

РЕЦЕНЗИЯ

на Дипломный Проект
(наименование вида работы)

Төлеуғазы Әли Бейсенғазыұлы
(Ф.И.О. обучающегося)

6B07302 – Строительная инженерия
(шифр и наименование ОП)

На тему: «Проект модернизации Хантауского цементного завода в
Жамбылской области с целью увеличения мощности до 1 млн.тн. в год».

Выполнено:

- а) графическая часть на _____ 4 _____ листах
б) пояснительная записка на _____ 56 _____ страницах

ЗАМЕЧАНИЯ К РАБОТЕ

_____ Дипломным проектом рассмотрены Проект модернизации Хантауского цементного завода в Жамбылской области с целью увеличения мощности до 1 млн.тн. в год.

Дипломная работа содержит технологические схемы производства цемента при сухом методе. На заводе установлено и автоматизировано все основное и дополнительное оборудование, способное производить продукцию высокого качества.

_____ В ходе анализа оборудования Хантауского завода удалось вычислить количество оборудования для производства 1 миллиона тонна.

В технологической части представлена исходные сырьевые материалы, выбрано основное оборудование и способа производства портландцемента.

В теплотехнической части представлена расчет материального баланса сырья. Рассчитаны режим работы завод.

Оценка работы

В проекте выполнена технологическая часть и другие необходимые в полном объеме. В графическом разделе генеральный план, план и разрезы технологического цеха показано.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к дипломным проектам, "отлично" и его автор Төлеуғазы А.Б. – 6B07302 - "строительная инженерия" образование академическую степень "бакалавр техники и технологий" по программе давать.

НЕКОММЕРЧЕСКОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «КАЗАХСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ имени К.И.САТПАЕВА»

Рецензент

Асс.проф. кафедры ТМиМС МОК _____

(должность, уч. степень, звание)

З.Н. Алтаева

Алтаева З.Н

(подпись)

«03» 06

2024 г.

Подпись *Алтаева З.Н*
заверяю
HR департамент _____
« » 20



Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Төлеуғазы Әли Бейсенғазыұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Төлеуғазы Әли Бейсенғазыұлы

Научный руководитель: Марат Жугинисов

Коэффициент Подобия 1: 10

Коэффициент Подобия 2: 4.6

Микропробелы: 6

Знаки из здругих алфавитов: 1

Интервалы: 0

Белые Знаки: 12

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

- Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.
- Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.
- Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.
- Обоснование:

Дата

проверяющий эксперт

Асет Калменова Д.К.

Протокол

о проверке на наличие неавторизованных заимствований (плагиата)

Автор: Төлеуғазы Әли Бейсенғазыұлы

Соавтор (если имеется):

Тип работы: Дипломная работа

Название работы: Төлеуғазы Әли Бейсенғазыұлы

Научный руководитель: Марат Жугинисов

Коэффициент Подобия 1: 10

Коэффициент Подобия 2: 4.6

Микропробелы: 6

Знаки из других алфавитов: 1

Интервалы: 0

Белые Знаки: 12

После проверки Отчета Подобия было сделано следующее заключение:

Заимствования, выявленные в работе, является законным и не является плагиатом. Уровень подобия не превышает допустимого предела. Таким образом работа независима и принимается.

Заимствование не является плагиатом, но превышено пороговое значение уровня подобия. Таким образом работа возвращается на доработку.

Выявлены заимствования и плагиат или преднамеренные текстовые искажения (манипуляции), как предполагаемые попытки укрытия плагиата, которые делают работу противоречащей требованиям приложения 5 приказа 595 МОН РК, закону об авторских и смежных правах РК, а также кодексу этики и процедурам. Таким образом работа не принимается.

Обоснование:

Дата

 Заведующий кафедрой

**ОТЗЫВ
НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ**

На дипломный проект «**Проект модернизации Хантауского цементного завода в Жамбылской области с целью увеличения мощности до 1 млн.тн.год**».

Толеугазы Али
6B07302 «Строительная инженерия»
(шифр и наименование ОП)

Тема: «Проект модернизации Хантауского цементного завода в Жамбылской области с целью увеличения мощности до 1 млн.тн.год».

Активное развитие жилищного строительства в республике актуализировал вопрос обеспечения бетоноприготовительных заводов качественным портландцементом, находящихся в радиусе недорогой доставки, как железнодорожным так и автомобильным транспортом.

В тоже время, действующие заводы РК по производству портландцемента не в полной мере обеспечивают все потребности строительной отрасли. В связи с чем, тема выбранная Толеугазы А., в направлении модернизации действующего завода по производству портландцемента мощностью 500 тыс. тн. цемента в год с целью его увеличения до 1 млн.тн.цемента в год является актуальной.

Дипломный проект выполнен в соответствии с выданным заданием в полном объеме: пояснительная записка - на 76 страницах, графическая часть — на 3 листах формата А3. Пояснительная записка содержит 4 разделов:

1. архитектурно-аналитический;
2. расчетно-конструктивный;
3. организационно-технологический
4. экономический;

Архитектурно-аналитическая часть содержит 70 страниц расчетно-пояснительной записки и 5 листов чертежей. На них размещены генеральный план, схема технологической линии, а также инфраструктура завода, автоматизация узла, технико-экономические параметры. В пояснительной записке приведены описания технологии производства цемента, применяемое оборудование, сырьевые компоненты с характеристиками, необходимые расчеты, таблицы в соответствии с требованиями проектирования.

Работа выполнена в рамках принятых стандартов. Кроме того, разработаны мероприятия по ТБ, электро-, пожарной безопасности, предусмотрены мероприятия по охране окружающей среды, что крайне актуально при проектировании промышленных заводов.

В процессе выполнения дипломного проекта студентом был выполнен весь запланированный объем календарного плана.

Толеугазы А. регулярно посещала консультации руководителя, успешно прошел все этапы процентов перед независимой комиссией.

Проект студента выполнен на достаточном техническом уровне в соответствии с требованиями проектирования. Все разделы дипломного проекта проработаны в полном объеме с использованием технической и нормативной литературы.

Работа написана логически, последовательно, чётко и ясно. Выполненная работа в полной мере отвечает поставленной цели и является законченным проектом.

Оформление работы отвечает принятым правилам.

Дипломный проект допускается к защите перед Итоговой аттестационной комиссией, а автор Толеугазы А. заслуживает присуждения академической степени «Бакалавр техники и технологий».

Научный руководитель

Ст.преподаватель, канд.техн.наук

(должность, уч. степень, звание)

Усипбеков Е.Е.

(подпись)

« 30 » мая 2024 г.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева»

Институт Архитектуры и строительства им.Т.К.Басенова
Кафедра «Строительство и строительные материалы»

Төлеуғазы Әли Бейсенғазыұлы

Тема: «Проект модернизации Хантауского цементного завода в
Жамбылской области с целью увеличения мощности до 1 млн.тн. в год».

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

Образовательная программа 6В07302 – «Строительная инженерия»

Алматы 2024 г.

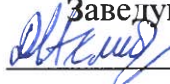
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева»

Институт Архитектуры и строительства им.Т.К. Басенова

Кафедра «Строительство и строительные материалы»

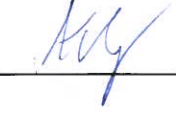
ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

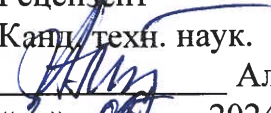
 Заведующий кафедры
Ахметов Д.А.
д.т.н., ассоц. профессор
«04» 06 2024 г.

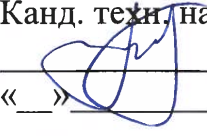
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
к дипломному проекту

Тема: «Проект модернизации Хантауского цементного завода в
Жамбылской области с целью увеличения мощности до 1 млн.тн. в год».

Образовательная программа 6В07302 – «Строительная инженерия»

Выполнил  Төлеуғазы Ә.Б

Рецензент
Канд. техн. наук.
 Алтаева З.Н.
«3» 06 2024 г.

Руководитель
Канд. техн. наук., ассоц.проф.
 Усипбеков Е.Е.
« » 2024 г.

Алматы 2024г.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН


Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный
исследовательский технический университет имени
К.И. Сатпаева»

Институт Архитектуры и строительства им.Т.К. Басенова

Кафедра «Строительство и строительные материалы»

6B07302 – «Строительная инженерия»

УТВЕРЖДАЮ

 Заведующий кафедры
Ахметов Д.А.
д.т.н., ассоц. профессор
«01» 06 2024 г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение дипломного проекта

Обучающемуся Төлеуғазы Әли Бейсенғазыұлы

Тема «Проект модернизации Хантауского цементного завода в
Жамбылской области с целью увеличения мощности до 1 млн.тн. в год»

Утверждена Приказом Ректора Университета №548-П от «04» декабря
2024 г. Срок сдачи законченной работы – «31» мая 2024 г.

Исходные данные к дипломному проекту: район строительства Перечень
подлежащих разработке вопросов:

- а) Технологический раздел;
- б) Теплотехнический раздел;
- в) Архитектурно-строительный раздел;
- г) Экономический раздел;

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных
чертежей):

1. Генеральный план завода до и после модернизаций
2. Технологическая схема
3. Технологическая карта: технико-экономические показатели завода

Предоставлены 15 слайдов презентации работы.

1 Рекомендуемая основная литература: СП РК 2.04-01-
2017

«Строительная климатология , Шорхт Фрауке, Курти Иоанна, Скалет

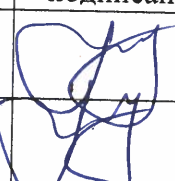
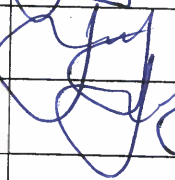
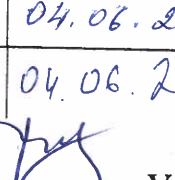
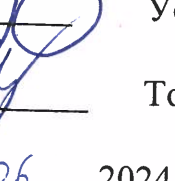


Мария, Рудье Серж, Санчо Луис Дельгадо. Наилучшие доступные технологии (НДТ). Справочный документ по производству цемента, извести и оксида магния. 2013. - 506 с, Плашихин С.В. Довідник ресурсоефективного и чистого производства. Цементная промышленность. Киев: Центр ресурсоефективного и чистого производства, 2020.- 96 с.

ГРАФИК
подготовки дипломной работы (проекта)

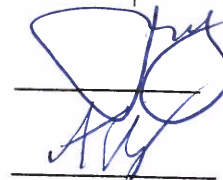
№	Разделы	30%	60%	90%	100%	Примечание
1	Архитектурно-аналитический	08.01.2024г.- 11.02.2024г.				
2	Расчетно-конструктивный		10.02.2024г.- 17.03.2024г.			
3	Организационно-технологический			18.03.2024г.- 21.04.2024г.		
4	Экономический				22.04.2024г.- 05.05.2024г.	
5	Предзащита	06.05.2024г.-15.05.2024г.				
6	Контроль качества (ПЗ)	13.05.2024г.-19.05.2024г.				
7	Антиплагиат	20.05.2024г.-29.05.2024г.				
8	Нормоконтроль Контроль качества (чертежи)	23.05.2024г.-31.05.2024г.				
9	Защита	03.06.2024г.-14.06.2024г.				

Подписи

консультантов и нормоконтролера на законченную дипломную работу (проект) с указанием относящихся к ним разделов работы (проекта)

Наименование разделов	Консультанты, И.О.Ф. (уч. степень, звание)	Дата подписания	Подпись
Архитектурно-аналитический	Е.Е Усипбеков, к.т.н., ассоц. профессор		04.06.24
Расчетно-конструктивный	Е.Е Усипбеков, к.т.н., ассоц. профессор		04.06.24
Организационно-технологический	Е.Е Усипбеков, к.т.н., ассоц. профессор		04.06.24
Экономический раздел	Е.Е Усипбеков, к.т.н., ассоц. профессор		04.06.24
Нормоконтролер	Ержуманова Ү.С, м.т.н., ассистент	04.06.24	
Контроль качества	Оспановна А.Т, м.т.н., ассистент	04.06.24	

Научный руководитель
Задание принял к исполнению
обучающийся



А.Б.

Усипбеков Е.Е

Толеугазы А.Б

Дата

«04» 06 2024 г.

АННОТАЦИЯ

Дипломным проектом рассмотрены Проект модернизации Хантауского цементного завода в Жамбылской области с целью увеличения мощности до 1 млн.тн. в год.

