

Министерство образования и науки Российской Федерации

Кумертауский филиал  
федерального государственного  
бюджетного образовательного учреждения  
высшего профессионального образования  
«Оренбургский государственный университет»  
(Кумертауский филиал ОГУ)

Кафедра производства строительных материалов, изделий и конструкций

**Пудовкин А.Н.**

**Методические указания  
к курсовому проектированию  
по дисциплине «Вяжущие вещества»**

для студентов, обучающихся по программам высшего профессионального образования по направлению подготовки 270800.62 Строительство профиль подготовки «Производство строительных материалов, изделий и конструкций» очной и заочной формы обучения

Рекомендовано к изданию Научно-методическим советом  
Кумертауского филиала ОГУ

Кумертау 2012

УДК 691.5  
ББК 38.3

**Пудовкин А.Н.**

Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Вяжущие вещества» / А.Н. Пудовкин; Кумертауский филиал ОГУ – Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2012. – 35 с.

Методические указания предназначены для выполнения курсового проекта по дисциплине «Вяжущие вещества» для студентов направления подготовки 270800.62 – Строительство очной и заочной форм обучения, профиля подготовки – Производство строительных материалов, изделий и конструкций.

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры *производства строительных материалов, изделий и конструкций* № протокола 4, от «11» декабря 2012г.

Методические указания рекомендованы к изданию решением Научно-методического совета Кумертауского филиала ОГУ, протокол № 3, от «24» января 2013г.

© Пудовкин А.Н. 2012

© Кумертауский филиал ОГУ, 2012

## Содержание

	Введение.....	4
1	Общие указания.....	6
1.1	Цели курсового проектирования.....	6
1.2	Задание на курсовое проектирование.....	6
1.3	Состав и объем курсового проектирования .....	6
1.4	Оформление курсового проекта.....	7
2	Основная часть.....	7
2.1	Введение.....	7
2.2	Литературный обзор.....	7
2.3	Технологическая часть.....	7
2.3.1	Номенклатура продукции.....	8
2.3.2	Сырье.....	8
2.3.3	Расчет состава сырьевой смеси.....	8
2.3.4	Выбор, обоснование и описание технологической схемы производства проектируемого либо реконструируемого предприятия.....	12
2.3.5	Режим работы и фонд рабочего времени предприятия и оборудования.....	13
2.3.6	Материальный баланс.....	16
2.3.7	Выбор и расчет количества единиц оборудования.....	18
2.3.8	Расчет складов и бункеров.....	20
2.3.9	Расчет потребности электроэнергии.....	23
2.3.10	Расчет потребности в рабочей силе.....	24
2.3.11	Контроль качества продукции и технологического процесса.....	24
2.4	Безопасность и экологичность проекта .....	28
2.5	Технико-экономические показатели.....	28
	Список использованных источников.....	30
	Приложение 1.....	31
	Приложение 2.....	32
	Приложение 3.....	33
	Приложение 4.....	35

## Введение

Дисциплина «Вяжущие вещества» изучается студентами в 5 семестре по направлению подготовки 270800.62 – Строительство, профиля подготовки – Производство строительных материалов, изделий и конструкций.

*Задачи освоения дисциплины:*

- познакомить с классификацией вяжущих веществ, историей создания и современным производством;
- изучить химическую технологию воздушных, гидравлических и органических вяжущих веществ;
- изучить процессы, происходящие при твердении вяжущих веществ, технические требования к ним, области эксплуатации.

В результате освоения дисциплины **студент должен:**

*знать:*

- широкий спектр вяжущих веществ;
- процессы и методы механической переработки сырья и полуфабрикатов;
- физико-химические превращения, протекающие в процессе синтеза и применения вяжущих веществ;
- современные технологические схемы производства вяжущих веществ;
- области и особенности применения вяжущих веществ, их взаимозаменяемость;
- основную нормативную документацию на технические свойства и методы испытания вяжущих веществ;

*уметь:*

- выбирать оптимальные варианты технологических процессов производства вяжущих веществ;
- решать задачи, связанные с проектированием цехов по производству вяжущих веществ;
- использовать вычислительную технику при технологических расчетах;
- определять и анализировать важнейшие строительно-технические свойства вяжущих веществ, в том числе, с использованием метода математического планирования эксперимента;

*владеть:*

- навыками испытания основных вяжущих веществ.

*приобрести опыт деятельности:*

- в выборе оптимальных вяжущих веществ для производства строительных материалов, изделий и конструкций.

Дисциплина «Вяжущие вещества» изучается студентами очной формы обучения в 5 семестре, заочной формы обучения в 7 семестре.

Трудоемкость дисциплины для очной формы обучения составляет 252 часа, из них 36 часов лекций, 36 часов практических занятий, 36 часов лабораторных работ, 117 часов отведены на самостоятельное изучение дисциплины, из них 27 часов на подготовку к экзамену, 36 часов на курсовое проектирование и 81 час на самоподготовку.

Трудоемкость дисциплины для заочной формы обучения составляет 252 часа, из них 10 часов лекций, 8 часов практических занятий, 6 часов лабораторных работ, 219 часов отведены на самостоятельное изучение дисциплины, из них 9 часов на подготовку к экзамену, 100 часов на курсовое проектирование и 119 часов на самоподготовку.

Методические указания содержат основные инструктивные материалы для самостоятельного выполнения составных частей курсового проекта по дисциплине «Вязущие вещества» с учетом современных требований, учтены состояние и тенденции развития цементной промышленности, а также опыт курсового проектирования по данной дисциплине.

## **1 Общие указания**

### **1.1 Цели курсового проектирования**

1. Систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний по технологии вяжущих материалов.
2. Развитие умения технологического проектирования предприятий по производству вяжущих материалов.

### **1.2 Задание на курсовое проектирование**

Курсовой проект выполняется по заданию, выдаваемому кафедрой. Темой курсового проекта могут служить завод или отдельный цех по производству портландцемента и его разновидностей, специальных цементов. При проектировании заводов или цехов по производству извести или гипса необходимо наряду с данными методическими указаниями использовать также ОНТП 10-85 и ОНТП 15-86. Целесообразна тематика, предусматривающая реконструкцию действующих предприятий. Проекты могут выполняться комплексно несколькими студентами с целью более полной и глубокой проработки технологической части проекта.

В задании указывается: наименование цеха или завода, мощность предприятия, вид выпускаемой продукции, вид сырья, топлива, задание на разработку графической части, рекомендуемая литература.

В отдельных случаях курсовой проект может быть заменен научно-исследовательской работой.

### **1.3 Состав и объем курсового проектирования**

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части. Объем графической части – 1,5 листа формата А1 (594x841мм). На 1 листе формата А1 выполняют план и разрезы одного из основных технологических цехов, на листе формата А2 (420x594 мм) – технологическая схема завода.

Трудоемкость выполнения графической части составляет 25%.

Состав и объем расчетно-пояснительной записки приводятся в таблице 1.

