется путем технологических расчетов по нормам принятым для данных процессов.

Рекомендуемая форма приведена в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Потребность цеха в энергетических ресурсах

№ пп	Наименование энергетических ресурсов	Единица измерения	Расходы		
			в час	в сутки	в год

3.11 Контроль производства. Получение продукции высокого качества возможно при систематическом контроле на всех технологических операциях.

В этом разделе необходимо привести основные положения по организации контроля качества сырья, производства готовой продукции (вяжущего вещества). Следует указать, каким требованиям должны удовлетворять сырьевые материалы, готовая продукция, какие технологические операции и как будут контролироваться, привести методику осуществления контроля.

Схема карты контроля производства записывается в таблице 2.5 в порядке последовательности технологических процессов (входной контроль, пооперационный и приемочный).

Таблица 2.5 – Карта контроля производства

№ пп	Контролируемые параметры	Периодичность контроля	Место отбора пробы, оборудование	Методы контроля или контрольного прибора

4 Техника безопасности и охрана труда. В этом разделе приводится описание конкретных мероприятий, принятых в проекте для обеспечения надлежащих санитарно-гигиенических и безопасных условий труда, исходя из требований санитарных норм при проектировании промышленных предприятий.

В проекте следует предусмотреть мероприятия, предупреждающие производственный травматизм и обеспечивающие безопасное обслуживание и ремонт оборудования.

Вопросы техники безопасности должны находить отражение при разработке технологического процесса, компоновке оборудования и выборе строительных конструкций для обеспечения нормальных проходов, удобных условий обслуживания механизмов, освещенности рабочих мест. Технологическая часть проекта должна быть увязана с техникой безопасности и санитарной гигиены.

5 Список использованной литературы. В конце пояснительной записки должен быть приведен список использованной литературы, где должно быть указано: фамилия и инициалы авторов, полное название книги, место издания, издательство, год издания и количество страниц.

Н а п р и м е р , **Волженский, А. В.** Минеральные вяжущие вещества / А. В. Волженский, Ю. С. Буров, В. С. Колокольников. – М. : Стройиздат, 1999. – 479 с.

По журнальным источникам должны указываться: фамилия и инициалы авторов, полное название статьи, название журнала, номер, год и страница.

При разработке проекта студент должен вести записи в рабочей тетради о всех использованных при разработке проекта материалах (справочниках, учебниках, монографиях, журнальных статьях, проектах) с точным указанием авторов, наименования, года издания.

На основании этих записей составляется указанный перечень использованной литературы и материалов.

6 Графическая часть проекта должна содержать план, продольный и поперечный разрезы основного цеха и ясно показывать размещение оборудования, взаимную увязку между отдельными машинами и направление потоков сырья и полуфабрикатов.

Если оборудование размещается в нескольких этажах, необходимо показать наиболее важные планы этих этажей.

На чертежах указываются основные конструкции проектируемого цеха (фундаменты, стены, перекрытия, лестницы и т. п.), показываются размеры зданий по длине и ширине, на разрезах – высоты этажей, нижние и верхние отметки площадок под основное оборудование.

Чертежи выполняют на листах формата А1. В правом нижнем углу размещают штамп. Над штампом или слева от него размещают спецификацию оборудования. Чертежи обычно выполняют в масштабе 1:100 или 1:200, допускается М 1:400 или 1:50.

Условные обозначения строительных конструкций, коммуникаций и транспортных связей следует применять стандартные в соответствии со строительными нормами и правилами.

Все чертежи должны выполняться с соблюдением требований оформления конструкторской документации.

Для размещения цеха следует принять "Унифицированный типовой проект УТП-I" размером в плане 18 x 144 м. Шаг колонн 6–12 м. Допускается изменение размеров ширины пролетов до 6, 9, 12, 24 и 32 м. Высота производственного помещения от отметки пола до потолка должна быть не менее 3,2 м.

В случае необходимости получения дополнительных нормативов и условий проектирования следует обращаться к СНиП «Производственные здания промышленных предприятий. Нормы проектирования».

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(обязательное)

Составление материального баланса известкового завода

Пример составления материального баланса завода по выпуску молотой негашеной извести.

Способ производства – сухой.

Годовая производительность завода – 260 тыс. т.

Состав сырьевой смеси:

карбонатная порода – 90 %:

CaCO_3 – 86 %;

MgCO_3 – 4 %;

глинистых примесей – 5 %;

песчаных примесей – 5 %.

Влажность сырья – 4 %.

Степень диссоциации сырья при обжиге – 0,95.

Печь обжого – вращающаяся.

Удельный расход топлива – 0,245 кг/кг.

Потери при прокаливании сырьевой смеси:

производственные потери:

– сырьевых материалов – 8 %;

– топлива – 1 %;

– коэффициент использования печей – 0,92.