Дипломная работа содержит технологические схемы производства цемента при сухом методе. На заводе установлено и автоматизировано все основное и дополнительное оборудование, способное производить продукцию высокого качества.

АҢДАТПА

Дипломдық жобада Жамбыл облысындағы Хантау цемент зауытының қуаттылығын 1 миллион тоннаға дейін арттыру мақсатымен жаңғырту жобасы қарастырылды. жылына.

Дипломдық жұмыста құрғақ әдіспен цемент алудың технологиялық схемалары келтірілген. Зауытта жоғары сапалы өнім шығаруға қабілетті барлық негізгі және қосымша жабдықтар орнатылып, автоматтандырылған.

ABSTRACT

The graduation project considered a modernization project to increase the capacity of the Khantau cement plant in Zhambyl region to 1 million tons. per year.

The thesis presents technological schemes for obtaining cement by the dry method. All basic and additional equipment capable of producing high-quality products is installed and automated at the plant.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	9
1 Технологическая часть	10
1.1 Хантауский цементный завод	11
1.2 Сырьевая база для производства цемента	12
1.3 Добыча сырьевых материалов	13
1.4 Транспортировка сырья с карьера	16
1.5 Хранение сырьевых компонентов	16
1.6 Основные способы производства цемента	20
1.7 Технологическая схема завода	22
1.8 Основные технологические оборудование цементного завода	26
1.9 Первичный измельчение сырья	27
1.10 Печи сухого метода производства	27
1.11 Охлаждение клинкера	29
1.12 Топливо в производстве клинкера	30
1.13 Помол сырья	32
1.14 Хранение, отгрузка и упаковка цемента	34
1.15 Выбросы вредных веществ при производстве цемента	35
1.16 Технологический контроль качества портландцемента	37
2 Теплотехнический раздел	38
2.1 Материальный баланс процесса производства портландцемента	40
2.2 Режим работы завода	42
2.3 Тепловая отдача печи	43
2.4 Расчет расходов тепла на непроизводственные нужды	45
3 Архитектурно-строительный раздел	46
3.1 Планировочное решение генплана	46
3.2 Объемно-планировочные решения	47
4 Экономический раздел	48
4.1 Расчет себестоимости продукции	51
4.2 Расчет технологической потребности в электроэнергии	53
5 Раздел автоматизации. Охрана труда	55
Заключение	57
Список использованной литературы	58

ВВЕДЕНИЕ

Производство цемента является важной отраслью строительной индустрии, обеспечивая основу для строительства инфраструктуры, зданий и других сооружений. Цемент является ключевым строительным материалом, используемым для создания прочного бетона, который обладает высокой прочностью и долговечностью. В процессе производства цемента применяются различные технологии и методы, включая механическое дробление сырья, обжиг, измельчение и упаковку. Этот процесс требует точного контроля и оптимизации, чтобы обеспечить высокое качество и эффективность производства.

Эффективность сухого способа производства цемента заключается в его экономической и экологической выгодности по сравнению с традиционным влажным методом. Сухой способ позволяет значительно снизить энергозатраты и объем выбросов вредных веществ в атмосферу. Сравнительный анализ показывает, что процесс сухого производства цемента требует меньше энергии и воды, так как в нем не используется этап горения сырья во влажной среде. Это позволяет снизить расходы на электроэнергию и обеспечить более эффективное использование ресурсов. Кроме того, сухой метод обладает большей гибкостью и возможностью автоматизации процесса производства, что позволяет повысить его производительность и качество выпускаемого цемента. Это особенно важно в условиях современного конкурентного рынка строительных материалов. Важным преимуществом сухого способа является также уменьшение вредного воздействия на окружающую среду. Отсутствие больших объемов воды и пара, используемых при влажном производстве, уменьшает выбросы в атмосферу и водные загрязнения.

В дипломной работе мы рассмотрим этапы и схемы оборудования для производства цемента в Хантауском заводе.

1 Технологический раздел

1.1 Хантауский цементный завод

Хантауский цементный завод находится на территории Жамбылской области в отдаленном Мойынкумском районе. Продукция предприятия широко применяется в капитальном строительстве жилых, социально-культурных и промышленных объектов, а также при проведении ремонтно-эксплуатационных работ. Она поставляется в торговую сеть в качестве строительных материалов. Все цементы производятся в соответствии с государственными стандартами цементного производства Республики Казахстан. Контроль качества выпускаемой продукции осуществляется с использованием современного оборудования.

В период 2010 года - О новейшим технологическом решением производства цемента сухого метода осуществлял компания HengyuanInternationalEngineeringGroupCo.LTD (КНР). Эта компания предоставляет решение для увлечение энергоэффективности и снижение экологических аспектов, применяя способ сухого метода производства портландцемента, который является одним из наиболее распространенных и эффективных способов получения цементного продукта. Этот метод отличается от традиционных мокрого и полусухого процессов тем, что не требует предварительной смешивания сырья с водой. Более того при сухом методе производства портландцемента влажность исходного сырья не превышает 12%.

В период 2013 года – Планировался план запуска с налаженной цепочки производства цемента и корректировки по увлечением загрузки сырья, в период этого года столкнулись проблемой с нехваткой выделенной средства с акционерной доли из-за чего было перенесено дата полномасштабного запуска на следующий год.

Хантауский цементный завод в настоящем времени производить 500 000 тн/год портландцемента.

Объект представляет собой оборудование на производство клинкера и портлацемента(1200тн/сутки клинкера)

На карте показан расположение Хантауского цементного завода.

Продукция предприятия широко используется в капитальном строительстве жилых, социально-культурных и промышленных объектов, при проведении ремонтно-эксплуатационных работ, для поставок в торговую сеть в качестве строительных материалов. Все цементы изготавливаются в соответствии с Государственными стандартами Республики Казахстан по производству цемента. Контроль качества выпускаемой продукции, осуществляется на наиболее современном оборудовании. Заводская лаборатория аккредитована государственным центром стандартизации, метрологии и сертификации. Качество цементов подтверждается государственными сертификатами, выданными органом по сертификации цементов.



Рисунок 1.1 – Расположение Хантауского цементного завода

1.2 Сырьевая база производства для цемента

Сырьевая база для производства цемента в Республике Казахстан представлена различными месторождениями карбонатных пород (известняк, мел, мергель, мрамор), глинистых пород (глины, суглинки, глинистые сланцы) и гидравлических добавок (опоки, диатомиты, трепелы). Важную роль в производстве цемента играют карбонатные породы. Они содержат кальций, который после обжига превращается в клинкер - основной компонент цемента.

По состоянию на 1 января 2024 года учитывается 208 месторождений цементного сырья. Общие запасы цементного сырья составляют 17 000 822 миллиона тонн по категориям А + В + С1 и 12 000 419 миллионов тонн по категории С2. Забалансовые запасы примерно равны 180 миллионам тонн.

Однако запасы цементного сырья неравномерно распределены по территории и по категориям. Некоторые регионы обладают более крупными запасами, чем другие, что может влиять на логистику и стоимость добычи. Разведанные запасы глинистых пород и гидравлических добавок также неравномерно распределены, что требует разработки новых месторождений или улучшения технологий добычи.

Таблица 1.1 – Запасы цементного сырья в Республики Казахстана

Область регионов	Количество Месторождение	Балансовые запасы на 1 января 2024 г.	
		А+В+С	С ₂
ЦРК	45	2212	503
СКО	21	3212	1245

Продолжение таблицы 1.1

ЗОК	32	604	863
ЮРК	32	2043	1223

Карбонатное сырье является наиболее важным компонентом для производства цемента. Именно его запасы в основном определяют выбор технологий, местоположение промышленных предприятий и месторождений.

На рисунке 1.2 показаны основные сырьевые материалы.

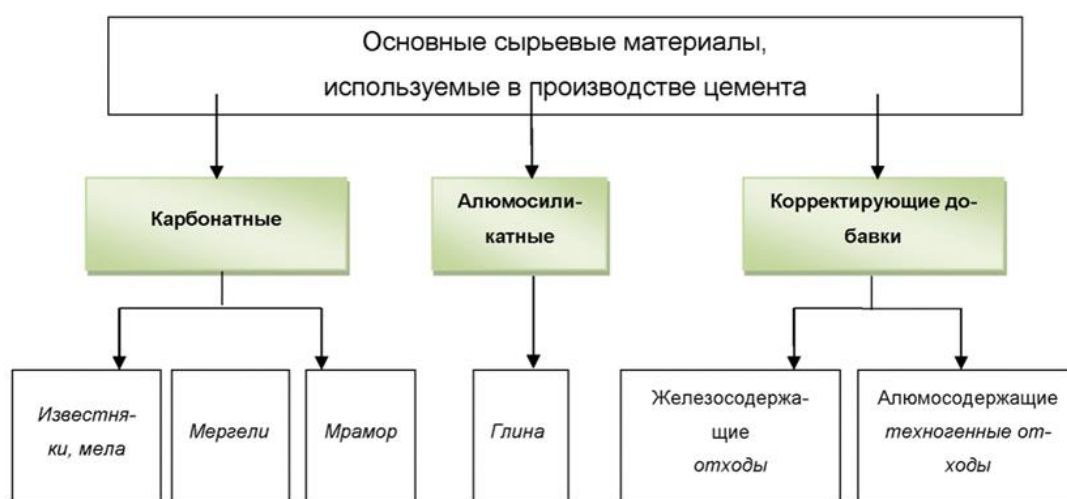


Рисунок 1.2– Основные сырьевые материалы

В соответствии с технологическими условиями на качество основных видов сырьевых материалов для производства цемента предъявляются следующие требования к химическому составу.

Таблица 1.2 – Допускаемый значение содержания оксидов в составе сырьевых компонентов

Показатели	Значение, %
Содержание СаО в карбонатном компоненте:	
- в известняках мелах	Не менее 45
- в мергелях	40 - 45
Количество примесей вредных оксидов в карбонатном компоненте не должно превышать:	
- MgO	4
- SO ₃	1.3
- K ₂ O + Na ₂ O	0.4
- P ₂ O ₅	0.4
- Cl	0.1

Продолжение таблицы 1.2

Показатели	Значение, %
Количество вредных примесей в глинистом компоненте не должно превышать:	
- MgO	
- SO ₃	6
- K ₂ O + Na ₂ O	5
- TiO ₂	4
- P ₂ O ₅	2
	0.6

1.3 Добыча сырьевых материалов

Хантауский цементный завод выпускает 500 тыс. тонн цемента и для этого необходимо переработать около 707-1,2 млн. тонн сырьевых материалов или 2-3 тыс. тонн сырья в сутки. Добыча сырьевой базы осуществляется в карьерах путем добывание открытым способом.

Метод добычи происходит путем уступов высоты 10-15 м. Производство цемента представляет собой масштабную технологию. Современный цементный завод производит от 1,5 до 2,5 миллионов тонн цемента. Для этого необходимо переработать от 2,0 до 3,5 миллионов тонн сырьевых материалов или от 5 до 10 тысяч тонн сырья в день. Цементные заводы обычно строятся неподалеку от месторождений сырья - известняка и глины, чтобы минимизировать затраты на транспортировку. Добыча сырья осуществляется в карьерах методом открытой разработки. Вскрыша, которая покрывает слой полезной горной массы, обычно имеет толщину от 0,2 до 7 метров, иногда до 20 метров. Сначала вскрышную породу удаляют экскаваторами или другими механизмами. Сырье разрабатывается по участкам высотой 10-15 метров, и метод добычи зависит от физико-механических свойств материала. Для разрыхления твердых скальных пород, таких как известняки, часто используется взрывное воздействие, а затем материал загружается экскаваторами. После взрыва материал может содержать крупные куски, которые разделяются с помощью взрывных зарядов или других методов.

Физико-механические свойства сырья зависит от способа добычи. Для начала удаляют вскрышную породу. Известняки разрыхляют взрывом и проходят скважины с диаметром около 100-300 мм затем закладывают взрывчатку. В дальнейшем этапе происходит массовый взрыв. Для проходки скважин применяют различные методы, такие как канатно-ударные станки, пневматические ударные станки или шарошечные буровые станки. Для удаления скальных пород используют экскаваторы с ковшами вместимостью до 8 м³ или погрузчики. Канатно-ударные станки предназначены для бурения глубоких скважин, где буровая колонна опускается и затем ударяется для пробивки породы. Пневматические ударные станки работают за счет сжатого

воздуха, который создает удары для пробивки дна скважины.