Таблица 1 – Состав и объем расчетно-пояснительной записки

Наименование разделов	Объем с.	Относительная трудоемкость
1	2	3
Введение	1-2	1
Литературный обзор	5-7	5
Технологическая часть	15-20	66

1	2	3
Безопасность и экологичность проекта	5-6	5
Технико-экономические показатели	1	2
Список использованных источников	1-2	2
Итого	28-33	75

## **1.4 Оформление курсового проекта**

Оформление пояснительной записки и графической части должно проводиться в соответствии со стандартом предприятия СТП 2069022.102-93. Общие требования и правила оформления выпускных квалификационных работ, курсовых проектов (работ), отчетов по РГР, по УИРС, по производственной практике и рефератов.

## **2 Основная часть**

В данной части даются рекомендации по содержанию каждого раздела.

### **2.1 Введение**

На основе изучения периодической литературы, прежде всего журналов «Цемент», «Строительные материалы», «Бетон и железобетон» дается краткий анализ состояния и перспективы развития производства и применения данного вяжущего, в России и за рубежом.

### **2.2 Литературный обзор**

В данном разделе проводится анализ научно-технической и нормативной литературы. Описываются существующие схемы и способы производства заданного вида вяжущего, их преимущества и недостатки. При обосновании учитываются затраты топливно-энергетических ресурсов, виды сырьевых материалов, конструктивные особенности оборудования, свойства готового продукта. При этом необходимо также отразить зарубежный опыт производства вяжущего. На основе анализа существующих проектных решений необходимо сделать выбор технологической схемы предприятия или схемы его реконструкции.

### **2.3 Технологическая часть**

Технологическая часть является основным разделом проекта и включает в себя описание строительно-технических свойств проектируемой к выпуску продукции, сырьевой базы, обоснование принимаемого к проектированию способа производства, учитывая как характеристик используемого сырья

(влажность, пестрота химического состава), так и необходимость использования энергосберегающих технологий.

Проводятся также технологические расчеты состава сырьевой смеси (с целью сокращения трудоемкости целесообразно проводить расчет на ЭВМ, используя для этого специальные программы), потребности в сырье. Осуществляется расчет складов и бункеров для хранения материалов, расчет и подбор основного технологического оборудования.

### 2.3.1 Номенклатура продукции

Номенклатура, предусмотренных к выпуску вяжущих веществ, указывается в задании на проектирование.

В этом разделе излагают основные требования к проектируемым к выпуску материалам, предъявляемые действующими ГОСТами, ТУ или другими нормативными документами (минералогический, химический и вещественные составы, марочность, строительно-технические характеристики и т.д.).

### 2.3.2 Сырье

Приводятся химический и минералогический составы заданного либо принятого при проектировании сырья, его физические характеристики (влажность, твердость, крупность, характер посторонних включений).

Проводится сравнение физико-химических характеристик сырья с таковыми, регламентируемыми для цементного сырья (либо сырья для других видов вяжущих веществ) и на основе такого сравнения делается вывод о возможности производства цемента из заданного (принятого) сырья либо необходимости использования дополнительных компонентов при приготовлении сырьевой шихты.

### 2.3.3 Расчет состава сырьевой смеси

Для различных видов вяжущих используются различные методики расчета составов сырьевых смесей. В методических указаниях приводится расчет состава портландцементной сырьевой смеси, поскольку он является наиболее сложным, а портландцемент наиболее массовым вяжущим материалом. Используя принцип расчета состава указанной сырьевой смеси, можно производить подобные расчеты и для других вяжущих.

Сырьевая смесь рассчитывается, исходя из химического состава сырьевых компонентов и модульных характеристик клинкера:

$$m = \frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3} \quad (1)$$

$$n = \frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3} \quad (2)$$



$$p = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3} \quad (3)$$

$$K_H = \frac{CaO - (1,65 \cdot Al_2O_3 + 0,35 \cdot Fe_2O_3 + 0,7 \cdot SO_3)}{2,8 \cdot SiO_2} \quad (4)$$

где  $m$  – основной (гидравлический) модуль;

$n$  – силикатный модуль;

$p$  – глиноземистый модуль;

$K_H$  – коэффициент насыщения.

$CaO$ ,  $SiO_2$ ,  $Al_2O_3$ ,  $Fe_2O_3$ ,  $SO_3$  – содержание соответствующих оксидов в компонентах, сырьевой смеси и клинкере, %.

При расчете сырьевой смеси количество модульных характеристик должно быть на единицу меньше числа компонентов. Обычно используют  $K_H$ , а также « $n$ » либо « $p$ » в зависимости от характера изменчивости химического состава компонентов. При значительных колебаниях в составе глинистого компонента содержание глинозема корректировку проводят по глиноземистому модулю, а при непостоянстве содержания кремнезема – по силикатному.

Химический состав клинкера также может быть задан соотношением минералов. В этом случае производится его пересчет на модульные характеристики.

$$n = \frac{C_2S + 1,33 \cdot C_2S}{1,44 \cdot C_2A + 2,05 \cdot C_4AF} \quad (5)$$

$$p = \frac{1,15 \cdot C_2A}{C_4AF} \quad (6)$$

$$K_H = \frac{C_2S + 0,89 \cdot C_2S}{C_2S + 1,33 \cdot C_2S} \quad (7)$$

Расчет может производиться по методике Окорокова С.Л., либо Когана М.С. Вторая – более удобная, позволяет на любом этапе расчета контролировать его точность, позволяет на любом этапе расчета контролировать его точность, поэтому цементные заводы, как правило, используют ее. Обычно цементные заводы работают на 3-х компонентной сырьевой смеси; исходя из этого положения, рассмотрим расчет 3-х компонентной сырьевой смеси по заданным значениям  $K_H$  и  $n$  без учета присадки золы топлива.

Химические составы сырьевых компонентов сводят в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав исходных сырьевых материалов

Компоненты	Химический состав, %								
	$SiO_2$	$Al_2O_3$	$Fe_2O_3$	$CaO$	$MgO$	$SO_3$	$R_2O$	ППП	$\Sigma$
Известняк									

Глина									
Огарки (песок)									

Если сумма оксидов и ППП (потерь при переработке) превышает 100%, то состав компонентов необходимо пересчитать на 100% путем умножения содержания оксидов и ППП на коэффициент  $k$ , рассчитываемый по формуле

$$k = \frac{100}{(\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \dots + \text{ППП})} \quad (8)$$

где  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ , ..., ППП – содержание соответствующих оксидов в компоненте, %.

Если же сумма оксидов и ППП менее 100%, то путем добавления «прочих» состав приводится к 100%. Для упрощения расчетов в «прочие» можно также отнести  $\text{MgO}$ ,  $\text{R}_2\text{O}$  и даже  $\text{SO}_3$ . Пересчитанные составы сводятся в табл. 3

Таблица 3 – Химический состав исходных сырьевых материалов в пересчете на 100%

Компоненты	Химический состав, %								п	р
	$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	$\text{SO}_3$	проч	ППП	сумма		
Известняк										
Глина										
Огарки										

Проводится расчет модульных характеристик (п или р) для выбора вида корректирующей добавки; при этом исходят из следующего. Если «п» компонентов низок, то его повышают вводом добавок с высоким содержанием кремнезема, а если высок – снижают вводом железо-, глиноземсодержащих добавок.

При низком значении «п» карбонатного компонента его, как правило, корректируют глинистым компонентом.