Режим работы:

– карьер и дробильное отделение – 305 дней по 8 ч в сутки – 2440 ч;

– цех обжого карбонатных пород – 365 дней по 24 ч в сутки – 8760 ч;

– отделение помола извести – 262 дня по 24 ч в сутки – 6288 ч;

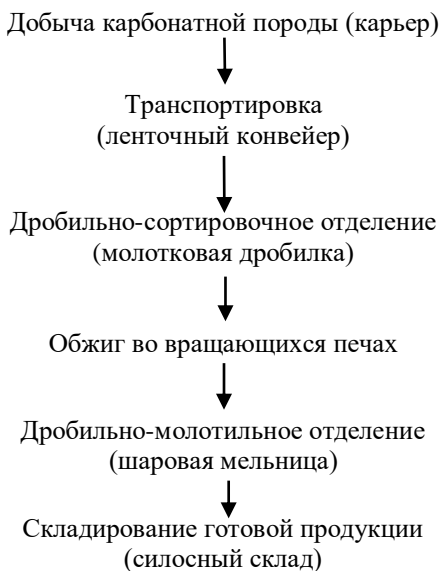
– силосно-упаковочное отделение – 365 дней по 24 ч в сутки – 8760 ч.

1 Выбор способа и технологической схемы производства

Основное количество извести в нашей стране производится во вращающихся печах.

По способу обжига различают вращающиеся печи пересыпные, полугазовые, на газообразном и жидком топливе. Вновь строящиеся вращающиеся печи являются полностью механизированными и частично автоматизированными агрегатами. Вращающиеся печи, работающие на твёрдом топливе пересыпным способом, широко применяются при производстве извести. Во вращающихся печах этого типа производительностью 200 т/сут в нашей стране выпускается более половины общего производства извести. Расход условного топлива 133 кг/т; удельный расход электроэнергии 13 кВт·ч/т; съём извести с 1 м³ полезного объёма 0,75 т/м³ в сутки.

2 Технологическая схема производства молотой негашёной извести



3 Расчетная часть

В начале курсового проекта приведём обратную задачу, рассчитаем массу извести из единицы массы карбонатной породы, например 1 тонна.

Определение массы карбонатной породы после подсушивания:

$$m_c = \frac{1000(100 - W)}{100},$$

где W – влажность карбонатной породы.

Влажность карбонатной породы колеблется в пределах 3–10 %.

Из исходных данных $W = 4$ %, тогда

$$m_{\bar{n}} = \frac{1000(100 - 4)}{100} = 960 \text{ кг.}$$

Определение массы песчаных примесей:

$$m_{\bar{i}}^u = \frac{5m_c}{100},$$

где 5 – процентное содержание песчаных примесей в карбонатной породе.

$$m_{\bar{i}}^u = \frac{5 \cdot 960}{100} = 48 \text{ кг.}$$

Определение массы глинистых примесей:



Подсчитаем малярную массу каолинита:

$$\frac{2(2 + 16)}{2 \cdot 27 + 16 \cdot 3 + 2(28 + 32) + 2(2 + 16)} = 0,14,$$

$$m_{\bar{a}} = m_{\bar{a}}^{\bar{n}}(1 - 0,14) = 48(1 - 0,14) = 41,3,$$

$$m_{\bar{a}}^{\bar{n}} = \frac{5 \cdot m_c}{100},$$

где 5 – процентное содержание глинистых примесей в карбонатной породе.

$$m_{\bar{a}}^{\bar{n}} = \frac{5 \cdot 960}{100} = 48 \text{ кг.}$$

Декарбонизация магнезита



т.к. температура обжига карбоната магния намного ниже, чем карбоната кальция.

Определение массы карбоната магния в сухом состоянии

$$m_{\text{MgCO}_3}^c = \frac{4m_{\bar{n}}}{100},$$

где 4 – процентное содержание карбоната магния (MgCO_3).

$$m_{\text{MgCO}_3}^c = \frac{4 \cdot 960}{100} = 38,4 \text{ кг.}$$

Определение молярной массы карбоната магния:

$$24 + 12 + 16 \cdot 3 = 84.$$

Определение молярной массы оксида магния:

$$24 + 16 = 40.$$

Определение активного оксида магния в карбонатной породе:

$$\frac{m_{\text{MgCO}_3}^c - m_{\bar{i}}}{84 - 40}$$

отсюда,

$$m_{\bar{i}} = \frac{m_{\text{MgCO}_3}^c \cdot 40}{84} = 18,3 \text{ кг.}$$

Определение декарбонизации карбоната кальция.

Декарбонизация протекает при температуре 850 °С и выше:

$$m_{\text{CaCO}_3}^c = \frac{86m_c}{100},$$

$$m_{\text{CaCO}_3}^c = \frac{86 \cdot 960}{100} = 825,6 \text{ кг,}$$

где 86 – процентное содержание CaCO_3 .

Определение массы оксида кальция:

Процесс диссоциации.

Реакция разложения основного компонента извести – углекислого кальция идёт по схеме:



Процесс диссоциации углекислого кальция – обратимая реакция.