Шарошечные буровые станки используют вращающийся буровой инструмент с шарошками, чтобы пробить породу вращением и одновременным применением нагрузки. Экскаваторы и погрузчики используются для удаления скальных пород из скважин после бурения. Экскаваторы подходят для больших объемов породы благодаря своему большому ковшу по сравнению с погрузчиками. На рисунке 1.3 показан бурение скважин.



Рисунок 1.3 Бурение скважин

Скважины пробуривают с использованием канатно-ударных, пневматических ударных или бурильных станков, а также современных шарошечных буровых установок, способных работать со скоростью до 30 метров в час. Для погрузки скальных материалов применяют экскаваторы с ковшами вместимостью до 8 кубических метров.

После взрыва породы могут образоваться крупные куски, которые не могут быть собраны экскаватором. Этот материал обычно разрушается взрывным методом с использованием накладных зарядов или мелких шпур. На рисунке 1.4 представлен добыча известняка в карьере.

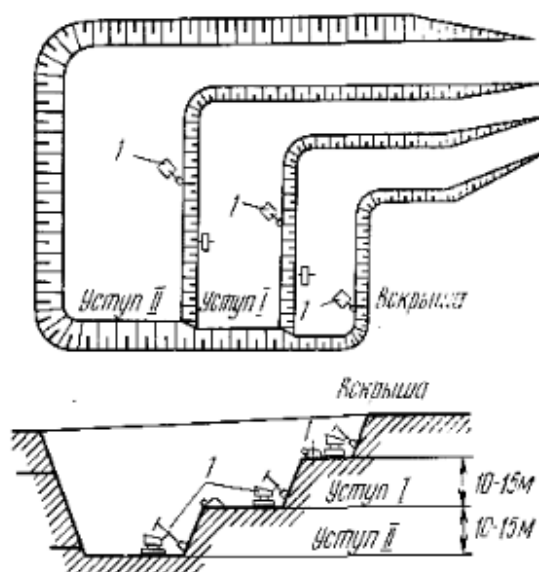


Рисунок 1.4- Добыча известняка на карьере

Решение о том, как транспортировать сырье на завод, определяется характеристиками породы, используемым методом добычи, местоположением в рельефе местности и расстоянием, на которое нужно перевезти материал.

Физико-химические свойства карбонатных пород не регламентируются, но мало прочные породы (10-20 Мпа) предпочтительнее. Для алюмосиликатных пород большую роль играет их гранулометрический состав. Пригодными по гранулометрическому составу считаются породы, в которых количество крупных фракции (кварцевый песок, полевой шпат, слюда, карбонатные породы) составляет:

- частиц крупнее 0.2 мм – не более 10%;
- частиц крупнее 0.08 мм – не более 20%;

При наличии доли крупных частиц в глине с превышением заданных значений приведет к нестабильности процесса в печах. Ниже по таблице 1.3 рассмотрим добавки в цемент.

Таблица 1.3 – Добавки в цемент

известняк	75%
гипс	3%
Глинянный сланц	22%

Обязательной добавкой в цемент является гипсовый камень ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), реже – ангидрит (CaSO_4), которые являются регуляторами сроков схватывания цемента.

Количество вводимого гипса при помоле клинкера составляет, как

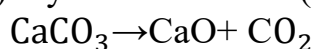
правило, не более 5% к общей масса шихты или около 3% гипс содержащих минералов в пересчете на SO_3 .

Химическое превращение цемента - это процесс, в результате которого основные компоненты цементного сырья превращаются в новые соединения с образованием прочного и устойчивого материала. Этот процесс происходит во время обжига сырья в печи для цементирования.

Основными компонентами цементного сырья являются известняк ($CaCO_3$), глина (SiO_2, Al_2O_3) и железные добавки (Fe_2O_3). Процесс химического превращения начинается с обжига этого сырья при высоких температурах, обычно около $1450^\circ C$.

Декарбонизация известняка ($CaCO_3$)

При нагревании известняка происходит его распад на оксид кальция (CaO) и углекислый газ (CO_2):



Образование клинкера

Оксид кальция реагирует с глиноземом (SiO_2, Al_2O_3) и железными добавками, образуя трикальцийалюминат (C_3A), дикальциев силикат (C_2S), трикальцийсиликат (C_3S) и трикальцийферрит (C_4AF). Эти соединения составляют основу клинкера - продукта обжига, который является основной составляющей цемента

Отсутствие доступа кислорода. Процесс декарбонизации должен происходить в отсутствие доступа кислорода, так как при наличии кислорода может происходить окисление кальция, что нежелательно для процесса обжига.

1.4 Транспортировка сырья с карьера

Сырьевая база Хантауского цементного завода находится в 18 км от части завода, что имеет преимущественные показатели при транспортировке сырья.

Для транспортировки сырья применяет 20 тонны автотранспорт марки Shacman, который является экономическим видом транспорта.

Процесс транспортировки

После добычи сырья загружается в кузовой автосамосвалом за счет экскаваторы. Затем автосамосвалы отправляется к цементному заводу где сырье разгружается и направляется на соответствующий участок для обработки и хранение.

Преимущества использования автосамосвалов:

-Гибкость и мобильность. Автосамосвалы могут доставить сырье прямо к месту использования, обеспечивая гибкость в планировании и обеспечении производства.

-Экономичность. Использование автосамосвалов обычно более экономически выгодно, чем железнодорожные перевозки, особенно на короткие расстояния.

-Простота обслуживания. Автосамосвалы относительно легки в обслуживании и могут быть легко подвергнуты техническому обслуживанию

на месте.

1.5 Хранение сырьевых компонентов

Регламентом хранение сырьевых компонентов в Казахстане применяется открытые и закрытые склады с мостовыми грейферными кранами, штабелеукладчиками, штабелеразборщиками и кранами перегружателями.

При сухом способе для предотвращения попадания влаги или же затопление склада, применяет крытые усреднительные склады с использованием транспортировочными оборудованиями такие как штабеукладчиками и штабелеразборщиками. Такие склады реализованы на Хантауском заводе.

Материал, раздробленный до размеров менее 25 мм, укладывается в штабели, и качество этой укладки зависит от выбранного метода. Его можно укладывать узкими полосами, тонкими слоями, длинными наклонными слоями, конусами или смешивая в один большой штабель.

При формировании штабеля может происходить разделение материала по высоте, что приводит к его слоению, и крупные куски скапливаются внизу. Поэтому разгрузка ведется по всей ширине торца, чтобы обеспечить равномерное распределение.

Для отсыпки штабеля применяют ленточные транспортеры с разгрузочными тележками или ленточные сбрасыватели, которые движутся вдоль штабеля. Чтобы обеспечить хорошее усреднение, штабель должен быть вытянут в длину, и соотношение его длины к ширине должно быть не менее 5:1

Усреднительный склад сырья работает непрерывно и обычно формирует 2 штабеля из дробленого известняка. Один из них обеспечивает недельную работу завода, а формирование происходит за более короткое время. Выдача материала происходит непрерывно.

Выемка материала производится с торца штабеля с помощью экскаваторов скребкового или роторного типа. Скребковый экскаватор включает в себя стрелу и движущуюся цепь со скребками, которая может забирать материал с торца штабеля или на определенном расстоянии вдоль продольной оси. После этого рыхлый материал подается к питающему бункеру мельницы через ленточный транспортер.

Формирование штабеля при помощи роторного экскаватора происходит с торца. Ковшовой ротор, размещенный на передвижном мосту, имеет возможность движения в двух направлениях. Ротор захватывает материал из нижней части штабеля. Устройство захвата оснащено граблями, которые разрыхляют верхний слой материала и передают его ротору. На рисунке 1.4 изображен крытые склады в разрезе.

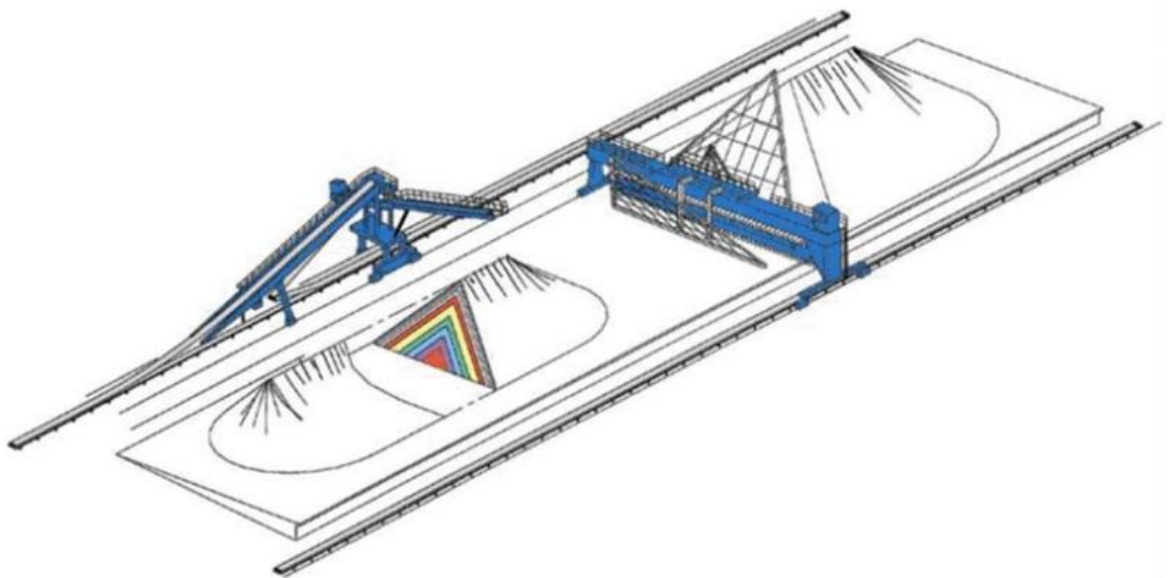


Рисунок 1.5- Крытые склады в разрезе

Усреднительные склады значительно улучшают гомогенизацию состава сырья. Например, при колебаниях состава известняка, поступающего с карьера с содержанием $\text{CaCO}_3 \pm 10\%$, после усреднения на складе колебания снижаются до $\pm 1\% \text{ CaCO}_3$. После обработки в сырьевых мельницах, где происходит усреднение всех компонентов сырья, колебания в содержании CaCO_3 уже не превышают $\pm 0,3\%$. Такую сырьевую смесь без дополнительной обработки можно направлять на обжиг. На рисунке показан закрытый склада.



Рисунок 1.6 Закрытый склад с использованием штабелеукладчиков

Таким образом, крытые склады с механизированной работой

складирование и сборщиком обеспечивает непрерывным снабжением сырья для процесса производство цемента.

1.6 Основные способы производства цемента

В производстве портландцемент получается тонким измельчением клинкера с гипсом и различными добавками, образующей затвердением при термическом обработке.

Процесс сухого способа производства цемента разработана в 1830 году. Главный аспект данного метода является более низкий расход топлива на производства клинкера по сравнению с технологией мокрого метода. Также при мокром методе коэффициент теплового индекса при испарение влаги из шлама достигают около 40%-50% от общего расхода на обжиг клинкера. Однако при сухом методе при влажности сырья 5-20%. В этой случай коэффициент теплового индекса при испарение влаги составляет 10-25%.

В 19 веке широкое применение сухого метода сопровождалось его недостатками из-за повышенного пылевыведения, печных агрегатов и более сложным процессом усреднения сырьевой шихты. По мере разработки высокоэффективных печных, пылевыведяющих и транспортировочных конвейерных линий возросло мощностью до 4 млн тонн в год. Для мокрого метода составляет 700 тысяч тонн в год. Ниже по рисунку рассмотрим технологическую схему по методу сухого типа порландцемента.