Корректирование основных компонентов по «п» добавкам, например, огарками проводят по формулам, позволяющим установить соотношение между основным компонентом и добавкой для получения заданного «п».

$$\frac{\text{огарки}}{\text{известняк}} = \frac{[\text{SiO}_2 - n(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)] \text{ известняка}}{[n(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3) - \text{SiO}_2] \text{ огарок}} = \frac{x \text{ вес. частей огар.}}{y \text{ вес. частей извест.}} \quad (9)$$

$$\frac{\text{огарки}}{\text{глина}} = \frac{[\text{SiO}_2 - n(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3)] \text{ глины}}{[n(\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3) - \text{SiO}_2] \text{ огарок}} = \frac{x \text{ вес. частей огар.}}{y \text{ вес. частей глины}} \quad (10)$$

Установленные соотношения пересчитывают на 100% и затем высчитывают химический состав откорректированных материалов, который сводят в таблицу 4.

Таблица 4 – Химический состав откорректированных материалов

Компоненты	Химический состав, %									n	p
	ППП	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	SO <sub>3</sub>	проч	ППП	сумма		
х огарков											
у известняка											
Известняк I											
р огарков											
q глины											
Глина I											

Проверяются заданные значения «n» по откорректированным известняку I и глине I и если они расходятся с заданным значением не более чем на 0,5%, то корректировка считается проведенной верно.

Далее устанавливается соотношение между откорректированным известняком I и глиной I по заданному КН.

$$\frac{\text{известняк}}{\text{глина}} = \frac{[2,8 \cdot \text{SiO}_2 \cdot k_n + 1,65 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3 - \text{CaO}] \text{ гл. I}}{[\text{CaO} - (2,8 \cdot \text{SiO}_2 \cdot k_n + 1,65 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3)] \text{ изв. I}} = \frac{x \text{ вес. частей изв. I}}{y \text{ вес. частей глины I}} \quad (11)$$

Соотношение между известняком I и глиной I пересчитывают на 100%.  
Определяется расход сухих материалов на 100 кг сырьевой смеси:

огарков в известняке I	– xm
известняка в известняке I	– um

Итого: xm+um

огарков в глине I	– pn
глины в глине I	– qn

Итого: pn+qn

Всего огарков:	в известняке I	– xm
	в глине I	– pn

Итого: xm+pn

Всего сухих компонентов:

известняка	– um, кг–um, %
глины	– qn, кг–qn, %
огарков	– (pn+xm), кг–(pn+xm), %

Итого: 100,00 кг–100. 00%

Химический состав сырьевой смеси, рассчитанный по выше приведенному соотношению компонентов, и клинкера, отличающегося от состава сырьевой смеси отсутствием ППП, сводится в таблице 5.

Коэффициент пересчета химического состава сырьевой смеси на химический состав клинкера вычисляется по формуле:

$$k_{\text{пер}} = \frac{100}{(100 - \text{ППП}) \text{ сырой смеси}} \quad (12)$$

Затем все составляющие химического состава сырьевой смеси, исключая ППП, умножаются на  $k_{\text{пер}}$ , в результате устанавливается химический состав клинкера.

Таблица 5 – Химический состав сырьевой смеси и клинкера

Компаненты	Химический состав, %								n	p	k <sub>n</sub>
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	SO <sub>3</sub>	проч	ППП	сумма			
ум известняка											
qn глины											
(рп+хм) огарков											
Сырьевая смесь											
Клинкер											

В том случае, если обжиг сырьевой смеси проводится на твердом топливе, необходимо учитывать присадку золы и топлива к клинкеру. Количество присадки золы и ее химический состав задаются, исходя из практических данных.

Затем проводится расчет по вышеприведенной методике, причем золу топлива корректируют одним из заданных сырьевых компонентов до получения принятых модульных характеристик. Расчет ведут на прокаленное сырье.

Расход компонентов определяется исходя из получения «зольного» клинкера и обычного клинкера, а затем приводят расчет к 100 кг клинкера.

Затем производится расчет на сырьевую смесь, учитывая ППП сырьевых компонентов и смеси.

Методика расчета состава сырьевой смеси с учетом присадки золы топлива приведена в специальной литературе.

#### **2.3.4 Выбор, обоснование и описание технологической схемы производства проектируемого либо реконструируемого предприятия**

Способ производства цемента (мокрый, сухой или комбинированный) определяется прежде всего физико-химическими свойствами сырья, технико-экономическими показателями, а при реконструкции предприятия также существующей технологической схемой и установленным оборудованием.

Технологическая схема производства должна предусматривать установку высокопроизводительного оборудования на всех технологических пределах.

Технологическая схема размещается на отдельном листе в пояснительной записке и сопровождается поясняющими надписями. За графическим изображением технологической схемы следует подробное ее описание.

При реконструкции действующего предприятия следует привести технологические схемы предприятия до реконструкции и после ее проведения с детальным описанием сущности реконструкции.

### 2.3.5 Режим работы и фонд рабочего времени предприятия и оборудования

Режим работы по основным переделам и оборудованию следует принимать в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6 – Режим работы оборудования

Наименование переделов	Количество смеси в сутках	Годовой фонд рабочего времени, сут.	Примечание
1	2	3	4
Отделения предварительного измельчения сырьевых материалов, добавок и топлива (дробилки, мельницы грубого измельчения и т.п.)	2	$\frac{260}{4160}$	Исключая дробилки-сушилки
Дробилка-сушилки	3	$\frac{365}{8760}$	-
Склады сырьевых материалов, добавок, топлива, сырьевой муки, клинкера, цемента, интенсификаторов, минерализаторов, пластификаторов	2÷3	$\frac{260 \div 365}{4160 \div 8760}$	В зависимости от режима работы производств, обеспечивающих подачу и потребление складированных материалов

Продолжение таблицы 6 - Режим работы оборудования

1	2	3	4
Отделение помола цемента, компрессорная	2÷3	$\frac{260 \div 365}{4160 \div 8760}$	С учетом пиковых нагрузок в региональных энергосистемах

Цех обжига клинкера, отделение сырьевых мельниц, сушильные и топливopодготовительные отделения	3	$\frac{365}{8760}$	-
Установка по отгрузке готовой продукции (цемент, клинкер, мука, щебень и т.п.), по приему поступающих на промплощадку грузов (топливо, добавки, вспомогательные материалы и т.п.)	1÷3	$\frac{260 \div 365}{2080 \div 8760}$	Уточняется в зависимости от режима подачи железнодорожных вагонов и автотранспорта.

Для установления фактического количества часов работы основного технологического оборудования необходимо воспользоваться коэффициентом использования оборудования  $K_{и}$ , умножив на него годовой фонд рабочего времени.

$$K_{и} = \frac{8760 - П}{8760} \quad (13)$$

где 8760 – годовой календарный фонд времени, час

П – количество часов простоя за один средний год в ремонтном цикле.

Годовой фонд рабочего времени оборудования рассчитывается по формуле:

$$T_p = T_r \cdot K_{и}, \text{ ч} \quad (14)$$

где  $T_r$  – годовой календарный фонд времени, ч

$T_p = 8760$  ч

$K_{и}$  – коэффициент использования оборудования.

Коэффициент использования основного технологического оборудования и его производительности приведены в таблице 7 и 8.