Определение молярной массы карбоната кальция:

$$40 + 12 + 48 = 100.$$

Определение молярной массы оксида кальция:

$$40 + 16 = 56,$$

$$100 - 56$$

тогда,

$$m_{\text{NaCO}_3}^c - m_{\text{CaOx}}$$

отсюда,

$$m_{\text{CaOx}} = \frac{56 m_{\text{CaCO}_3}^c}{100} = 462,336 \text{ кг.}$$

Определение массы активного кальция в карбонатной породе:

$$m_{\text{CaO}}^c = m_{\text{CaOx}} \cdot X,$$

где X – степень диссоциации сырья при обжиге.

$$m_{\text{CaO}}^c = 462,336 \cdot 0,95 = 439,22 \text{ кг.}$$

Определение массы недожога карбоната кальция:

Неразложившаяся часть $\tilde{\text{Na}}\tilde{\text{N}}\tilde{\text{I}}_3$ перейдёт в известь в виде недожога и рассчитывается как:

$$m_i = m_{\text{CaCO}_3}^c (1 - \tilde{O}),$$

$$m_i = 38,4(1 - 0,95) = 1,92 \text{ кг.}$$

Определение выхода извести из одной тонны карбонатной породы:

$$U = m_{\text{CaO}}^c + m_{\text{MgO}}^c + m_i^U + m_a^{\tilde{n}} + m_i,$$

$$U = 462,336 + 18,3 + 48 + 41,28 + 1,92 = 571,836 \text{ кг.}$$

Определение активности извести:

$$A_U = \frac{m_{\text{CaO}}^c + m_{\text{MgO}}^c}{U} \cdot 100 \%,$$

$$A_U = \frac{462,336 + 18,3}{571,836} \cdot 100 = 84 \%.$$

Сравнивая теоретическую активность с активностью извести, устанавливаемой прямым определением её по СТБ, можно судить о степени декарбонизации, достигаемой на заводе, о сорте извести и оценивать количество работы обжигательных установок.

Данная активность указывает на 2-й сорт извести, т. к. $\text{CaO} + \text{MgO} \geq 80\%$

Определение расхода карбонатной породы для получения одной тонны извести

$$D_{\text{e.i}} = \frac{1000}{U},$$

$$D_{\text{e.i}} = \frac{1000}{571,836} = 1,75 \text{ т/т.}$$

Производительность завода

$$\frac{1 - 1,75}{260000 - \delta}$$

отсюда,

$$\delta = 260000 \cdot 1,75 = 455000 \text{ т.}$$

Годовая производительность завода по $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$

$$\delta \cdot \frac{\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3}{100} = 455000 \cdot \frac{90}{100} = 409500 \text{ т/год.}$$

При производительности завода 260000 т определим количество, которое производится по $\text{CaO} + \text{MgO}$, и производительность печного агрегата:

$$260000 \cdot \frac{84}{100} = 218400 \text{ т/год.}$$

Из задания цех работает 365 дней в году с коэффициентом для вращающейся печи 0,92.

$$365 \cdot 0,92 = 336 \text{ сут.}$$

$$336 \cdot 24 = 8064 \text{ ч.}$$

Отсюда часовая производительность всех печей

$$\frac{218400}{8064} = 27 \text{ т/ч.}$$

Следовательно, из данного расчёта к установке принимаем одну вращающуюся печь, производительностью 30 т/ч, мощностью 100 кВт [3, с. 127, таблица 3.19].

4 Материальный баланс цеха обжига

Производительность одной вращающейся печи:

$$\begin{aligned}30 \cdot 1 &= 30 \text{ т/ч;} \\30 \cdot 24 &= 720 \text{ т/сут;} \\30 \cdot 8064 &= 241920 \text{ т/год.}\end{aligned}$$

5 Расчет расхода сырьевых материалов

Учитывая 1 % присадки топлива в процессе обжига, расход сырьевых материалов следует считать для 100 т (CaO + MgO):

$$30 \cdot \frac{100 - 1}{100} = 29,7 \text{ т/ч.}$$

Теоретически удельный расход карбонатной породы для производства (CaO + MgO) получили ранее:

$$D_{\text{т.т}} = \frac{1000}{571,836} = 1,75 \text{ т/т карбонатных пород.}$$

При учёте обеспечения отходящих газов считаются потери до 1 %.
Расчёт карбонатных пород:

$$\begin{aligned}1,75 \cdot \frac{100}{100 - 1} &= 1,77 \text{ т/т;} \\1,77 \cdot 29,7 &= 52,5 \text{ т/ч;} \\52,5 \cdot 24 &= 1261,6 \text{ т/сут;} \\52,5 \cdot 8064 &= 423360 \text{ т/год.}\end{aligned}$$

Определение расхода отдельных компонентов сырьевой смеси:
карбонатная порода

$$\begin{aligned}1,77 \cdot \frac{90}{100} &= 1,59 \text{ т/т;} \\1,59 \cdot 29,7 &= 47,3 \text{ т/ч;} \\47,3 \cdot 24 &= 11,35 \text{ т/сут;} \\47,3 \cdot 8064 &= 381427 \text{ т/год;}\end{aligned}$$