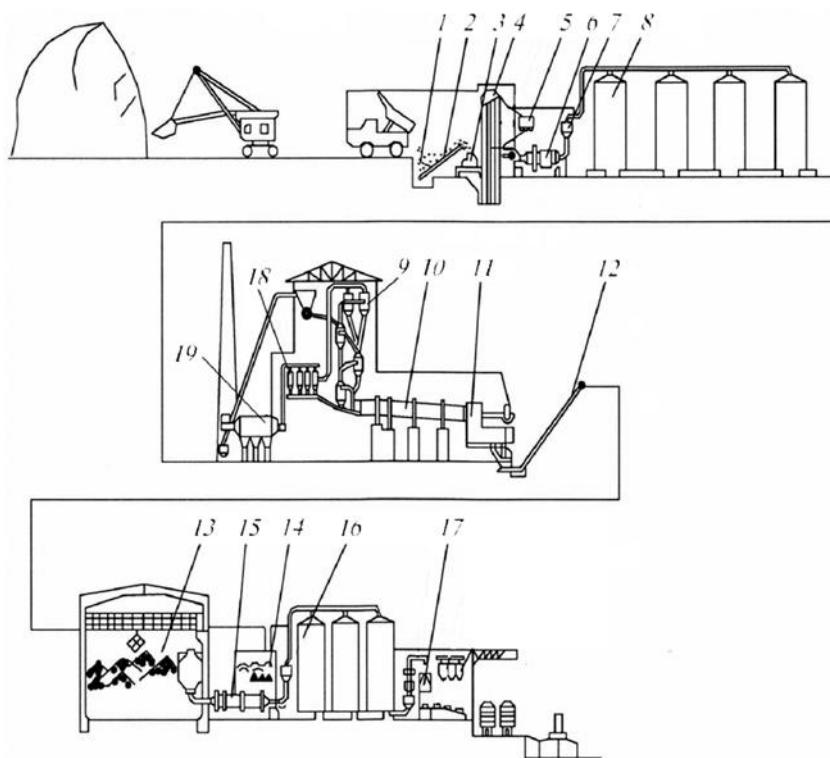


Рисунок 1.7 – Технологическая линия по производству цемента сухим способом

1 — приемные бункера; 2 — питатель; 3 — дробилка; 4 — конвейер; 5 — расходные бункера; 6 — мельница; 7 — сепаратор; 8 — силосы; 9 — циклонные теплообменники; 10 — вращающаяся печь; 11 — холодильник; 12 — конвейер; 13 — склад клинкера; 14 — склад добавок; 15 — мельница; 16 — силосный склад; 17 — упаковочное устройство; 18, 19 — пылесосительные устройства

У каждого из способов есть свои преимущества и недостатки. Преимущества сухого способа включают в себя следующее.

Низкий расход тепла на обжиг клинкера. При сухом способе этот показатель составляет от 2900 до 3750 кДж/кг клинкера, в то время как при мокром способе он достигает от 5400 до 6700 кДж/кг. При учете тепла, затрачиваемого на подсушку сырьевых материалов, суммарный расход тепла на производство клинкера при сухом способе составляет от 3100 до 4400 кДж/кг.

Меньший объем печных газов при сухом способе на 35-40% по сравнению с мокрым способом при одинаковой производительности печи. Это позволяет снизить затраты на очистку печных газов от пыли. Кроме того, при сухом способе есть возможность использовать горячие отходящие газы для сушки сырья при его помоле в шаровых мельницах, что также способствует снижению общего расхода тепла на производство клинкера.

Печи сухого метода производства цемента менее затратные по металлу и материалу, чем печи мокрого метода сравнимой производительности. Для сухого процесса используются более компактные печи с циклонными теплообменниками, в то время как для мокрого способа требуются более крупные печи.

Сухой метод характеризуется высокой производительностью печей до 3000-5000 тонн в сутки и высоким удельным съемом клинкера с 1 м³ печи. Это приводит к тому, что технологические линии сухого способа в 2-3 раза мощнее линий мокрого способа, что повышает эффективность труда, снижает эксплуатационные расходы и себестоимость продукции.

В условиях ограниченности воды, особенно в южных регионах, сухой метод исключает необходимость расходования воды на приготовление сырьевого шлама.

Недостатки сухого метода производства включают:

Выделение большого количества пыли при помоле, транспортировке и усреднении сырьевой массы, что требует установки большого числа пылеулавливающих устройств и увеличивает капитальные и эксплуатационные затраты.

Сложность эксплуатации печей сухого метода из-за их чувствительности к незначительным изменениям в химическом составе сырья и другим параметрам. Это приводит к более низкому коэффициенту использования времени работы печей сухого метода по сравнению с мокрым методом.

Для обеспечения стабильной работы печей необходимо поддерживать ровный состав сырьевой массы. Это увеличивает затраты на строительство и

эксплуатацию дополнительного оборудования на усреднительных складах.

Затраты энергии и труда на помол сухих сырьевых материалов выше, чем при мокром помолу. Пути к снижению электроэнергии приведена на рисунке .



Рисунок 1.7-Схема по снижению расхода электроэнергии

1.7 Технологическая схема завода

Цемент - это продукт, который получается в результате процесса гидратации порошкообразных материалов, таких как глина и известняк, при взаимодействии с водой. Он представляет собой пористый материал, который используется в строительстве для создания бетона и строительных растворов.

В Хантауском заводе портландцемент производится сухим методом. Ниже на рисунке 1.8 поэтапно распределен производства цемента.



Рисунок 1.8 - Схема сухого способа

Преимущество сухого метода производства цемента заключается в снижении затрат тепловой энергии на обжиг клинкера. В сравнении с мокрым методом, где затраты составляют от 1200 до 1600 ккал/кг, в сухом методе они колеблются от 750 до 1200 ккал/кг. Основные этапы процесса - предварительный перемол и сушка исходного сырья, окончательное перемалывание, перемешивание и упаковка - остаются одинаковыми. Однако различия проявляются в подготовке и обжиге клинкера. В сухом методе клинкер обжигается в больших вращающихся печах, которые могут достигать длины до 200 метров и диаметра до 7 метров.

Сырье для цемента подвергается перемолу на щековых дробилках и проходит через сушильные барабаны. Затем оно направляется в мельницу для более тщательного измельчения. После этого компоненты смешиваются в смесительном силосе и поступают в гранулятор. Далее смесь проходит через кальцинирующую решетку и попадает в обжиговую печь. После обжига клинкер остывает в холодильнике перед перемещением на склад.

После необходимой подготовки сырья оно поступает на мельницу для дальнейшего измельчения. Здесь мельница выполняет процесс измельчения клинкера. В то же время, в мельницу также поступает предварительно измельченный гипс и необходимые добавки. Завершающим этапом производства цемента с применением сухого метода является окончательный перемол и смешивание всех компонентов. Готовый цемент затем отправляется в цементные силосы, откуда направляется на упаковочный участок или же на загрузку цементовозов.

1.8 Основные технологические оборудование цементного завода

Основное технологическое оборудование на цементном заводе включает в себя дробилки, печи для обжига клинкера, мельницы для измельчения сырья, печи и вращающиеся печи для обжига цемента.

Рассмотрим основные оборудование для цементного завода. На рисунке 1.9 представлено вид цементного завода.



Рисунок 1.9- Вид Хантауский цементный завод

На Хантауском заводе применяют шаровые мельницы. Так как шаровая мельница является наиболее распространенным типом и характеризуется тем, что сырье помещается в цилиндрическую емкость, где оно размалывается под воздействием стальных шаров, находящихся внутри. Этот тип мельницы обеспечивает высокую производительность и широкий диапазон мелкости помола. Данный параметр мельницы диаметр составляет 3,8x7,5 м.

Далее цементная мельница. Данное оборудование, специально разработанное для измельчения различных материалов в цементную пудру или сырье. Она является ключевым элементом в производстве цемента и используется для перемалывания сырья перед его обжигом в цементном печах.

Цементные мельницы обычно работают с использованием шаров, которые вращаются внутри цилиндрического барабана, размалывая сырье до необходимой тонкости. Это оборудование может быть установлено как в открытых, так и в закрытых циклах производства цемента, и часто применяется для производства различных видов цемента с различными физико-химическими свойствами. Цементные мельница имеется 2 штуки: одна 40 тн/час, вторая 45 тн/час. На картинке 1.10 представлено вид цементного мельницы в Хантауском заводе.



Рисунок 1.10 – Цементные мельницы

Для производства цемента методом сухого способа используют короткие полые вращающиеся печи в сочетании с запечными теплообменниками и длинные вращающиеся печи. Особенно распространены печи с циклонными теплообменниками, декарбонизаторами и конвейерным кальцинатором, а также шахтные печи. Выбор определенного типа зависит от физико-химических свойств используемых материалов. Несмотря на свои преимущества, шахтные печи имеют невысокую производительность, поэтому на крупных заводах их не применяют.

Вращающаяся печь - это основное оборудование, используемое в процессе обжига сырья для производства цемента. Это большой цилиндрический барабан, который вращается вокруг своей оси и подвергает сырье высоким температурам. В процессе обжига вращающаяся печь превращает сырье в клинкер - гранулированный продукт, который затем используется для производства цемента.

Цепи во влажных и долгосухих вращающихся цементных печах обычно работают для удаления влаги из сырого цементного материала (шлама), а также для очистки корпуса печи путем транспортировки материалов, дробления грязевых колец, уменьшения количества пыли и снижение температуры газов на выходе из печи. Вращающаяся печь была изобретена в 1873 году Фредериком Рэнсомом . Он подал несколько патентов в 1885–1887 годах, но его эксперименты с этой идеей не имели коммерческого успеха. Тем не менее, его проекты легли в основу успешных печей в США с 1891 года, которым впоследствии последовали во всем мире. На рисунке 1.11 показан вид вращающейся печи.



Рисунок 1.11- Вращающий печь

Основные компоненты вращающейся печи включают в себя барабан, поддерживающую конструкцию, систему подогрева (чаще всего используется газовое или топливное горение), систему циркуляции материала и систему управления температурой. Благодаря вращающемуся движению барабана и высокой температуре происходит химический процесс, в результате которого сырье переходит в клинкер - основной ингредиент для производства цемента.

Производительность печи 1200 тн/час клинкера.

На рисунке 1.12 и 1.13 представлена схема двухветвевого циклонного теплообменника и контур уноса декорбонизированного цемента

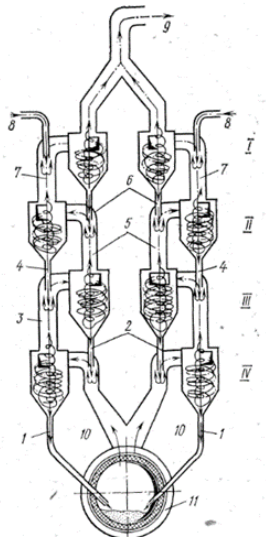


Рисунок 1.12 - Схема двухветвевого циклонного теплообменника

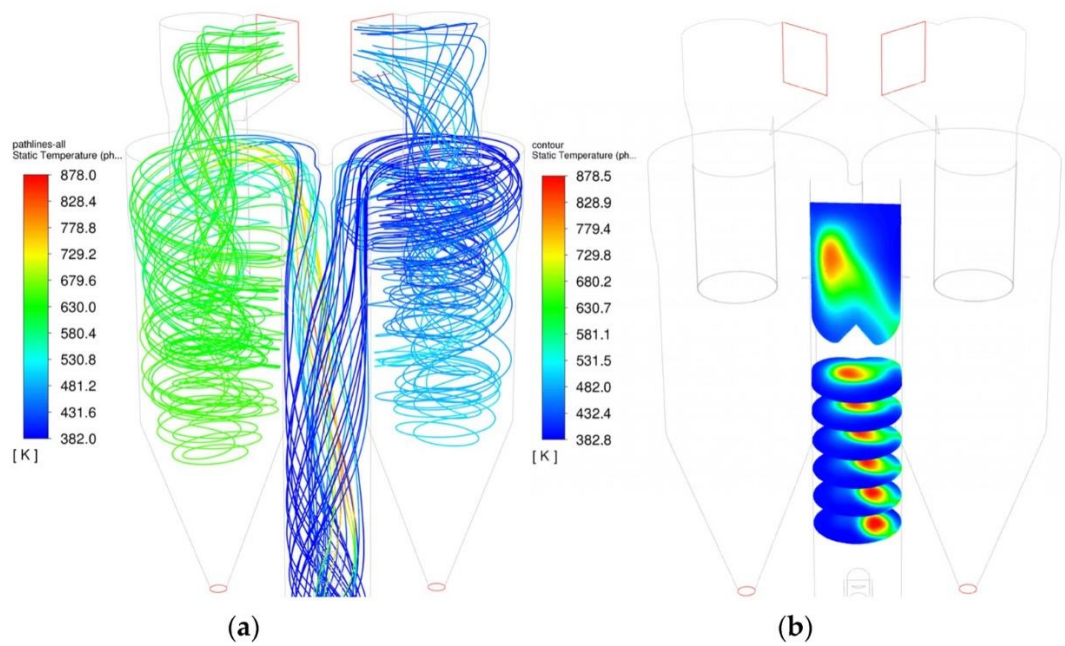


Рисунок 1.13 – Контуруноса декорбонизировонного цемента

Конструкция печи для предварительного нагрева характеризуется наличием корпуса, облицовки, элементов нагрева и системы управления температурой. В этой печи применяется термопара для контроля и поддержания температуры в определенном диапазоне значений. На рисунке 1.14 показан строение печи.