Таблица 7 - Коэффициент использования и производительность печных агрегатов

Наименование агрегатов	$K_{и}$	Производительность, т\сутки
Печные агрегаты сухого способа с запечными теплообменниками и декарбонизаторами размером:		
Ø 5,0x100м	0,82	5000-5500
Ø 4,5x80м	0,85	3000-3300
Ø 4,0x60м	0,90	2000-2200
Ø 3,6x56м	0,91	1500-16500
Печные агрегаты сухого способа с запечными теплообменниками размером:		
Ø 7,0/6,4/7,0x95м	0,80	3600
Ø 5,0x75м	0,875	1700
Ø 4,0x60м	0,90	1000
Ø 3,6x36м	0,91	750
Вращающиеся печи мокрого способа производства размером		
Ø 5,6x185м	0,89	1820
Ø5,0x185м	0,89	1730
Ø4,5x170м	0,90	1200
Ø4,0x150м	0,91	840
Ø3,6x150м	0,92	600

Таблица 8 - Коэффициент использования дробильно-помольных агрегатов

Наименование агрегатов	$K_{и}$
Агрегат для дробления и подсушки глины	0,75
Агрегат для дробления карбонатного сырья	0,47-0,56
Агрегаты для помола и сушки сырья с мельницей самоизмельчения типа «Аэрофол»	0,77
Агрегат для помола и сушки сырья с трубной (шаровой мельницей)	0,77
Мельница мокрого самоизмельчения типа «Гидрофол»	0,80
Трубная (шаровая) стержневая мельница мокрого помола сырья	0,82
Агрегаты для размолы цементной шихты:	
1. работающие, в открытом цикле	0,82
2. работающие, в замкнутом цикле	0,80
Сушильный барабан	0,85

Результаты расчета фонда рабочего времени технологического оборудования и режим работы основных производственных цехов сводят в таблице 9.

Таблица 9 – Фонд рабочего времени

Наименование передела	годовой фонд рабочего времени			Количество рабочих смен в сутки
	сут.	номинальный	час	
	номинальный		фактический	

### 2.3.6 Материальный баланс

Материальный баланс определяет потребность завода в сырье, топливе, добавках, полуфабрикатах (сырьевая мука, шлам, клинкер) и других материалах, необходимых для технологического процесса.

При расчете материального баланса потери сырья, топлива, добавок, полуфабрикатов готовой продукции учитываются следующим образом:

1. Потери сырьевых материалов принимаются суммарно по всему переделу переработки сырья – 0,5%
2. Потери клинкера – 0,6%
3. Потери твердого топлива по всему переделу его переработки – 1,0%
4. Потери жидкого топлива – 0,3%
5. Потери готовой продукции (цемента) – 0,5%
6. Потери добавок и гипса – 1,0%



7. Потери добавок, вводимых в сырьевую шихту в качестве интенсификаторов – 1,0%

Расходы материалов определяются в год, сутки и час.

Суточные расходы сырья, топлива и корректирующих добавок рассчитываются, исходя из потребности печей при работе их 24 часа в сутки, годовые – из расчета 8760 часов с учетом коэффициента использования печей.

Суточный расход клинкера, добавок и гипса, а также суточная выработка цемента определяется, исходя из принятого режима работы мельниц. Таким же образом рассчитываются годовой расход материалов и выработка цемента.

Часовые расходы материалов, полуфабрикатов и выработки цемента рассчитываются из суточных показателей с учетом суточных расходов и выработки и количества часов работы соответствующих цехов в сутки.

Основным технологическим агрегатом цементного завода является вращающаяся печь, поэтому часовая производительность цеха обжига клинкера, в конечном счете, определяет производительность завода по цементу.

На первом этапе расчета материального баланса, исходя из заданной годовой производительности завода по цементу и ассортимента выпускаемой продукции, определяют годовой расход клинкера, гипса и добавок для обеспечения годовой программы и процентное соотношение между ними.

По годовому расходу клинкера, учитывая типоразмер, производительность и коэффициент использования заданного печного агрегата определяют количество печей, обеспечивающих годовую программу завода. Затем на основе разработанной технологической схемы производства, учитывая принятые режимы работы переделов, результаты расчета состава сырьевой смеси и нормированные потери материалов, проводится окончательный расчет материального баланса и сводится в таблицу 10.

Таблица 10 – Материальный баланс

Наименование	Ед. измер.	Производительность цеха		
		в час	в сутки	в год

Примечания:

1. Суточная производительность определяется путем деления годовой производительности на номинальный годовой фонд рабочего времени, сут.

2. Часовая производительность определяется путем деления годовой производительности на фактический годовой фонд рабочего времени, час.

Расчет проводится по сухим материалам.

Для определения поступления сырья, добавок и твердого топлива на завод в состоянии естественной влажности перерасчет ведется по формуле:

$$P_{\text{вл}} = \frac{P_{\text{сух}} \cdot 100}{100 - W} \quad (15)$$

где  $P_{\text{вл}}$  – количество влажного материала, т;

$P_{\text{сух}}$  – количество сухого материала, т;

$W$  – влажность материала, %.

При расчете расхода сырья необходимо учитывать неравномерность его потребления во времени введением коэффициентов  $K_n$ , равных 1,3 – для часовой производительности, 1,1 – суточной, 1,0 – годовой. Данные по расходу сырья заносятся в таблицу 11.

Таблица 11 - Расход сырья

Наименование	Расход, тыс. т		
	в час	в сутки	в год

### 2.3.7 Выбор и расчет количества единиц оборудования

Проводится технологический расчет оборудования для выбранной схемы производства в порядке последовательности движения сырья.

Первоначально выбирается основной агрегат (печь, мельница и т.п.) и при отсутствии паспортной характеристик производится расчет его производительности. Приводится техническая характеристика агрегата. Затем рассчитывается количество агрегатов, необходимое для выполнения заданной программы.

$$M = \frac{P_t}{P_p \cdot K_z} \quad (16)$$

где  $P_t$  – производительность по переделу, проектная;

$P_p$  – производительность машины расчетная (паспортная);

$K_z$  – коэффициент запаса (по сырью  $K_z=1$ , по готовому продукту  $K_z=0,8-0,9$ ).

Подъемно-транспортное оборудование подбирается по производительности и приводится его полная характеристика. На первой стадии переработки сырья на заводе осуществляется дробление его в дробилках различного типа. Выбор схемы дробления определяется размером кусков сырья, поступающего на завод, требуемой крупностью сырья, загружаемого в помольный агрегат, и твердостью сырья.

Степень дробления материала принимается в среднем:

- |  |             |
|--|-------------|
| 1. Щековые   | – 3,0-3,5;  |
| 2. Конусные крупного дробления                               | – 3,0-3,5;  |
| 3. Конусные среднего дробления                               | – 3,5-4,0;  |
| 4. Конусные мелкого дробления                                | – 4,0-5,0;  |
| 5. Молотковые, роторные и<br>самоочищающиеся (одностадийные) | – 8,0-12,0; |

6. Ударно-отражательные	– 15,0-20,0 и более;
7. Валковые	– 3,0-4,0.

Степень дробления снижается на 20-30% при влажных и глинистых породах.