глинистые примеси

$$1,77 \cdot \frac{5}{100} = 0,09 \text{ т/т};$$

$$0,09 \cdot 29,7 = 2,67 \text{ т/ч};$$

$$2,67 \cdot 24 = 64,08 \text{ т/сут};$$

$$2,67 \cdot 8064 = 21531 \text{ т/год};$$

песчаные примеси

$$1,77 \cdot \frac{5}{100} = 0,09 \text{ т/т};$$

$$0,09 \cdot 29,7 = 2,67 \text{ т/ч};$$

$$2,67 \cdot 24 = 64,08 \text{ т/сут};$$

$$2,67 \cdot 8064 = 21531 \text{ т/год}.$$

С учётом влажности ($W = 4 \%$) расход сырьевых материалов:
карбонатная порода

$$1,59 \cdot \frac{100}{100 - 4} = 1,66 \text{ т/т};$$

$$1,66 \cdot 29,7 = 49,3 \text{ т/ч};$$

$$49,3 \cdot 24 = 1183 \text{ т/сут};$$

$$49,3 \cdot 8064 = 397555 \text{ т/год};$$

глинистые примеси

$$0,09 \cdot \frac{100}{100 - 4} = 0,093 \text{ т/т};$$

$$0,093 \cdot 29,7 = 2,76 \text{ т/ч};$$

$$2,76 \cdot 24 = 66,29 \text{ т/сут};$$

$$2,76 \cdot 8064 = 22257 \text{ т/год};$$

песчаные примеси

$$0,09 \cdot \frac{100}{100 - 4} = 0,093 \text{ т/т};$$

$$0,093 \cdot 29,7 = 2,76 \text{ т/ч};$$

$$2,76 \cdot 24 = 66,29 \text{ т/сут};$$

$$2,76 \cdot 8064 = 22257 \text{ т/год.}$$

6 Дробильно-сортировочное отделение

В данном отделении применяем молотковую дробилку, в которой используется принцип ударного разрушения, как для одностадийного дробления сырьевых материалов, так и для вторичного дробления материала, с сортировкой max Д25 мм.

Согласно исходным данным потери составляют 8 %, из них 4 % – на карьере и 4 % – при дроблении и сортировке.

Карьер и дробильное отделение работает 305 суток в год в одну смену:

$$305 \cdot 8 = 2440 \text{ ч.}$$

Для производства 242640 т/год извести (CaO + MgO) необходимо сырьевых материалов:

карбонатной породы – 397555 т/год;

глинистых примесей – 22257 т/год;

песчаных примесей – 22257 т/год;

С учётом 8 % потерь требуется:

карбонатной породы

$$397555 \cdot \frac{100 + 5}{100} = 417433 \text{ т/год};$$

$$417433 : 305 = 1369 \text{ т/сут};$$

$$1369 : 8 = 171 \text{ т/ч};$$

глинистых примесей

$$22257 \cdot \frac{100 + 5}{100} = 23370 \text{ т/год};$$

$$23370 : 305 = 77 \text{ т/сут};$$

$$77 : 8 = 9,6 \text{ т/ч};$$

песчаных примесей

$$22257 \cdot \frac{100 + 5}{100} = 23370 \text{ т/год};$$

$$23370 : 305 = 77 \text{ т/сут};$$

$$77 : 8 = 9,6 \text{ т/ч.}$$

Таким образом, производительность карьера должна обеспечить добычу:

	Карбонатной породы	Песчаных примесей и глины
В год	417433	+ 23370 + 23370 = 464173 т.
В сутки	1369	+ 77 + 77 = 1523 т.
В час	171	+ 9,6 + 9,6 = 190,2 т.

Из справочника по вычисленной производительности определим количество дробильно-сортировочных машин. В данном отделении завода применяем одну дробильно-сортировочную машину СМ-170-Б производительностью 200 т/ч и мощностью 250 кВт [3, с. 109, таблица 3.4].

7 Материальный баланс дробильно-сортировочного отделения

В час 200 т.

В сутки $200 \cdot 24 = 4800$ т.

В год $200 \cdot 8064 = 1612800$ т.

8 Дробильно-молотильное отделение

На данном заводе помол происходит по сухому способу. Помол сырьевых материалов при сухом способе производства осуществляется преимущественно по одностадийной схеме в замкнутом цикле. Применяются помольные установки, в которых помол и сушка материалов происходят непосредственно в мельнице, а также установки, где материал сушат в сепараторах перед поступлением в мельницу.

Согласно материального баланса обжигового цеха

В час 30 т.

В сутки $30 \cdot 24 = 720$ т.

В год $30 \cdot 8064 = 241920$ т.

Потери при складировании неизбежны и могут составить до 1 %:

$$241920 \cdot \frac{100 - 1}{100} = 239501 \text{ т.}$$

При работе отделения 262 дня в 3 смены в сутки необходимо извести:

$$239501 : 262 = 914,1 \text{ т/сут;}$$

$$239501 : 6288 = 38,1 \text{ т/ч.}$$

Потери могут составить 0,5 %, тогда действительная производительность:

$$239501 \cdot \frac{100 - 0,5}{100} = 238303 \text{ т/год};$$

$$914,1 \cdot \frac{100 - 0,5}{100} = 909,5 \text{ т/сут};$$

$$38,1 \cdot \frac{100 - 0,5}{100} = 38 \text{ т/ч.}$$

По производительности помольных машин в час выбираем количество мельниц.

Из справочника по технологическим характеристикам выбираем трубную шаровую мельницу производительностью при тонком помоле по 38 т/ч, мощностью 17 кВт. [3, с. 135, таблица 3.2].