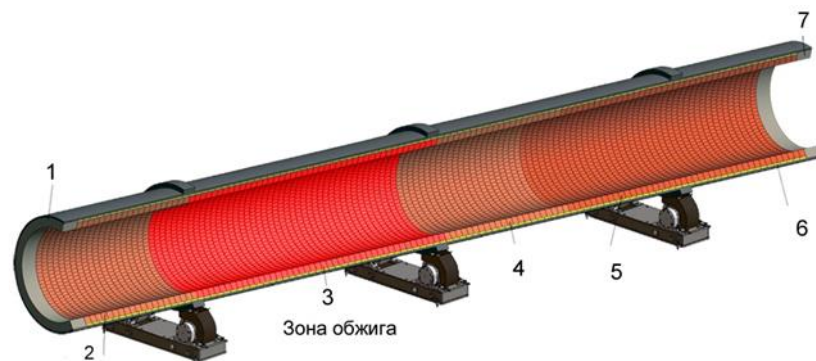


Рисунок 1.14- Особенности строение печи

1- Выходное кольцо; 2- зона охлаждения; 3- зона обжига; 4-зона подогрева; зона подсушки; 5- теплоизоляционный слой(футеровка); входное кольцо

Основным важным оборудование среди них является также дробилка.

Дробилка - это оборудование, предназначенное для измельчения больших кусков сырья на более мелкие фракции. Она используется в различных отраслях промышленности, включая цементную, для подготовки материала к дальнейшей обработке. Дробилка состоит из прочного корпуса, рабочих

органов (щек, валков или роторных молотков) и привода. Процесс дробления происходит за счет механического воздействия на материал, что позволяет получить необходимую степень измельчения для последующих производственных этапов. Главная задача дробилки — уменьшение размера материала, что облегчает его транспортировку, повышает эффективность последующих этапов обработки (например, измельчение в мельницах) и обеспечивает однородность конечного продукта. Ниже мы рассмотрим схему дробилки и его свойства.

1.9 Первичное измельчение сырья

Этапом измельчение сырья происходят в дробилках и мельницах. На Хантауском цементном заводе применяет дробилки со способом разрушения путем ударных механизмов и давление.

Первичное измельчение сырья является одним из ключевых этапов производства цемента. На этом этапе сырье подвергается дроблению до определенного размера, который обеспечивает его пригодность для дальнейшей обработки. Процесс измельчения включает в себя несколько подэтапов, каждый из которых имеет свои параметры и особенности. На картинке 1.15 предоставлен молотковая дробилка.

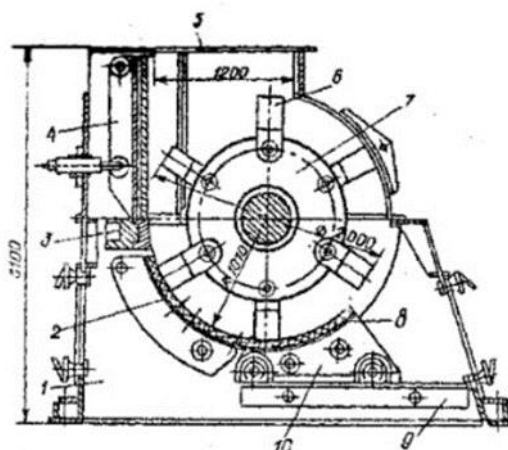


Рисунок 1.15– Молотковая дробилка

1 – станина, 2 – колосниковая поворотная решётка, 3 – отбойный брус, 4 – отбойная плита, 5 – крыша станины, 6 – молоток, 7 – ротор, 8 – выдвижная колосниковая решётка, 9 – направляющая выдвижной решётки, 10 – тележка

Молотковая дробилка с подвижной плитой оборудовано выходными колосниковыми решетками. Эти дробилки выдают материал с размером крупности, который меньше ширины выходной щели. В них материал измельчается за счет ударов молотков или быстро вращающегося ротора, а также за счет ударов кусков о стенки камеры дробления и другие куски. Продукт измельчения представляет собой щебень с размером частиц от 0 до 20-

30 мм. Степень измельчения таких дробилок обычно составляет от 20% до 40%.

Перед началом процесса измельчения сырья производится его подготовка. Сырье, такое как известняк, глина, шлам и другие добавки, доставляется на предприятие и подвергается предварительной сортировке и очистке от примесей, которые могут повлиять на качество конечного продукта.

Основной этап первичного измельчения - дробление сырья до требуемого размера частиц. Для этого применяются дробильные установки, такие как щековые дробилки или гирационные дробилки. Сырье подается на дробилку и размалывается до размеров, обычно не превышающих нескольких сантиметров.

Параметры дробления

Размер частиц. Обычно от 0 до 500 мм в зависимости от типа сырья.

Производительность- до 500 тонн/час в зависимости от мощности дробилки.

Энергопотребление. Обычно составляет около 15 кВт/тонна.

После дробления сырья оно подвергается сортировке и классификации. Этот этап позволяет разделить дробленый материал на фракции разного размера, что улучшает его дальнейшую обработку. Сортировка может быть механической или гидравлической, в зависимости от типа сырья и требований процесса производства.

В процессе измельчения сырья возникают отходы, которые также требуется обработать. Они могут быть направлены на дальнейшее использование или утилизацию в зависимости от их характеристик.

1.10 Печи сухого метода производства

В настоящее время в различных странах стремятся использовать сухой метод получения клинкера, который позволяет сократить расходы топлива на его обжиг на 30-40% по сравнению с мокрым методом. При сухом производстве сырьевые материалы сначала подвергаются высушиванию, затем тонко измельчаются и подаются на термообработку. Этот метод позволяет строить печи с производительностью до 6000–10000 тонн в сутки.

Основным преимуществом сухого производства цемента является не только снижение расхода топлива, но и более высокие выходы клинкера из печи.

Для производства цемента с применением сухого метода используются короткие полые печи с вращающимся барабаном в сочетании с запечными теплообменниками, а также длинные вращающиеся печи. Широкое распространение получили печи с циклонными теплообменниками, декарбонизаторами и конвейерным кальцинатором, а также шахтные печи. Выбор конкретного типа оборудования зависит от физико-химических свойств используемых сырьевых материалов. Сухой способ производства цемента значительно усовершенствован. Наиболее энергоемкий процесс это декарбонизация сырья — вынесен из вращающейся печи в специальное устройство — декарбонизатор. Здесь процесс протекает быстрее и с

использованием теплоты отходящих газов.

Шахтные печи, хотя и обладают невысокой производительностью, не применяются на заводах с большой мощностью. Ранее в главе 1.9 подробно описаны строение и свойства печа.

1.11 Охлаждение клинкера

Охлаждение цементного клинкера после его выхода из зоны нагрева вращающихся печей осуществляется в холодильниках, где температура клинкера снижается с 1100 до 1300 градусов Цельсия. Этот этап оказывает значительное воздействие на структуру, минералогический состав и размалываемость клинкера, влияя тем самым на качество производимого из него цемента. На рисунке показан охладительный контур клинкера в разрезе.

Скорость охлаждения является ключевым фактором, влияющим на соотношение между кристаллической и стекловидной фазами в клинкере. Медленное охлаждение способствует образованию кристаллической структуры, тогда как быстрое приводит к образованию стекловидной фазы.

Особенно важен этот процесс для поддержания постоянства объема цемента. Быстрое охлаждение может улучшить сульфатостойкость цемента, поскольку приводит к превращению части составляющих в стекловидную форму, что делает его менее чувствительным к агрессивному воздействию сульфатов.

Кроме того, размалываемость клинкера также зависит от скорости охлаждения. Клинкер, охлажденный быстро, как правило, имеет более высокую размалываемость из-за более высокого содержания стекловидной фазы и меньших размеров кристаллов. Это снижает энергозатраты на его помол по сравнению с медленно охлажденным клинкером.

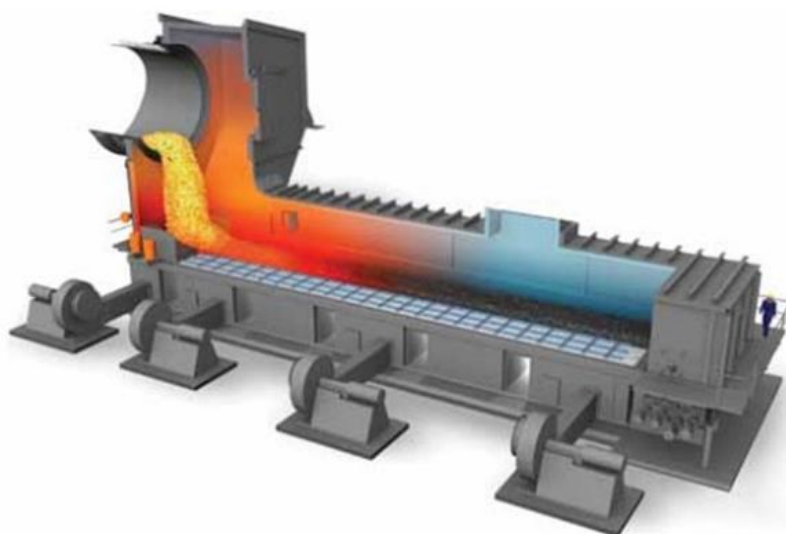


Рисунок 1.16 – Охладительный контур клинкер

Клинкерный холодильник выполняет две задачи: отобрать как можно больше тепла из горячего (1450 С) клинкера, чтобы вернуть его в процесс и снизить температуру клинкера до уровня, подходящего для оборудования, расположенного ниже по потоку.

В клинкерном охладителе горячий клинкер быстро охлаждается воздухом для получения высокой степени эффективности. Современные клинкерные охладители имеют воздушный поток, перпендикулярный потоку клинкера, поглощающий тепловую энергию. Этот горячий воздух почти полностью используется в качестве вторичного воздуха для сгорания в вращающейся печи или в качестве третичного воздуха в третичный воздуховод.

Контроль температуры клинкера

Крайне важно следить за температурой клинкера в поисках тех горячих точек в материале с температурой выше установленного порога, прежде чем он достигнет конвейера, вызывая повреждения.

Включение слишком горячего материала вместе с охлажденным клинкером может привести к пожару конвейера, повреждению оборудования и остановкам в процессе производства цемента. Чтобы избежать этой проблемы, необходима система мониторинга температуры с высоким разрешением с быстрым откликом, способная обнаруживать горячие точки, даже если они очень маленькие.

Существует четыре основных вида клинкерных холодильников:

- Барабанные холодильники, размещаемые ниже вращающейся печи, предназначены для охлаждения клинкера с помощью его перемещения внутри барабана.

- Рекуператорные (планетарные) холодильники имеют барабаны, расположенные по периметру выходного конца вращающейся печи. Они обеспечивают равномерное охлаждение клинкера за счет особой конструкции.

- Колосниковые холодильники характеризуются наличием специальных колосников внутри барабана для эффективного перемещения и охлаждения клинкера.

- Шахтные холодильники используются для охлаждения клинкера через вертикальные шахты, по которым проходит клинкерный материал.

1.12 Топливо в производстве клинкера

Производительность вращающейся печи и удельный расход топлива на обжиг клинкера зависят от режима работы теплового агрегата и расхода сырья. В зоне спекания печи тепловое напряжение очень высокое, и материал получает основное количество тепла через излучение от факела и футеровки. Для улучшения теплообмена требуется максимальная разница температур между газами и материалом. По расчетам, повышение температуры факела на 20-40°С увеличивает производительность печи на 2,5-4%. Вторичный воздух, подаваемый в печь из холодильника для горения топлива, должен иметь минимальный коэффициент избытка (1,05-1,10) и максимальную температуру.