В зависимости от физических свойств материала вводится коэффициент снижения производительности дробильного оборудования. Равный 1,0 для сухих чистых пород (влажностью – до 2%); 0,95 – для влажных чистых пород (влажность 2,5%); 0,90 – для чистых пород при влажности более 5%; 0,85 – при влажности более 2-5%, содержании глины до 5%; 0,75 – при влажности более 5-15% и содержании глины до 10%; 0,65 – при влажности более 15% и содержании глины более 10%. При содержании в породах глинистых примесей и влаги также снижается и степень дробления на 20-30%.

Для первичного дробления твердых пород обычно используются щековые и конусные дробилки; вторичное дробление осуществляется в молотковых либо ударно-отражательных дробилках.

Дробление мягких материалов проводится в валковых дробилках с различным видом поверхности валков. В них также можно дробить и твердые малопрочные породы и уголь. Степень измельчения в валовых дробилках составляет 3-4 для твердых пород и 10-15 для слабых и мягких. Дробление может совмещаться с сушкой. Для этой цели используют ударно-отражательные дробилки. Тонкое измельчение сырья осуществляется в помольных агрегатах – мельницах, основными из которых являются шаровые трубные. Тонкость измельчения в них сырья достигается 2800-3000 см<sup>2</sup>/г, а клинкера – 2800-4500 см<sup>2</sup>/г. При сухом помоле влажность компонентов не должна превышать 2%, а при совмещении помола с сушкой – 8-10% в трубной шаровой мельнице с пневматической разгрузкой работающей по замкнутому циклу; до 20% в агрегате с мельницей самоизмельчения типа «Аэрофол» и с трубной шаровой мельницей домола.

Оборудование для обеспыливания подбирается исходя из производительности, условий работы (температура, запыленность) и степени обеспыливания. В зависимости от пылеуноса и необходимой степени очистки газов аспирационная система будет иметь соответствующее число ступеней, обеспечивающих систку газов, соответствующую санитарным нормам.

На первой ступени рекомендуется устанавливать циклоны, а на второй – электрические и рукавные фильтры. Циклоны могут устанавливаться как одиночные, так и групповые (2, 4, 6 и 8 параллельно установленных циклов).

Степень очистки газового потока и производительность циклона зависит от угла наклона входящего патрубка и диаметра циклона составляет для одиночного циклона 1450-1691 м<sup>3</sup>/ч при диаметре 400 мм; 1235-2141 м<sup>3</sup>/ч - 450 мм; 2270-2645 м<sup>3</sup>/ч – 500 мм; 2740-3200 м<sup>3</sup>/ч – 550мм; 3261-3810 м<sup>3</sup>/ч – 600 мм; 3825-4460 м<sup>3</sup>/ч – 650 мм; 4400-5180 м<sup>3</sup>/ч – 700 мм; 5100-5950 м<sup>3</sup>/ч – 750 мм; 5800-6760 м<sup>3</sup>/ч – 800 мм. Для группы из двух, четырех и более циклонов производительность соответственно увеличивается в 2,4 и более раз.

При одноступенчатой очистке газов, содержащих крупнодисперсные частицы пыли, возможно установка батарейных циклонов. Они могут также устанавливаться и при двухступенчатой схеме очистки малых объемов газов.

При работе завода на твердом топливе необходима установка дробильного и помольного оборудования, следует также предусмотреть сушку топлива. Оптимальной является схема, предусматривающая совмещение помола и сушки в одном агрегате–мельнице.

Результаты подбора оборудования по переделам сводятся в таблицу 12.

Таблица 12 - Ведомость оборудования

Наименование	Тип	П <sub>т</sub> в час	П <sub>р</sub> в час	Количество	Мощность эл-двиг.	К <sub>и</sub>

Коэффициент использования оборудования К<sub>и</sub> представляет собой отношение фактического времени работы оборудования с учетом времени плановых ремонтов, осмотров и режима работы передела к годовому фонду времени.

Достаточно полный подбор оборудования проводится по проектируемому цеху, по остальным переделам подбирается только основное технологическое оборудование.

### 2.3.8 Расчет складов и бункеров

Для обеспечения непрерывного питания оборудования используются бункера, геометрические размеры которых принимаются конструктивно исходя из 2-4 часового запаса емкости и модульных размеров сеток колонн и конструкций.

$$V_6 = \frac{P_{фч} \cdot t}{\gamma_0 \cdot K_3} \quad (17)$$

где V<sub>6</sub> – объем бункера, м<sup>3</sup>;

P<sub>фч</sub> – фактическая часовая производительность оборудования по данному компоненту перед которым установлен бункер, т/ч

γ<sub>0</sub> - насыпная плотность материала, т/м<sup>3</sup>

K<sub>3</sub> – коэффициент заполнения (0,7-0,9)

t – нормативный запас материала, час.

$$П = \frac{P_{фч}}{M} \quad (18)$$

Как правило, основной технологический агрегат имеет индивидуальные бункера для каждого из компонентов.

Расчет емкости складов производится в зависимости от режима работы завода (цеха), вида материала и количества необходимого запаса для бесперебойной работы предприятия.

Хранение дробленых сырьевых материалов (дробление осуществляется на приемных установках) осуществляется в следующих типах складов:

1. Открытые и закрытые усреднительные склады для хранения и усреднения сырьевых материалов неоднородного химического состава;
2. Склады с мостовыми грейферными кранами для хранения всех видов сырья и сухой глины;
3. Эстакадно-гравитационные склады открытые или закрытые для хранения всех видов сырья.

Объем одного штабеля усреднительного склада принимается равным 7-10 суточному расходу сырья. Нормативные запасы сырья, полуфабрикатов, готовой продукции, основных и вспомогательных материалов приведены в таблице 13.

Для усреднения и хранения сырьевой муки применяют силосные резервуары с пневматическим перемешиванием. Может применяться одноярусное и двухъярусное расположение гомогенизационных и запасных силосов. Подача сырьевой муки и пыли из печных электрофильтров непосредственно в запасные силосы не рекомендуется.

Усреднение и хранение готового шлама рекомендуется осуществлять в горизонтальных круглых бассейнах емкостью не менее 8 тыс. м<sup>3</sup>, оборудованный крановыми мешалками с пневмомеханическим и гидравлическим перемешиванием. Хранение корректирующих шламов рекомендуется проводить в вертикальных бассейнах емкостью 800-1200 м<sup>3</sup> с коническим днищем и пневматическим перемешиванием.

Общая полезная емкость резервуаров принимается не менее трехсуточной потребности всех печей в шламе. Количество однотипных резервуаров должно быть не менее двух.

Таблица 13 – Нормативные запасы материалов

Наименование материала	Запас в сутках			Примечание
	Годовая производительность завода по цементу, млн.т			
	до 1,0	1,0-2,0	более 2,0	
1	2	3	4	5
Карбонатный компонент сырьевой смеси	10	3-5	3-4	
Глинистый компонент сырьевой смеси	3	2-3	2-3	При не слипающемся или подсушенном материалах
Сырьевой шлам	3	3	2,5-3	
Глиняный шлам	2	1-2	1	
Промежуточный шлам	2	1-2	1	
Сырьевая мука	4	4	4	

1	2	3	4	5
Корректирующая сырьевая мука	2	1-2	1-2	
Клинкер	10	4-5	4	Резервный склад на 3-5% годовой производительности завода
Добавки гидравлические, корректирующие, гипс	30	30	30	
ПАВ, интенсификаторы, минерализаторы	30	30	30	
Цемент	20	10-15	10	
Твердое топливо	30	30	20	
Мазут, как основное топливо	15	15	15	

Хранение клинкера предусматривается в складах силосного или шатрового типа.