9 Материальный баланс отделения помола

В час 38 т.

В сутки $38 \cdot 24 = 912$ т.

В год $38 \cdot 6288 = 238944$ т.

10 Складирование молотой негашиёной извести

В соответствии с расчётами на склад поступает:

В год 238944 т.

В сутки 912 т.

В час 38 т.

Учитывая потери 0,5 % получаем количество отгружаемой извести:

$$\text{В год } 238944 \cdot \frac{100 - 0,5}{100} = 237749 \text{ т.}$$

$$\text{В сутки } 912 \cdot \frac{100 - 0,5}{100} = 907 \text{ т.}$$

$$\text{В час } 38 \cdot \frac{100 - 0,5}{100} = 37,8 \text{ т.}$$

Из расчётов и характеристики силосов принимаем шесть силосных емкостей первой группы с объемом по 160 тонн, состоящих из металлических силосных банок. Склады первой группы рассчитаны на приём извести из автоизвезтизов [4, с. 156]. Расчет производительности завода сведем в таблицу:

№ пп	Наименование продукции	Едини ца измер ения	Производительность			
			в час П _ч	в смену П _{см}	в сутки П _{сут}	в год П _г
1	Молодая негашеная известь	т	37,8	302,4	907	237749

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

Составление материального баланса цементного завода

Пример составления материального баланса портландцементного завода, работающего по мокрому способу.

Исходные данные:

Годовая производительность завода – 1350 тыс. т цемента.

Состав портландцемента:

 клинкер – 87 %;

 гидравлические добавки – 10 %;

 гипс – 3 %.

Величина присадки топлива – 4 %.

Состав сырьевой смеси:

 известняк – 82,79 %;

 глина – 10,48 %;

 трепел – 6,73 %.

Естественная влажность сырьевых материалов, топлива и добавок:

 известняк – 5 %;

 глина – 15 %;

 трепел – 20 %;

 гипс – 6 %;

 топливо – 6 %.

Влажность шлама – 36 %.

Состав топлива – пылеугольная смесь донецких углей марок «Т» и «Г» (1:1); калорийность смеси 6100 ккал/кг.

Потери при прокаливании сырьевой смеси – 35,54 %.

Производственные потери:

 – сырьевых материалов – 2,5 %;

 – клинкера – 0,5 %;

 – добавок (каждой) – 1,0 %;

- цемента – 1,0 %;
- топлива – 1 %.

Коэффициент использования вращающихся печей – 0,92.

Режим работы в течение года:

- карьер и дробильное отделение – 307 дней по 8 ч в сутки – 2456 ч;
- цех обжига клинкера – 337 дней по 24 ч в сутки – 8088 ч;
- отделение помола сырья – 307 дней по 24 ч в сутки – 7368 ч;
- отделение помола цемента – 307 дней по 24 ч в сутки – 7368 ч;
- силосно-упаковочное отделение – 365 дней по 24 ч в сутки – 8760 ч.

Выбор типа печей зависит от способа производства (мокрый или сухой); вида и качества топлива; вида, качества, свойств сырья и т. д.

При мокром способе производства применяют только вращающиеся печи.

Ранее построенные заводы оборудованы сравнительно короткими печами длиной 50–90 м.

Строящиеся заводы оснащают мощными высокопроизводительными вращающимися печами:

- диаметром 4,5 м, длиной 170 м, производительностью 50 т/ч;
- диаметром 5 м, длиной 185 м, производительностью 75 т/ч;
- диаметром 7 м, длиной 230 м, производительностью 125 т/ч.

При производстве цемента сухим способом применяют короткие вращающиеся печи длиной не более 75 м с установками для использования тепла отходящих газов и шахтные печи. В последних обжигают мергельные породы и искусственно приготовленную сырьевую смесь в виде брикетов.

Определение количества печей зависит от производительности завода (по клинкеру) и производительности печного агрегата.

В рассматриваемом примере годовая производительность завода по клинкеру

$$\ddot{I}_a \frac{\hat{E}}{100} = 1350000 \cdot \frac{87}{100} = 1174500 \text{ т/год,}$$

где \ddot{I}_a – годовая производительность завода по цементу, т/год;

K – содержание клинкера в цементе, %.

При коэффициенте использования вращающихся печей – 0,92, печи работают в течение года $365 \cdot 0,92 = 337$ сут или $337 \cdot 24 = 8088$ ч. Отсюда часовая производительность всех печей $1174500 / 8088 = 145,22$ т/ч.

1 Материальный баланс цеха обжига

Производительность двух вращающихся печей

$$75 \cdot 2 = 150 \text{ т/ч;}$$

$$150 \cdot 24 = 3600 \text{ т/сут};$$

$$150 \cdot 8088 = 1213200 \text{ т/год.}$$

2 Расчет расхода сырьевых материалов

Учитывая 4 % присадки золы в процессе обжига клинкера, расход сырьевых материалов следует считать не для производства 150 т/ч клинкера, а

$$150 \cdot \frac{100 - 4}{100} = 144 \text{ т/ч.}$$

Теоретический удельный расход сухого сырья для производства клинкера (CaO + MgO) определяем с учетом потерь при прокаливании

$$\frac{100}{100 - 35,54} = 1,55 \text{ т/т клинкера,}$$

где 35,54 – потери при прокаливании сырьевой смеси.