Увеличение температуры вторичного воздуха на 100°C повышает температуру факела на 50-70°C.

Длина и форма факела, а также скорость и степень смешения топлива с воздухом зависят от свойств топлива и тяги, создаваемой дымососом. Продолжительность зоны спекания примерно равна длине факела в печи, что позволяет в определенной степени регулировать время нахождения материала в зоне максимальных температур. Образование и кристаллизация клинкерных минералов в зоне спекания регулируются изменением длины факела и угла наклона форсунки к поверхности материала.

При «длинной» и «дальней» зоне обжиг клинкера происходит равномерно и стабильно, так как тепловое напряжение в зоне спекания снижается, увеличивается стойкость футеровки, а клинкер идет с пониженной температурой. Однако может возникнуть опасность неполного сгорания топлива и снижения температуры материала. При «короткой» зоне разница между температурами газов и материала увеличивается, что усиливает скорость теплопередачи и интенсифицирует теплообмен. При увеличении количества сжигаемого топлива тепловая мощность возрастает, но чрезмерный расход топлива опасен, так как увеличивается тепловое напряжение, ухудшается стойкость футеровки и увеличивается объем дымовых газов, что приводит к увеличению их скорости, повышенному пылевыносу, снижению выхода клинкера и производительности печи.

Чрезмерное увеличение подачи сырьевой смеси также снижает производительность, так как уменьшается разность температур между газами и материалом, сокращается продолжительность зоны спекания. В этом случае для получения качественного клинкера необходимо увеличивать время пребывания материала в печи. Поэтому для эффективной и высокопроизводительной работы печи нужно оптимизировать подачу сырья, топлива и воздуха.

В настоящее время на цементных заводах для обжига клинкера используется три вида топлива: газообразное, твердое и жидкое. Примерное распределение топлива на цементных заводах стран СНГ следующее: газообразное – 60%, твердое – 25%, жидкое – 15%. Наблюдается тенденция к переходу на твердое топливо, как это ранее произошло на цементных заводах Западной Европы и США.

С увеличением крупности помола возрастает расход топлива. Для сжигания твердого топлива используются одноканальные, реже двухканальные форсунки. Эффективность перемешивания пылеугольного топлива с воздухом определяется конструкцией форсунки и скоростью выхода топливовоздушной смеси.

1.13 Помол сырья

Помол сырья для производства цемента представляет собой важный технологический этап, который заключается в измельчении исходных материалов до требуемой степени тонкости. Этот процесс имеет решающее

значение для получения однородного и качественного цемента, так как влияет на реакционную способность и равномерность смеси. Для помола используют различные типы мельниц, в том числе шаровые и вертикальные мельницы. В нашем случае используют шаровые мельницы.

Сырье измельчается до порошкообразного состояния в мельницах. В шаровых мельницах это происходит за счет вращения барабана со стальными шарами.

После помола материал проходит через классификаторы, которые отделяют частицы по размеру. Более крупные частицы возвращаются в мельницу для повторного измельчения, а мелкие переходят к следующему этапу производства.

Преимущества помола:

-однородность смеси: равномерный размер частиц обеспечивает стабильность процесса и качество цемента.

-улучшенная реакционная способность: мелкий помол увеличивает площадь контакта частиц, улучшая химические реакции при обжиге и образование клинкера.

Экономия энергии: оптимизация помола снижает энергозатраты, так как мелкие частицы требуют меньше энергии для обжига.

Качество конечного продукта: контроль степени помола влияет на прочность, время схватывания и долговечность цемента.

Помол клинкера может осуществляться в открытом и замкнутом цикле. В открытом цикле весь материал, поступивший в мельницу, выходит в виде готового продукта, что не позволяет достичь высокой удельной поверхности.

Энергозатраты на помол увеличиваются из-за накопления значительного количества тонких фракций в мельнице. Готовый цемент имеет широкий диапазон крупности, что ухудшает его свойства. В открытом цикле цементы обычно измельчаются до удельной поверхности не более 300 м²/кг.

Для достижения более высокой удельной поверхности необходимо отделять мелкие частицы в процессе помола, то есть использовать замкнутый цикл. В замкнутом цикле измельчаемый материал проходит через сепаратор, где отделяется мелкая фракция как готовый продукт, а крупная фракция возвращается в мельницу. Благодаря своевременному удалению мелкой фракции готовый продукт получается более однородным по гранулометрическому составу, содержит значительно меньше крупных частиц, которые остаются в цементном камне балластом и почти не влияют на прочность.

В настоящее время наблюдается тенденция перехода на замкнутый цикл помола с целью повышения эффективности процесса измельчения цемента и улучшения его качества. В замкнутом цикле помола измельченный материал из мельницы направляется на классификацию в сепаратор, который отделяет готовый продукт от крупной фракции. Мелкая фракция, отделенная в сепараторе, направляется в пневмокамерные насосы для транспортировки в цементные силосы, тогда как крупная фракция может проходить через

мельницу многократно.

При помол в замкнутом цикле объём готового продукта всегда соответствует объёму исходного материала, поступающего на помол. Объём циркулирующей крупки может значительно превышать объём исходного материала.

Помол сырья является критически важным этапом в производстве цемента, обеспечивая необходимые физические и химические свойства для дальнейшего обжига и получения качественного продукта. Оптимизация этого процесса способствует повышению эффективности производства, снижению затрат и улучшению характеристик цемента.

1.14 Хранение, отгрузка и упаковка цемента

Схематический система хранения и отгрузки цемента Хантауского завода изображен на рисунке 1.17 для хранения готового цемента применяются силосы. На Хантауском заводе в настоящее время имеется 4 штук силосы.



Рисунок 1.17- Силосы для хранения цемента

Подача материалы в силос производится путем ковшового элеватора и аэрожелоба. Верхняя площадка силоса оборудовано всем необходимым для эксплуатации включая люки, уравнивающие давление клапаны, датчик, уровнемер, предотвращающий от переполнение отображающий заполнение цементом силоса. Для системы выгрузки силосов имеется аэрирующие кассетами и аэрожелобами.

Технические показатели силоса позволяет производить загрузки цемента в автотранспорт и в железнодорожные вагоны а часть из них подвергается упаковке мешкотару и паллеты.

Далее рассмотрим схему хранения и отгрузки цемента представленное в рисунке 1.18.

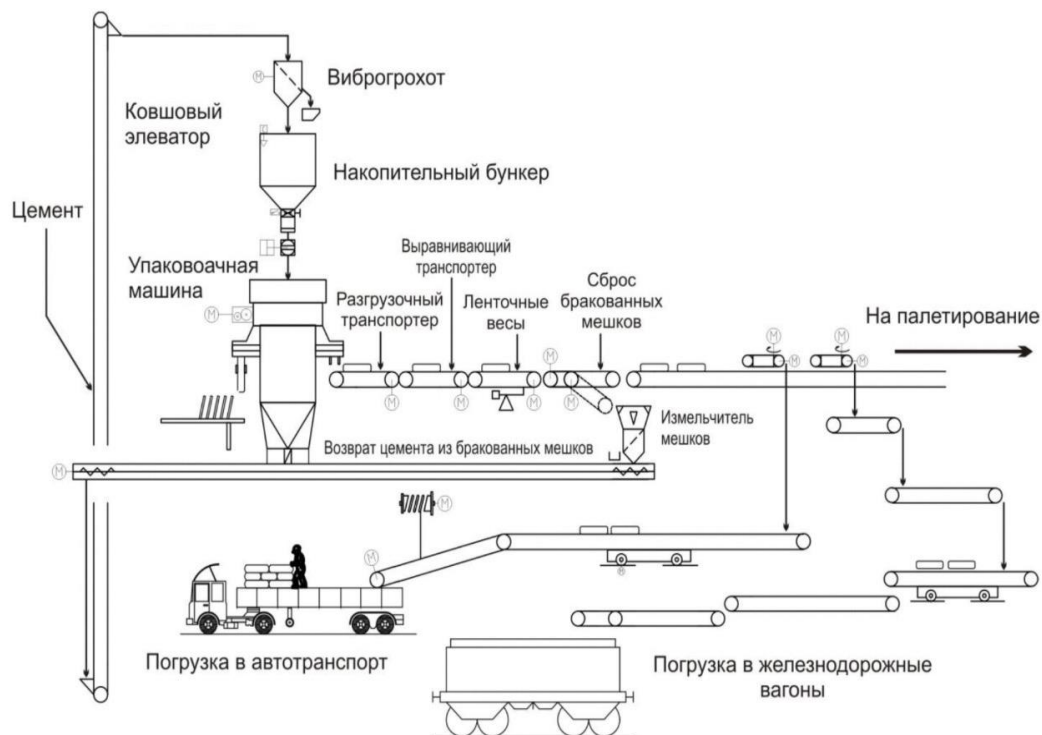


Рисунок 1.18 – Схема хранения и отгрузки цемента

Система погрузки цемента в транспортные средства применяют загрузки на рисунке 1.19 которые предотвращает выброс цемента в окружающую среду, данное устройство позволяет плотно прижимать падающий цемент трубопровод как горловине транспортного средства, в результате чего предотвращается просыпь цемента. Кроме того, система погрузки аспирируется с применением вентилятора и рукавного фильтра.

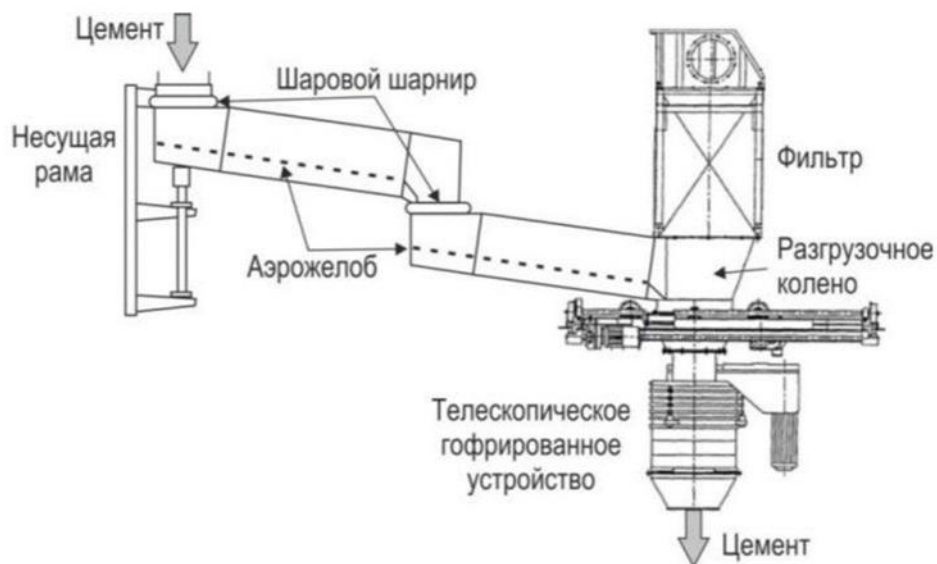


Рисунок 1.19- Устройство для погрузки цемента

Далее Цемент упаковывают в тару с помощью упаковочных машин. В качестве тары используются 5-6 слойные бумажные мешки из крафтбумаги

местимостью 50 кг, полипропиленовые мешки, а также специальные мягкие контейнеры «Big-Ben» вместимостью 1 тонна. Для упаковки мешков применяют машины с 2 или 4 штуцерами, производительностью 25-40 т/ч, или карусельные машины с 14 штуцерами, способные упаковывать до 120 т цемента в час.

1.15 Выбросы вредных веществ при производства цемента

Основные производственные выбросы чаще всего ассоциируется с пылью. Однако технология его производства включает процесс тонкого измельчение материалов. Пыль – частицы менее 0,1 мм, взвешенные в воздухе либо в газе. Возникновение пыли образуются в процессе дробления, транспортировки, складирование сырьевых материалов, а также при помоле и обжиге сырья, охлаждение и складирование клинкера.

Химический состав пыли с содержанием SiO_2 до 20 масс.% до 70 масс.%. Эти показатели с более высоким содержанием считаются наиболее вредным для окружающей среды.

Выбросы эмиссии вредных веществ из печей составлен в таблице 1.4.