Хранение сухих добавок – в силосных или шатровых складах, а также складах бункерного типа.

Хранение гипса и угля осуществляется в напольных или бункерных складах.

Хранение клинкера, гипса, добавок и угля может также производиться в складах оснащенных грейферными кранами.

Хранение цемента, поступающего из помольного отделения, осуществляется в складах силосного типа.

В зависимости от заданного ассортимента продукции применяются, как правило, силосы диаметром 12 и 18 м.

Количество силосов должно быть не менее трех.

Размеры штабельных складов рассчитываются по следующей методике:

$$\text{Площадь } F = \frac{V_n}{K_2 \cdot H_M} \cdot K_1, \text{ м}^2 \quad (19)$$

где  $V_n$  – потребная емкость склада для данного материала,  $\text{м}^3$

$H_M$  – максимальная высота штабеля с учетом выбранной схемы механизации, м;

при схемах с механизмами, имеющими грейфер,  $H_M = H_{гр} - 1$ ;

$H_{гр}$  – максимальная высота подъема грейфера, м;

$K_2$  – коэффициент использования теоретического объема, зависящий от формы и размеров штабеля (приложение 1);

$K_1$  – коэффициент, учитывающий разрывы и проезды на складе, ремонтные площадки, место, занятое бункерами, подпорными стенками, разгрузочными канавами и т.п. (определяется схемой складирования материалов). Может быть равным 1,2-1,5.

$$V_n = \frac{A_c \cdot C_n}{\gamma_n}, \text{ м}^3 \quad (20)$$

где  $A_c$  – суточный расход материала, т;  
 $C_n$  – нормативный запас материала, сут.;  
 $\gamma_n$  – насыпная плотность материала, т/м<sup>3</sup>.

Количество горизонтальных шламовых бассейнов определяется по формуле:

$$N = \frac{Q_c \cdot C_n}{V_{гш} \cdot P_c}, \text{ шт} \quad (21)$$

где  $Q_c$  – суточный расход сырьевой смеси (по сухому), т;  
 $C_n$  – нормативный запас сырьевой смеси, сут.;  
 $V_{гш}$  – полезная емкость одного горизонтального шламового бассейна при недоливе 0,5-0,6м, м<sup>3</sup>;  
 $P_c$  – содержание сухого вещества в 1 м<sup>3</sup> готового шлама, т/м.  
 Значение  $P_c$  принимается по приложению 2.

Количество бассейнов, определенных по формуле 21, достаточно для обеспечения непрерывной работы печей при поточной схеме приготовления и корректировки сырьевой шихты. В противном случае возникает необходимость в приготовлении глиняного промежуточного и корректирующих шламов. Последний хранится в вертикальных шлам-бассейнах, промежуточный и глиняный (при большой производительности завода) – в горизонтальных. Нормативный запас корректирующего шлама принимается таким же, как и для глиняного.

Подготовка (корректирование) сырьевой муки осуществляется в вертикальных силосах установленных отдельно от запасных, в которых осуществляется хранение, либо над ними, во втором ярусе. Коэффициент заполнения теоретического объема силосов может быть принят равным 0,6-0,9.

Количество силоса рассчитывается по формуле:

$$N = \frac{Q \cdot C_n}{V \cdot \gamma_n}, \text{ шт} \quad (22)$$

где  $Q$  – суточный расход (поступление) материала, т;  
 $C_n$  – нормативный запас материала, сут.;  
 $V$  – полезная емкость одного силоса, м<sup>3</sup>  
 $\gamma_n$  – насыпная плотность материала, т/м<sup>3</sup>

Насыпная плотность материалов берется из приложения 3.

### 2.3.9 Расчет потребности электроэнергии

По сводной ведомости оборудования (таблица 12) определяется потребность предприятия в электроэнергии для выполнения основных технологических операций. Результаты расчета заносятся в таблицу 14.

Таблица 14 – Расход электроэнергии

Наименование оборудования	Количество единиц	Мощность двигателя, кВт		Коэффициент использования	Число часов работы в год	Годовой расход электроэнергии, кВт.час
		ед.	общ.			

Полученный суммарный годовой расход электроэнергии увеличивают на 40% для учета расхода электроэнергии вспомогательным оборудованием, не включенным в ведомость.

### 2.3.10 Расчет потребности в рабочей силе

Списочная численность производственного персонала завода определяется на основании принятой структуры управления предприятием, явочной численности трудящихся и коэффициента подмены при переходе от явочного к списочному составу [1, раздел 9].

Явочная численность основных производственных рабочих устанавливается исходя из принятого режима работы подразделений, количества оборудования и др. [1] и сводится в таблице 15.

Количество ИТР и служащих составляет 8-15% от численности производственных рабочих.

Таблица 15 – Состав работающих

Наименование производственных отделений и основных профессий	Явочное количество рабочих, чел.				Трудозатраты, чел. час	
	в 1 смену	во 2 смену	в 3 смену	всего	в сутки	в год

### 2.3.11 Контроль качества продукции и технологического процесса

Контроль качества продукции и ее паспортизация являются завершающей стадией технологического контроля. Им предшествует контроль качества сырья и технологических процессов на всех технологических переделах.

Контроль технологических процессов имеет целью обеспечение оптимальных режимов работы оборудования и максимальной его производительности.



Первой стадией технологического контроля является контроль качества поступающих на завод сырьевых материалов, добавок и топлива. Контролируется их максимальная крупность, влажность, химический состав, а у топлива – теплотворная способность, зольность и химический состав золы для твердого топлива.

При дроблении контролируется крупность конечного материала. Если дробление осуществляется совместно с подсушкой, то контролируют начальную и конечную влажность материала, температуру и расход теплоносителя.

При размоле сырья по сухому способу должны контролироваться влажность материала на входе и выходе из помольного агрегата, температура, влажность и расход теплоносителя, разряжение на входе и выходе из мельницы. При мокром способе размола сырьевой шихты контролируется влажность материалов на входе и шламе на выходе, вязкость последнего. При обеих схемах размола контролируются загрузка мельниц размалываемым материалом, тонкость размола шихты.

Химический состав сырьевой шихты контролируется на выходе из сырьевых мельниц, в емкостях для хранения корректировочных, промежуточных и готовых шламов (сырьевой муки).

В цехе обжига клинкера контролируют количество, влажность и химический состав подаваемой в печи сырьевой шихты, а затем температуру материала после циклонного теплообменника (при мокром способе производства – в зоне декарбонизации), в зоне спекания и при выходе из холодильных устройств.

Также контролируется температура и состав газов на выходе из печи или запечных теплообменников; температура на входе и запечные, теплообменники и степень декарбонизации сырья на выходе из них.

Контролируется расход топлива и его параметры (теплотворная способность, зольность, химический состав золы, влажность топлива)

Клинкер, выходящий из холодильников ежечасно, постоянно подвергается анализу на содержание несвязанного оксида кальция, определяется его плотность. Также проводится ежесменный и ежесуточный полный химический анализ клинкера.