На современных заводах для обеспыливания отходящих газов вращающихся печей устанавливают электрофильтры, что дает возможность считать потери сырья с отходящими газами не более 1 %. Тогда расход сухого сырья

$$1,55 \cdot \frac{100}{100 - 1} = 1,566 \text{ т/т клинкера};$$

$$1,566 \cdot 144 = 225,5 \text{ т/ч};$$

$$225,5 \cdot 24 = 5412,0 \text{ т/сут};$$

$$225,5 \cdot 8088 = 1823844 \text{ т/год.}$$

Определим расход отдельных компонентов сухой сырьевой смеси:
известняк

$$1,566 \cdot \frac{82,79}{100} = 1,296 \text{ т/т клинкера};$$

$$1,296 \cdot 144 = 183,92 \text{ т/ч};$$

$$183,92 \cdot 24 = 4414,08 \text{ т/сут};$$

$$183,92 \cdot 8088 = 1487544,96 \text{ т/год};$$

глина

$$1,566 \cdot \frac{10,48}{100} = 0,164 \text{ т/т клинкера};$$

$$0,164 \cdot 144 = 23,62 \text{ т/ч};$$

$$23,62 \cdot 24 = 566,88 \text{ т/сут};$$

$$23,62 \cdot 8088 = 191038,56 \text{ т/год};$$

трепел

$$1,566 \cdot \frac{6,73}{100} = 0,106 \text{ т/т клинкера};$$

$$0,106 \cdot 144 = 15,26 \text{ т/ч};$$

$$15,26 \cdot 24 = 366,24 \text{ т/сут};$$

$$15,26 \cdot 8088 = 123422,88 \text{ т/год}.$$

С учётом естественной влажности расход сырьевых материалов соответственно:

известняк

$$1,296 \cdot \frac{100}{100 - 5} = 1,364 \text{ т/т клинкера};$$

$$1,364 \cdot 144 = 196,42 \text{ т/ч};$$

$$196,42 \cdot 24 = 4714,08 \text{ т/сут};$$

$$196,42 \cdot 8088 = 1588644,96 \text{ т/год};$$

глина

$$0,164 \cdot \frac{100}{100 - 15} = 0,193 \text{ т/т клинкера};$$

$$0,193 \cdot 144 = 27,79 \text{ т/ч};$$

$$27,79 \cdot 24 = 666,96 \text{ т/сут};$$

$$27,79 \cdot 8088 = 224765,62 \text{ т/год};$$

трепел

$$0,106 \cdot \frac{100}{100 - 20} = 0,1325 \text{ т/т клинкера};$$

$$0,1325 \cdot 144 = 19,08 \text{ т/ч};$$

$$19,08 \cdot 24 = 457,92 \text{ т/сут};$$

$$19,08 \cdot 8088 = 154319,04 \text{ т/год.}$$

3 Расчет расхода шлама

Часовой расход шлама

$$\dot{A}_\phi = \frac{100 \dot{A}_n}{(100 - W_\phi) \gamma_\phi},$$

где A_ϕ – расход шлама, м³/ч;

A_c – расход сухого сырья, т/ч;

W_ϕ – влажность шлама, %;

γ_ϕ – удельный вес шлама, т/м³.

Удельный вес шлама определяют интерполяцией следующих данных:

Влажность шлама, %	Удельный вес шлама, т/м ³
45	1,550
40	1,600
35	1,650

Для рассматриваемого случая $\gamma_\phi = 1,640 \text{ т/м}^3$. Тогда на обе печи необходимо подать шлама

$$\dot{A}_\phi = \frac{225,5 \cdot 100}{(100 - 36) 1,640} = 214,84 \text{ м}^3/\text{ч};$$

$$214,84 \cdot 24 = 5156,16 \text{ м}^3/\text{сут};$$

$$214,84 \cdot 8088 = 1737625,9 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Примечание – При сухом способе производства потребность в увлажненном сырье

$$\dot{A}_\phi = \dot{A}_n \frac{100 + W_\phi}{100}.$$

4 Материальный баланс отделения помола сырья

Из предыдущих расчетов следует, что отделение помола сырья, работающее с выходными днями (307 суток в году по 3 смены в сутки), должно обеспечить помол 1823844 т/год сухих сырьевых материалов.

Следовательно, должно быть измолото сухого сырья:

В сутки $1823844 : 307 = 5940,86$ т.

В час $5940,86 : 24 = 247,54$ т.

В том числе расход отдельных компонентов:
известняк

В час $247,54 \cdot \frac{82,79}{100} = 204,94$ т.

В сутки $5940,86 \cdot \frac{82,79}{100} = 4916,44$ т.

В год $1823844 \cdot \frac{82,79}{100} = 1509960$ т.

глина

В час $247,54 \cdot \frac{10,48}{100} = 25,90$ т.

В сутки $5940,86 \cdot \frac{10,48}{100} = 622,60$ т.