1.4 Показатель выбросов эмиссии из цементных печей

Показатель выбросов эмиссии из цементных печей			
Загрязнитель	мг/нм ³	кг/т клинкера	т/г
Пыль	0,27 - 227	0,00062 - 0,5221	0,62 - 522
NO _x	145 - 2040	0,33 - 4,67	334 - 4670
SO ₂	до 4837	до 11,12	до 11125
CO ₂	200 - 2000	0,46 - 4,06	460- 11500

Цементная промышленность активно использует разнообразные виды отходов: остатки от камнерезного производства и отсев материалов при добыче щебня из карбонатных пород, шлаки, полученные в результате доменных и электротермических процессов, золы от работы тепловых электростанций, отходы от производства железа без использования доменных печей, а также шлаки, образующиеся при цветной металлургии, и отходы от обогащения угля, включая материалы с высоким содержанием алюминия. Отходы, содержащие топливо, могут быть направлены либо прямо в печи, либо подвергнуты сжиганию в специальных установках. Использование таких техногенных продуктов способствует экономии природных ресурсов, повышению эффективности работы печей, снижению расхода топлива, созданию цемента с особыми характеристиками и улучшению экологической ситуации в регионе.

Однако в процессе производства цемента выделяются различные органические загрязнители, такие как хлорбензолы и полихлорированные бифенилы, чья концентрация требует особого контроля в

определенных условиях эксплуатации.

Цементные заводы являются значительными источниками выбросов углекислого газа, согласно исследованиям, они ответственны примерно за 2,5% общемировых выбросов CO₂ из промышленных и энергетических источников. Углекислый газ образуется в процессе производства клинкера как побочный продукт прокаливания, происходящего в верхней, более холодной части печи.

Эти вещества существенно влияют на общее загрязнение атмосферы.

Эффективные системы очистки пыли позволяют существенно снизить количество выбросов твердых частиц (PM 10, PM 2.5) за счет уменьшения уровня запыленности.

В процессе экологической модернизации Хантауского цементного завода основное внимание уделяется уменьшению выбросов оксидов азота и других азотсодержащих соединений, которые в основном образуются в результате горения с использованием воздуха.

1.16 Технологический контроль качества портландцемента

Основная цель технологического контроля - обеспечение качества поступающих материалов и продукции, такой как клинкер и цемент. Контроль технологического процесса включает оперативный и учетный контроль, который тесно связан с оптимизацией процесса с использованием автоматических систем. Эти системы получают информацию, обрабатывают ее и принимают решения с помощью управляющего компьютера, обеспечивая оптимальные параметры процесса.

Для анализа параметров технологического процесса используются различные инструменты и средства управления. Технические характеристики и принцип работы этих инструментов описаны в соответствующем разделе.

Одним из ключевых источников информации являются данные о составе сырьевой смеси. Бурение проводится в процессе разведки месторождения и используется для составления карьерной сетки по составу сырья, которая фиксируется в компьютере. Для быстрого определения состава сырья и сырьевой смеси применяются автоматические пробоотборники и устройства для пробоподготовки.

Рентгеновские анализаторы-спектрографы используются для экспресс-анализа сырья, клинкера и цемента.

Флюоресцентный анализатор с источником излучения Fe-55 позволяет проводить быстрый анализ содержания CaCO₃ в потоке. Время анализа составляет 15 минут, что позволяет компьютеру управлять дозаторами со сдвигом во времени.

Каждая вращающаяся печь обязана быть снабжена специальными приборами для непрерывного контроля различных параметров процесса. Эти параметры включают температуру газов в различных зонах печи (в зоне спекания, перед и после теплообменников, у дымососов, после

электрофильтров), а также температуру материала в зоне кальцинирования и после теплообменных устройств. Контролируется также температура клинкера после холодильников и мазута перед горелками.

Помимо этого, осуществляется контроль давления в различных точках (в головке печи, за печью, за теплообменниками, перед и после электрофильтров), давления жидкого и газообразного топлива перед горелками, а также полноты горения топлива (концентрация кислорода, углекислого газа, оксида углерода и других газов).

Также контролируется степень открытия различных управляющих органов (дросселей, шиберов, направляющих аппаратов дымососов и вентиляторов), а также частота вращения печи и других устройств, включая питатели сырья и угольной пыли, а также уровень возврата уловленной пыли. Организуется также контроль расхода первичного и вторичного воздуха.

Важно отметить, что печи должны быть оборудованы специальной аппаратурой и приборами для осуществления учета и мониторинга различных параметров процесса.

Контрольно-измерительные приборы, установленные для обеспечения точности измерения технологических параметров, должны минимизировать влияние факторов, вызывающих погрешности. Например, при измерении температуры газов важно учитывать возможное воздействие лучистого теплообмена. Для этого можно защитить рабочие концы термопар экранирующими трубками из легированных сталей или керамических материалов. Также необходимо предотвратить возможность искажения измерений за счет подсосов холодного воздуха. Для повышения точности измерений рекомендуется использовать отсасывающие термопары, особенно при измерении температуры воздуха, поступающего из колосникового холодильника в печь.

Для точного измерения температуры поверхностными термопарами, например, на колосниках и балках переталкивающих холодильников, необходимо исключить возможность искажения показаний. Это достигается путем тщательного заделывания рабочих концов термопар в тело колосников или балок, а также в приваренные бобышки, с последующей изоляцией места зачеканки и отходящих от них проводов.

При измерении статического давления потока газа, такого как воздух, важно правильно отбирать давление, чтобы избежать значительных погрешностей. Особое внимание следует уделить воздействию динамического давления, особенно при высоких скоростях потока свыше 8-10 м/с. Необходимо обеспечить гладкие внутренние поверхности труб и закругление краев отверстий для устройства отбора давления.

Для подачи сырьевой массы следует применять весовые дозаторы или дозаторы с объемной подачей, снабженные весоизмерительными устройствами. Для транспортировки шлама необходимо использовать объемные питатели с возможностью плавного регулирования расхода и автоматическими устройствами, такими как тип КШ-3, или автоматические реактивные питатели

и индукционные расходомеры. При этом относительная погрешность при подаче сырьевой смеси в вращающиеся печи не должна превышать 2-2,5%.

Система управления процессом сжигания топлива должна обеспечивать возможность точного и постепенного регулирования его подачи в установленных пределах, а также изменения положения топливной форсунки как вдоль длины печи, так и относительно обрабатываемого материала. Также необходим контроль за количеством подаваемого топлива и воздуха, а также за полнотой горения.

2 Теплотехнический раздел

2.1 Материальный баланс процесса производства портландцемента

Материальный баланс в процессе производства портландцемента отражает потоки сырья и продуктов на различных этапах производства. Этот баланс включает в себя приемку сырья, его дробление и измельчение, обжиг, помол, а также добавление дополнительных компонентов, если необходимо. Расчеты материального баланса позволяют оптимизировать процесс производства и ресурсное планирование.

Расчет материального баланса

$$M_{\text{ср}} -$$

Средневзвешенное содержание клинкера, в масс. %, в цементах всех видов и марок $M_{\text{ср}}$, рассчитывается по формуле:

$$M_{\text{ср}} = \frac{N_1 \cdot (100 - D_1) + N_2 \cdot (100 - D_2) + \dots + N_i \cdot (100 - D_i)}{100} \quad (2.1)$$

где D_1 - содержание добавок в цементе первого вида (марки), в масс. %;

D_2 - содержание добавок в цементе второго вида (марки) в масс. %, D_i - содержание добавок в цементе i - того вида (марки), в масс. %, N_1, N_2, \dots, N_i - доля в общем выпуске цемента каждого вида, в масс. %, при условии что $N_1 + N_2 + \dots + N_i = 100\%$.

В Хантауском заводе, из ассортимента выпускают:

Портландцемент марки М400 с содержанием Д 20 и добавками из металлургических шлаков, составляющими 93% от общего объема производства.

Портландцемент марки М400 с содержанием Д 0, который будет использоваться для производства асбестоцементных изделий. Этот вид составит 7% от общего объема выпуска.

$$M_{\text{ср}} = \frac{93 \cdot (100 - 20) + 7 \cdot (100 - 0) + \dots + 0 \cdot (100 - 0)}{100} = 81 \quad (2.2)$$

Определяем теоретический расход сухого сырья на 1 кг гипса

$$M_{\text{Т}}^{\text{с}} = \frac{100}{100 - \text{п.п.п}} = \frac{100}{100 - 35,47} = 1,5 \text{ кг/кг кл} \quad (2.3)$$

Далее определяем расход сухого сырья

$$M_{\text{П}}^{\text{с}} = M_{\text{Т}}^{\text{с}} \cdot \frac{100}{99,9} = 1,5 \cdot \frac{100}{99,9} = 1,5 \text{ кг/кг кл} \quad (2.4)$$

Определяем общее количество уноса материала из печи

$$M_{\text{ун}} = n \cdot M_{\text{п}}^{\text{с}} = 0,03 \cdot 1,5 = 0,045 \text{ кг/к} \quad (2.5)$$

Согласно данным о химическом составе шихты, можно определить процентное содержание в ней карбонатов и углекислоты.

$$\text{CaCO}_3 = \frac{\text{CaO} \cdot 100}{56 \text{MgCO}_3} = \frac{\text{MgO} \cdot 84,3}{40,3},$$

$$\text{CO}_2 = \frac{\frac{\text{CaO} \cdot 44}{56 + (\text{MgO} \cdot 44)}}{40,3},$$

$$\text{CaCO}_3 = \frac{42,35 \cdot 100}{56} = 75,625\%$$

$$\text{MgCO}_3 = \frac{1,46 \cdot 84,3}{40,3} = 3,0 \%$$

$$\text{CO}_2 = \frac{(42,35 \cdot 44)}{56} + \frac{(1,46 \cdot 44)}{40,3} = 34,8 \%$$

Расчет состава двухкомпонентной сырьевой смеси, состоящей из известняка и глины, химический состав приведена в таблице 1.5.

Таблица 1.5-Расчет двухкомпонентной сырьевой смеси

Компонент	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	п. п. п	Σ
Известняк	0,9	0,79	0,36	53,67	0,50	0,61	42,04	99,86
Глина	21,453	18,22	7,45	5,6	2,40	0,70	13,64	98,90

Вычисляем каждого окисла указанной в таблице 1.5 на коэффициент k.

$$k_1 = \frac{100}{99,86} = 1,0$$

$$k_2 = \frac{100}{98,90} = 1,01$$

Для оценки возможного содержания в клинкере C3S при заданной концентрации CaO служит предложенный В.А.Киндом коэффициент насыщения

$$KH = \frac{\text{CaO} - (\text{CaO} + 1,65\text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35\text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,7\text{SO}_3)}{2,8\text{SiO}_2}$$

где CaO, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, SO₃ - концентрация оксидов в клинкере.

Эта формула учитывает, что в клинкере может оказаться в несвязанном состоянии CaO, а также кремнезем. При расчете сырьевой смеси не всегда имеется возможность точно предугадать содержание в клинкере свободных CaO и SiO₂. Поэтому при расчете сырьевой смеси пользуются упрощенной формулой для определения КН, условно считая, что вся CaO и SiO₂ связывается в клинкерные минералы:

$$KH = \frac{CaO + 1,65Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3}{2}$$

Величина КН у заводских клинкеров колеблется в пределах 0,85-0,95 в зависимости от состава и свойств сырьевых материалов, вида печей, условий обжига и др. Коэффициентом насыщения клинкера известью называется отношение CaO оставшейся после насыщения Al₂O₃ и Fe₂O₃ до трёх кальциевого алюмината и четырёх кальциевого алюмоферрита, к тому количеству CaO, которое необходимо для полного насыщения кремнезёма до трёх кальциевого силиката. При КН = 1 в клинкере достаточно извести, чтобы весь SiO₂ превратился в C₃S. При значениях КН < 1 в клинкере будет образовываться как C₃S, так и C₂S, причём чем меньше КН, тем больше в клинкере будет содержаться C₂S. При КН = 0,67 минералы-силикаты в клинкере будут представлены только C₂S. Соотношение между двух кальциевым и трёх кальциевым силикатами в клинкере может меняться.