В отделении сушки добавок контролю подвергаются дозирование добавок в сушильный агрегат, влажность и температура добавок на входе и выходе из сушилки, температура теплоносителя на входе и выходе из сушилки, расход теплоносителя.

В цехе помола цемента контролируется дозирование компонентов мельницы, температура и влажность компонентов, температура цемента и тонкость его размола, содержание серного ангидрида и добавок в цементе, разряжение в загрузочной горловине мельницы и по всему аспирационному тракту. Цемент, направляемый в силоса, также подвергается контролю на соответствие строительно-технических свойств требованиям нормативных документов.

Схема контроля материалов при производстве цемента приведена в таблице 16.

Таблица 16 – Схема технологического контроля производства цемента

№ п/п	Технологический параметр	Опробуемый параметр	Место отбора проб	Тип пробоотборника	Периодичность отбора средней пробы	Выполняемые определения	Методы контроля
1.	Хранение и подготовка сырьевых материалов, минеральных добавок и топлива	Известняк	С ленточного конвейера после вторичного дробления	Проборазделочная машина с установкой для отбора, подготовки и транспортировки проб сыпучих материалов МПП -150	По мере необходимости	Влажность Анализ на пять оксидов: SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, MgO Полный химический анализ	Весовой Рентгеноспектральный (СГМ – 20) фотометрический
		Лесс	С ленточного конвейера после дробления и сушки	Проборазделочная машина с установкой для отбора подготовки и транспортировки сыпучих материалов	Один раз в смену	Влажность Анализ на пять оксидов: SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, MgO	Весовой Рентгеноспектральный (СГМ – 20)
		Огарки	С ленточного конвейера или из вагонов	Ручной пробоотбор	От каждой поступившей партии Один раз в месяц	Влажность Содержание Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Полный химический анализ	Весовой Фотометрический, пламенный фотометр, титриметр
		Шлак	С ленточного конвейера или из вагонов	Проборазделочная машина с установкой для отбора	По мере необходимости	Влажность, активность Полный химический анализ Активность	Весовой Рентгеноспектральный (СГМ – 20)
		Гипс	С ленточного конвейера	Проборазделочная машина с установкой для отбора	От каждой поступившей партии	Влажность Содержание SO <sub>3</sub>	Весовой Химический
2.	Приготовление сырьевой смеси	Сырьевая мука	Объединение потоков на входе в смесительный силос	Пробоотборщик сырьевой муки с системой дозирования и транспортирования	Один раз в час  Непрерывно	Анализ на пять оксидов: SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, MgO Влажность Тонкость помола Анализ на четыре оксида: SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO Реакционная способность	Рентгеноспектральный Весовой

Продолжение таблицы 16

№ п/п	Технологический параметр	Опробуемый параметр	Место отбора проб	Тип пробоотборника	Периодичность отбора средней пробы	Выполняемые определения	Методы контроля
		Пыль электрофильтров	Из гравитационных потоков в местах пересяпки с транспортеров	Пробоотборщик сыпучих материалов	Один раз в смену  Один раз в смену	Анализ на пять оксидов: SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, MgO Полный химический анализ	Рентгеноспектральный  Фотометрический
	Обжиг клинкера	Сырьевая мука	перед вращающейся печью	Пробоотборник сырьевой муки		Анализ на пять оксидов: SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, MgO Влажность Тонкость помола Анализ на четыре оксида: SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO Рентгеноспектральный	Рентгеноспектральный Весовой
		Клинкер	За холодильником печных агрегатов	Пробоотборники клинкера или ручной пробоотбор	Один раз в два часа Один раз в сутки по средним пробам от всех печей	Содержание свободной CaO Анализ на пять оксидов: SiO <sub>2</sub> , Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> , CaO, MgO Минералогический состав, характер кристаллизации Физико-механические испытания	Химический Фотометрический  Петрографический  ГОСТ 3101.76-4-81
3.	Помол цемента	Цемент	После каждой мельницы	Пробоотборник сыпучих материалов	Каждые 2 часа	Тонкость помола Содержание SO <sub>3</sub> Содержание добавок	Весовой (СММ-1) Химический Рентгеновский
		Цемент	Из трубопроводов на выходе из силоса	Пробоотборник сыпучих материалов	После заполнения силоса или замола партии	Тонкость помола Содержание SO <sub>3</sub> Содержание добавок Физико-механические испытания	Весовой (СММ-1) Химический Рентгеновский  ГОСТ 310.1.76-4-81
	Отгрузка цемента	Цемент	Из трубопроводов на выходе из силоса	Пробоотборник сыпучих материалов, с системой транспортирования проб материалов	От каждой партии	Физико-механические испытания	ГОСТ 310.1.76-4-81

При разработке курсового проекта следует, придерживаясь приведенной схемы, изложить организацию контроля производства в детально разрабатываемом цехе.

## 2.4 Безопасность и экологичность проекта

Раздел выполняется в соответствии с основными требованиями государственной экологической экспертизы проектной документации, изложенными в СНиП 1.02.01-85 «Инструкция о составе, порядке разработки и согласования проектно-сметной документации».

Раздел включает три части:

1. Охрана атмосферного воздуха от загрязнения, в которой проводятся расчеты ПДВ пыли и санитарно-защитной зоны [14].

Схему пылеочистки аспирационного воздуха и исходные данные для расчета аспирационного оборудования следует принимать в соответствии с ВНТП 06-91 [1, раздел 8].

2. Охрана поверхностных и подземных вод от загрязнения и истощения.

3. Восстановление (рекультивация) земельного участка, образование плодородного слоя почвы, охрана недр и животного мира.

Во второй части раздела выполняются расчеты водного хозяйства предприятия и приводятся водоохранные мероприятия.

В третьей части выполняются расчеты рекультивации земельного участка, описываются оба этапа рекультивации и приводятся способы переработки твердых отходов предприятия [15].

## 2.5 Технико-экономические показатели

Для выявления эффективности принятых решений используются следующие натуральные показатели:

ТЭП	Единицы измерения	Значение показателей	
		проектные	нормативные или действующих заводов
1. Годовой объем продукции	т		
2. Списочный состав работающих, из них производственных рабочих ИТР и служащих	чел		
3. Трудоемкость единицы продукции	чел ч/т		
4. Годовая выработка цемента на одного работающего производственного рабочего	т/чел		
5. Затраты материальных и энергетических ресурсов на единицу продук-			

ции: – электроэнергии технологической – топлива – сырьевых материалов	кВт ч/т кг усл. топл/т т/т		
6. Среднегодовой съем продукции с 1 м <sup>2</sup> производственной площади основ- ных цехов	т/м <sup>2</sup>		