В год $1823844 \cdot \frac{10,48}{100} = 191138,85$ т.

трепел

В час $247,54 \cdot \frac{6,73}{100} = 16,66$ т.

В сутки $5940,86 \cdot \frac{6,73}{100} = 399,82$ т.

В год $1823844 \cdot \frac{6,73}{100} = 122274,60$ т.

Для образования шлама одновременно с исходными материалами в сырьевые мельницы подается и вода. Потребность в воде

$$W_a = \dot{A}_v \gamma_v - (\dot{A}_n + W_e + W_a + W_o),$$

где W_v – количество воды, необходимое для приготовления шлама, м³/ч;

$A_{ш}$ – потребность в готовом шламе, м³/ч;

$\gamma_{ш}$ – удельный вес шлама, т/м³;

A_c – потребность в сухом сырье, т/ч;
 $W_{и}, W_{г}, W_{т}$ – количество воды, поступающее соответственно с натурным известняком, глиной и трепелом, т/ч.

На основании приведенных ранее расчетов:

$$A_{ш} = 214,84 \text{ м}^3/\text{ч}; \gamma_{ш} = 1,640 \text{ т/м}^3; A_c = 225,2 \text{ т/ч};$$

$$W_{и} = 196,42 - 183,92 = 12,5 \text{ т/ч};$$

$$W_{г} = 27,79 - 23,62 = 4,17 \text{ т/ч};$$

$$W_{т} = 19,08 - 15,25 = 3,83 \text{ т/ч}.$$

Подставляя эти данные в формулу, определяем расход воды на приготовление шлама:

$$W_b = 214,84 \cdot 1,640 - (225,50 + 12,50 + 4,17 + 3,83) = 106,35 \text{ т/ч};$$

$$106,35 \cdot 24 = 2552,4 \text{ т/сут};$$

$$2552,4 \cdot 307 = 783586,8 \text{ т/год}.$$

5 Материальный баланс карьера и дробильного отделения

Согласно исходным данным потери сырья составляют 2,5 %. Из них 1,5 % – это потери на карьере, при транспортировке и дроблении в дробильном отделении и 1 % – потери сырья с отходящими газами вращающихся печей (см. материальный баланс цеха обжига).

Карьер, как и дробильное отделение, работает с выходными днями 307 суток в году по две смены в сутки:

$$307 \cdot 16 = 4912 \text{ ч}.$$

Для производства 1213200 т/год клинкера необходимое количество сырьевых материалов, как было получено выше, составляет:

известняка – 1588645 т/год;

глины – 224766 т/год.

С учётом 1,5 % потерь требуется:

известняка

$$1588645 \cdot \frac{100 + 1,5}{100} = 1612475 \text{ т/год};$$

$$1612475 : 305 = 5252,36 \text{ т/сут};$$

$$5252,36 : 16 = 328,27 \text{ т/ч};$$

глины

$$224766 \cdot \frac{100 + 1,5}{100} = 228137 \text{ т/год};$$

$$228137 : 305 = 743,12 \text{ т/сут};$$

$$743,12 : 16 = 46,45 \text{ т/ч.}$$

Таким образом, производительность карьера должна обеспечить добычу, а дробильное отделение – следующее количество материалов:

	Известняка	Глины
В год	1612475 т	228137 т.
В сутки	5252,36 т	743,12 т.
В час	328,27 т	46,45 т.

6 Материальный баланс клинкерного склада и отделения помола цемента

На клинкерный склад отправляют клинкер, гидравлические добавки и гипс.

Из данных материального баланса цеха обжига следует, что на склад поступает клинкера:

В час 150 т.

В сутки 3600 т.

В год 1213200 т.

При хранении сыпучих материалов в складских помещениях неизбежны некоторые потери:

клинкера 0,5 %;

трепела 1,0 %;

гипса 1,0 %.

Таким образом, в отделение помола цемента за год поступает клинкера

$$1213200 \cdot \frac{100 - 0,5}{100} = 1207134 \text{ т.}$$

При работе отделения помола цемента 307 суток в году по 3 смены в сутки (7368 ч в год) необходимо клинкера:

В сутки $1207134 : 307 = 3932$ т.

В час $1207134 : 7368 = 163,83$ т.

Введение при помоле цемента гидравлических добавок (10 %) и гипса (3 %) определяет потребность отделения помола клинкера в этих материалах:

трепела

$$1207134 \cdot \frac{25}{100 - 29} = 425047,18 \text{ т/год};$$

$$425047,18 : 307 = 1384,52 \text{ т/сут};$$

$$425047,18 : 7368 = 57,69 \text{ т/ч};$$

гипса

$$1207134 \cdot \frac{4}{100 - 29} = 68007,55 \text{ т/год};$$

$$68007,55 : 307 = 221,52 \text{ т/сут};$$

$$68007,55 : 7368 = 9,23 \text{ т/ч}.$$

Из приведенных выше расчетов следует, что производительность отделения помола цемента

$$1207134 + 425047,18 + 68007,55 = 1700188,73 \text{ т/год (цемента)};$$

$$3932 + 1384,52 + 221,52 = 5538,04 \text{ т/сут (цемента)};$$

$$163,83 + 57,69 + 9,23 = 230,75 \text{ т/ч (цемента)}.$$

Аспирация цементных мельниц осуществляется на современных заводах с помощью электрофильтров. При этом потери цемента могут быть приняты порядка 0,5 %. Тогда действительная производительность помольного отделения

$$1700188,73 \cdot \frac{100 - 0,5}{100} = 1691687,79 \text{ т/год (цемента)};$$

$$5538,04 \cdot \frac{100 - 0,5}{100} = 5510,35 \text{ т/сут (цемента)};$$

$$230,75 \cdot \frac{100 - 0,5}{100} = 229,60 \text{ т/ч (цемента)}.$$

Если учесть, что на помол трепел подают после предварительной сушки (естественная влажность трепела 20 %) и потери его на складе примерно 1 %, то количество трепела, поступающее на склад за год, должно быть

$$425047,18 \cdot \frac{100 \cdot 100}{(100 - 20)(100 - 1)} = 536675,73 \text{ т}.$$

Что же касается гипса, то здесь должен быть учтен только 1 % его потерь, так как гипс поступает на помол без предварительной сушки:

$$68007,55 \cdot \frac{100}{100 - 1} = 68694,49 \text{ т/год.}$$

Поступающий из вращающихся печей на склад клинкера поливают водой, при этом расход воды на поливку принимается равным 1 % от веса клинкера, то есть

$$\text{В час } 150 \cdot \frac{1}{100} = 1,5 \text{ т.}$$

$$\text{В сутки } 3600 \cdot \frac{1}{100} = 36 \text{ т.}$$

$$\text{В год } 1213200 \cdot \frac{1}{100} = 12132 \text{ т.}$$

7 Материальный баланс силосно-упаковочного отделения

В соответствии с приведенными расчетами в силосно-упаковочное отделение поступает цемента

В год 1691687,79 т.

В сутки 5510,39 т.

В час 229,60 т.

Учитывая потери цемента при упаковке и отгрузке порядка 0,5 %, получим количество цемента, подлежащее отгрузке:

$$1691687,79 \cdot \frac{100 - 0,5}{100} = 1683229,35 \text{ т/год;}$$

$$1683229,35 : 365 = 4611,59 \text{ т/сут.}$$

Поскольку суточная отгрузка зависит от количества и времени поступления транспорта под погрузку цемента, то отгрузка цемента в час не может быть подсчитана. Соответственно, по суточной производительности и подбирают силосные емкости в количестве 14 штук, объемом по 320 тонн. Расчет производительности завода сведем в таблицу:

№ пп	Наименование продукции	Единица измерения	Производительность			
			в час П _ч	в смену П _{см}	в сутки П _{сут}	в год П _г
1	Портландцемент	т	192,16	1537,19	4611,59	1683229,35

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Волженский, А. В.** Минеральные вяжущие вещества / А. В. Волженский, Ю. С. Буров, В. С. Колокольников. – М. : Стройиздат, 1999. – 479 с.
- 2 Справочник по проектированию цементных заводов. – М. : Стройиздат, 1999. – 325 с.
- 3 Краткий справочник технолога цементного завода / под ред. И. В. Кравченко. – М. : Стройиздат, 1994. – 306 с.
- 4 **Бутт, Ю. М.** Технология цемента и других вяжущих материалов / Ю. М. Бутт. – М. : Стройиздат, 1996. – 452 с.
- 5 **Банит, Ф. Г.** Механическое оборудование цементных заводов / Ф. Г. Банит, О. А. Несвижинский. – М. : Машиностроение, 1995. – 314 с.
- 6 **Силенок, С. Г.** Механическое оборудование цементных заводов / С. Г. Силенок. – М. : Машиностроение, 1999. – 386 с.
- 7 **Сапожников, М. Я.** Справочник по оборудованию заводов строительных материалов / М. Я. Сапожников. – М. : Стройиздат, 1990. – 392 с.
- 8 **Сулеменко, Л. М.** Технология минеральных вяжущих материалов и изделий на их основе / Л. М. Сулеменко. – М. : Высшая школа, 2003. – 390 с.
- 9 **Несвижинский, О. А.** Справочник механика цементного завода / О. А. Несвижинский, Ю. И. Дешко. – М. : Машиностроение, 1997. – 392 с.
- 10 **Рояк, С. М.** Специальные цементы / С. М. Рояк, Г. С. Рояк. – М. : Стройиздат, 2003. – 279 с.

Учебное издание

Осмоловская *Мария Григорьевна*
Долгачева *Марина Николаевна*
Чернюк *Наталья Владимировна*

ВЯЖУЩИЕ ВЕЩЕСТВА

Учебно-методическое пособие

Редактор Т. М. Ризевская
Технический редактор В. Н. Кучерова

Подписано в печать 24.10.2012 г. Формат 60×84 ¹/₁₆.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 2,09. Уч.-изд. л. 1,32. Тираж 100 экз.
Зак. № . Изд. № 77.

Издатель и полиграфическое исполнение
Белорусский государственный университет транспорта:
ЛИ № 02330/0552508 от 09.07.2009 г.
ЛП № 02330/0494150 от 03.04.2009 г.
246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34.