## Список использованных источников

1. Ведомственные нормы технологического проектирования цементных заводов: ВНТП-06-91/ Концерн «Цемент». – Санкт-Петербург, 1991.-187 с.
2. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий по производству извести: ОНТП-10-85 / Минстройматериалов СССР. – М., 1988. – 76 с.
3. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий по производству гипсовых вяжущих изделий: ОНТП-15-86 / Минстройматериалов СССР. – М., 1986. – 81 с.
4. СТП 2069022.102-93. Общие требования и правила оформления выпускных квалификационных работ, курсовых проектов (работ), отчетов по РГР, по УИРС, по производственной практике и рефератов. – Кумертау, 2008. – 63 с.
5. ГОСТ 10178-85. Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия: Введ. 01.01.87. – М.: Изд-во стандартов, 1988. – 7 с.
6. ГОСТ 22266-76\*. Цементы сульфатостойкие. Технические условия: Введ. 01.01.78 – М.: Изд-во стандартов, 1984. – 6 с.
7. Справочник по проектированию цементных заводов / Под ред. С.И. Данюшевского. – Л.: Изд-во лит-ры по строительству, 1969. – 24 с.
8. Проектирование цементных и асбестоцементных заводов / Под ред. А.Ф. Семендяева – М.– Л.: Изд-во лит-ры по строительству, 1966. – 352 с.
9. Строительные машины. Т.2 / Под ред. М.Н. Горбовца. – М.: Машиностроение, 1991. – 496 с.
10. Таранухин, Н.А. Справочник молодого рабочего цементного производства / Н.А. Таранухин, Б.В. Алексеев. – М.: Высшая школа, 1990. – 175 с.
11. Журавлев, М.И. Механическое оборудование предприятий вяжущих материалов и изделий на базе их / М.И. Журавлев, А.А. Фоломеев. – М.: Высшая школа, 1963. – 232 с.
12. Несвижский, О.А. Справочник механика цементного завода / О.А. Несвижский, Ю.И. Дешко– М.: Стройиздат, 1977. – 336 с.
13. Краткий справочник технолога цементного завода / Под ред. И.В. Кравченко, Т.Г. Мешик – М.: Стройиздат, 1974. – 304 с.
14. Греков, И.И. Проект ПДВ и программа водоохранных мероприятий: Метод. указания / И.И. Греков, С.Х. Корчагина, Е.Л. Хвостенко – Оренбург: Оренбургский политехнический ин-т, 1993. – 28с.
15. Шевцов, К.К. Охрана окружающей среды в строительстве. – М.: Высшая школа. 1994. – 240с.

Таблица 17 – Значения коэффициента использования теоретического объема складов

Вид хранения и форма штабеля	Значение $K_2$
Склад с грейферным краном и подпорными стенками (при наличии разделительных стенок)	0,85-0,90
Штабели трапецеидального сечения	0,75-0,80
Штабели треугольного сечения	0,45-0,50

Таблица 18 – Средняя плотность шлама, содержание сухого вещества и влаги, кг/м<sup>3</sup>, в цементной сырьевой смеси влажностью 29-45%

Материал	Влажность, %																
	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
Плотность сухого материала 2,4 т/м <sup>3</sup>																	
Шлам	1707	1691	1675	1658	1642	1627	1610	1597	1582	1566	1551	1538	1525	1511	1498	1485	1472
Сухой материал	1212	1184	1156	1128	1100	1074	1047	1022	997	971	946	923	900	877	854	832	810
Вода	495	507	519	530	542	553	563	575	585	595	605	615	625	634	644	653	662
Плотность сухого материала 2,5 т/м <sup>3</sup>																	
Шлам	1740	1723	1706	1688	1671	1651	1637	1623	1607	1590	1574	1561	1548	1532	1518	1504	1491
Сухой материал	1236	1206	1177	1143	1120	1092	1064	1039	1013	986	960	937	913	889	865	842	820
Вода	504	517	529	540	551	562	573	584	594	604	614	624	635	643	653	662	671
Плотность сухого материала 2,6 т/м <sup>3</sup>																	
Шлам	1777	1757	1740	1721	1703	1685	1668	1651	1634	1616	1601	1586	1571	1554	1540	1526	1510
Сухой материал	1262	1230	1201	1170	1141	1112	1084	1057	1030	1002	977	952	927	901	876	855	831
Вода	515	527	539	551	562	573	584	594	604	614	624	634	644	653	662	671	679



Таблица 19 – Насыпные плотности и углы естественного откоса материалов.

Наименование материала	Насыпная плотность, т/м <sup>3</sup>	Угол естественного откоса, °
1	2	3
Известняк:		
1. крупнодробленый	1,5-1,8	40
2. после вторичного дробления	1,4-1,6	30-35
Глина:		
1. дробленая влажная	1,6-1,8	-
2. дробленая сухая	1,4-1,6	-
3. недробленая влажная	1,6-2,0	-
Глинистые сланцы	1,4-1,5	-
Зола: 1. влажная	0,5-0,9	45-55
2. сухая	0,4-0,7	55
Мел кусковой, влажностью 20-25%	1,2-1,4	40
Огарки пиритные	1,6	-
Гипс:		
1. с размером куска более 100 мм	1,45	30
2. дробленый мелкокусовой	1,35	40
Опока кусковая влажная	0,8-1,0	-
Клинкер вращающихся печей	1,5-1,65	33
Песок:		
1. сухой	1,6	35
2. влажный	1,8	40
Уголь: 1. антрацит	0,9	30
2. орешек	0,8	40

Продолжение таблицы 19 - Насыпные плотности и углы естественного откоса материалов.

1	2	3
Угольный порошок (слабоаэрированный )	0,5-0,6	0
Шлаки доменные гранулированные		
1. влажные	0,7-1,0	-
2. сухие	0,5-0,8	35
Цемент	1,2	-
Сырьевая мука	1,0	-

Таблица 20 – Сырьевые компоненты

Наименование	Сырьевые компоненты									
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	R <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	ППП	Прочее	Σ
Известняк 1	0,80	0,49	1,30	55,24	-	-	-	12,17	-	-
Известняк 2	2,75	0,36	0,35	53,58	0,42	-	0,18	42,36	-	-
Известняк 3	2,36	0,93	0,88	53,90	0,72	-	0,13	41,08	-	-
Известняк 4	5,08	1,20	0,60	52,44	0,50	0,13	0,13	39,95	-	-
Известняк 5	16,90	2,86	1,35	42,83	-	-	0,16	33,93	0,94	-
Известняк 6	1,35	0,59	0,17	54,01	0,15	-	0,79	42,94	-	-
Глина 1	73,79	14,98	3,65	2,71	1,75	-	0,29	2,83	-	-
Глина 2	48,61	15,59	5,60	9,50	2,80	3,05	4,80	10,05	-	-
Глина 3	68,40	12,53	5,29	3,58	-	-	-	6,62		
Глина 4	55,48	27,50	0,60	5,01	0,11	-	0,10	11,86		100,66
Лёсс 1	54,09	11,56	5,13	11,76	1,59	3,76	0,30	11,82		
Лёсс 2	51,94	12,33	4,75	12,68	2,51	2,83	0,99	11,97		
Сланец	63,75	22,05	3,33	0,32	0,92	2,37	0,42	6,34		
Огарки	13,40	2,83	71,50	2,21	-	-	-	-		
Белый шлам	38,03	0,69	0,39	40,91	0,26	2,02	0,12	17,36	0,23	
Анортозит	45,84	33,76	0,34	17,23	0,57	1,62	-	0,63	-	-
Отходы хлорированного каолина	52,22	42,55	0,20	1,60	0,1		-	3,08	-	-
Песок Люберецкий	97,10	1,47	0,13	0,43	0,28	-	0,30	0,29		100,00
Шлам нефелиновый	24,00	6,60	2,60	45,86	2,93	-	н.о.	16,79		98,88