Используя общеизвестными формулами смешения

$$C_0 = \frac{x C_1 + C_2}{x + 1};$$

$$F_0 = \frac{x F_1 + F_2}{x + 1};$$

$$A_0 = \frac{x A_1 + A_2}{x + 1};$$

$$S_0 = \frac{x S_1 + S_2}{x + 1};$$

Далее подставляем данные значение C₀, F₀, A₀, S₀ в упрощенном виде КН для расчета сырьевой смеси:

$$KH = \frac{C_0 - (1,65A_0 + 0,35F_0)}{2,8 \cdot S_0}; \quad (2.6)$$

где C₀ - содержание элемента в исходном сырье;

F₀ - фактический коэффициент выпуска сырья;

A₀ - коэффициент использования сырья;

S₀-средний содержательный состав сырья.

Решив полученное уравнение относительно x , можно получить формулу для определения состава смеси, соотношения между первым и вторым компонентами:

$$X = \frac{(2,8S_2KH+1,65A_2+0,35F_0)-C_2}{C_1-(2,8S_2KH+1,65A_1+0,35F_1)}; T \quad (2.7)$$

$$X = \frac{(2,8 \cdot 54,16030 \cdot 0,95 + 1,65 \cdot 15,50056 + 0,35 \cdot 7,580733) - 5,70}{53,7424 - (2,8 \cdot 1,89265 + 1,65 \cdot 0,791 + 0,35 \cdot 0,360)} = \frac{166,59}{47,27} = \frac{3,4}{1}$$

Итак, на 1 весовую часть глины обходится 3,4 весовых часть известняка. Если сырьевая смесь 4,5 весовых частей, то известняк 75 % а глины 22 %, .3% добавки

$$y_1 = \frac{3,4 \cdot 100\%}{4,5} = 75\%$$

$$y_2 = 100\% - 75\% - 3\% = 22\%$$

2.2 Режим работы завода

Оптимальное функционирование цементного завода зависит от нескольких ключевых факторов. Необходимо эффективно управлять производственными процессами, поддерживать оборудование в рабочем состоянии через техническое обслуживание и регулярные ремонты. Кроме того, важно контролировать запасы сырья и других материалов, обеспечивать высокое качество продукции и минимизировать потребление энергии. При этом безопасность работников и соблюдение экологических стандартов также играют ключевую роль.

Режим работы на технологическом объекте с общей производительности на 500 тыс. тн. бесперебойной 300 рабочих дней. Исходя из этих факторов, вычисляем суточный производственной норма.

Производительность завода определяем по формуле:

$$\theta_{\text{день}} = \frac{\theta_{\text{г}}}{K_{\text{г.д}}}, \quad (2.8)$$

$$\theta_{\text{день}} = \frac{500000}{300} = 1666,6 \text{ м}^3$$

где $\theta_{\text{г}}$ - годовой производительность, м³;
 $K_{\text{г.д}}$ - годовой рабочий день.

Расчет годовой режим работы цехов определяем по формуле:

$$T_{\text{год}} = (N_{\text{год}} - N_{\text{пр}} - N_{\text{вых}}) \cdot \quad (2.9)$$

где $N_{\text{год}}$ - количество календарных дней в году;

$N_{\text{пр}}$ - количество праздничных дней в году;

$N_{\text{вых}}$ -количество выходных в году;

$T_{\text{сут}}$ -суточный фонд рабочего времени.

$$\text{Цех помола } T_{\text{год}} = (365 - 9 - 118) \cdot 24 = 5712$$

$$\text{Цех сушки } T_{\text{год}} = (365 - 9 - 118) \cdot 24 = 5712$$

$$\text{Цех обжига } T_{\text{год}} = (365 - 9 - 118) \cdot 16 = 3808$$

$$\text{Цех складирования } T_{\text{год}} = (365 - 9 - 118) \cdot 16 = 3808$$

Производительность технологической линии определяется сначала по основному оборудованию, количество и типа. Производительность определяем по формуле:

$$P_{\text{год}} = P_{\text{час}} \cdot T_{\text{год}} \cdot n \cdot K_{\text{исп}}, \quad (2.10)$$

где $P_{\text{час}}$ - часовая производительность оборудования, ч;

$T_{\text{год}}$ - годовой продолжительность дней, т/ч;

n - количество единиц оборудования;

$K_{\text{исп}}$ - коэффициент использования оборудования.

$$P_{\text{год}} = 5712 \cdot 130 \cdot 1 \cdot 0,80 = 504048 \text{ т/г}$$

Годовая производительность мельницы помола шихты равна 504048т/г

Таблица 1.6 – Режим работы цеха

Наименование цеха	Режим работы	Суточный фонд времени, ч	Годовой фонд рабочего времени,ч
Цех помола	в 3 смены	24	5712
Цех сушки	в 3 смены	24	5712
Цех обжига	в 3 смены	16	3808
Цех прочее	в 2 смены	16	3808

2.3 Расчет тепловой отдача печи

Давление в печи

Обычно давление в преднагревателе составляет от 0.5 до 1 атмосферы, обеспечивая нормальное проведение процесса нагревания.

Тепловая отдача печи

Определяется как количество тепла, передаваемого от печи к сырью за единицу времени. Это зависит от температуры печи, скорости подачи сырья и характеристик нагревательных элементов.

$$Q = m_{\text{ср}}(T_{\text{выход}} - T_{\text{вход}}), \quad (2.11)$$

$$Q = 1000 \cdot 0,7(900 - 100) = 5600000 \text{кДж}$$

где Q- тепловые потери,кДж;

m- масса сырья,кг;

$m_{\text{ср}}$ - удельная теплоемкость сырья (в кДж/кг[°]С);

$T_{\text{выход}}$ - температура выхода сырья из преднагревателя,С;

$T_{\text{вход}}$ - температура входа сырья в преднагреватель,С;

Допустим, масса сырья составляет 10 тонн (или 10 000 кг), удельная теплоемкость $m_{\text{ср}}$ равна 0.7 кДж/кг[°]С, температура выхода сырья составляет 900[°]С, а температура входа сырья 100[°]С. Подставляя значение мы получим тепловые потери 560000кДж.

Рассчитаем производство цемента в час

$$\text{Производство цемента в час} = \frac{1\,000\,000 \text{ т/г}}{300 \text{ дн} \cdot 24 \text{ ч/д}} = 138,89 \text{ т/ч}$$

Далее находим количество молотковых дробилок

$$\text{Количество дробилок} = \frac{138,89 \text{ т/ч}}{215 \text{ т/ч}} = 0,645$$

Округляем до единиц и получим 1 молотковую дробилку.

Далее находим расчет количество шаровой мельницы для осуществления млн. тонн производства.

$$\text{Количество шаровой мельницы} = \frac{138,89 \text{ т/ч}}{85 \text{ т/ч}} = 1,634$$

Округляем до двойку и получим 2 шаровой мельницы с диаметром 3,8 х 7,5 м.

Цементные мельница 2 штуки: одна 40 тн/час, вторая 45 тн/час.

$$\text{Количество шаровой мельницы} = \frac{138,89 \text{ т/ч}}{40 \text{ т/ч}} = 3,45$$

2.4 Расчет расходов тепла на производственные нужды

Затраты на производственные цели включают в себя расходы на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение на предприятии.

$$Q_m = a \cdot q_o(t_{вн} - t_H^o) + q_v(t_{вн} - t_H^B) \cdot V, \quad (2.12)$$

где a – коэффициент, учитывающий изменение удельной тепловой характеристики в зависимости от климатических условий, принимаемый равным 0,95 для условий г. Жамбылской области;

q_o – тепловая характеристика здания для отопления, равная 0,36;

$t_{вн}$ – расчетная температура внутри здания, равная (18⁰С);

t_H^o – расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления, равная (-25);

q_v – тепловая характеристика здания для вентиляции, равная 0,1;

t_H^B – расчетная температура наружного воздуха для проектирования вентиляции, равная (-10);

V – объем здания, равный (9786,8 м³).

$$Q_m = 0,95 \cdot (18 - (-25)) + 0,1(18 - 10) \cdot 9786,8 = 7870,29 \text{ кДж/час}$$

Определяем продолжительность отопительного сезона:

$$T = 63024 = 4320 \text{ ч}$$

Определяем расход тепла на отопление и вентиляцию здания за отопительный сезон по формуле:

$$Q_c = Q_T \cdot T = 7870,29 \cdot 4320 = 33999652,8 \text{ Дж/сезон} \quad (2.13)$$

Хантауский завод получает тепло в виде пара с городской ТЭЦ. Определяем часовой расход пара на отопление и вентиляцию:

$$P_{\text{печ}} = \frac{Q_m}{(i_n \cdot 4,2 \cdot i_k) \eta} = \frac{7870,29}{(2574 \cdot 4,2 \cdot 20) \cdot 0,8} = 450,5 \text{ кг/час} \quad (2.14)$$

где i_n – энтальпия пара, поступающая в подогреватель, равная 2574;

i_k – энтальпия конденсата, равная 20;

η – коэффициент полезного действия, равный 0,8.

Определяем расход пара на весь отопительный сезон:

$$P_{пс} = \frac{Q_c}{(i_n \cdot 4,2 \cdot i_k) \eta} = \frac{33999652,8}{(2574 \cdot 4,2 \cdot 20) \cdot 0,8} = 19656068 \text{кДж/сут} \quad (2.15)$$

Определяем расход тепла на горячее водоснабжение всех рабочих и служащих завода, работающих в 2-х сменах в сутки:

$$Q_{ГВ} = K \cdot m \cdot n \cdot c(t_r - t_{x,ср}) = 0,75 \cdot 45 \cdot 44 \cdot 1(65 - 10) = 80700 \text{кДж/сут}$$

где K —коэффициент, учитывающий количество людей пользующихся душем одновременно, принимается равным $0,75$;

m —норма потребления горячей воды на одного человека, принимаемая равным $40\text{-}50\text{кг}$ согласно санитарным нормам;

n — количество людей, работающих на заводе в течение суток во всех сменах, принимаемо равным 44 ;

c —теплоемкость воды;

t_r —температура горячей воды, равная 65°C ;

$t_{x,ср}$ —средняя температура холодной воды, равная 10°C .

Определяем суточный расход пара на горячее водоснабжение по формуле:

$$P_{ГВч} = \frac{Q_{ГВ}}{(i_n \cdot 4,2 \cdot i_k) \eta} = \frac{80700}{(2574 \cdot 4,2 \cdot 20) \cdot 0,8} = 40,65 \text{кг/сутки} \quad (2.16)$$

Определяется годовой расход пара на горячее водоснабжение:

$$P_{ГВг} = 40,65 \cdot 300 = 12195 \text{кг/год}$$

Таблица 1.7 - Тепловые и паровые затраты на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение производственных помещений.

Продолжительность отопительного сезона, час	Расход тепла на отопление и вентиляцию		Расход пара на отопление и вентиляцию		Суточный расход тепла на горячее водоснабжение	Расход пара на горячее водоснабжение	
	час, кДж/ч	сезон, кДж/сезон	час, кг/ч	сезон, кг/сезон		сутки, кг/сут	год, кг/год
4320	7870	$3399 \cdot 10^6$	450,5	19656068	80700	40,65	12195

3 Архитектурно-строительный раздел

Местоположение завода для производства портландцемента находится в Жамбылской области Мойынкумском районе. Неподалеку от завода находится станция Хантау. Мойынкумский район в Жамбылской области климат континентальный. Почва серые бурые и песчанно сероземные. Средняя температура в январе- 11°С , в июле от 25-26 °С.

В межрядовых понижениях грунтовые воды залегают близко к поверхности и часто выходят наружу, образуя озёра.

Средняя скорость ветра в Жамбылской области Мойынкумском районе 2,4 м/с, зимой 1,7 м/с, весной 3,2 м/с, летом 2,3 м/с, осенью 2,5м/с.

Влажность около 74%. Ветер легкий. Атмосферное давление 700 мм рт.

3.1 Планировочное решение генплана

Генеральный план завода включает в себя различные зоны и структуры, необходимые для производства портландцемента.

В генеральном плане имеется полное благоустройство прилегающей территории. Территория цементного завода составляет 80га. Неподалеку от завода есть площадка для складирования доставляемого известняка и сланца.

На территории завода расположены: ангар известняка, глинистого сланца, столовая, котельная, общежитие для рабочих, гараж мастерская для грузовых автомобилей и железнодорожные пути.

Снабжение холодной водой проходит автономно путем скважины и водонасосной станции.

3.2 Объемно-планировочные решения

Объёмно-планировочные решения являются ключевыми в процессе проектирования и строительства завода.

Они обеспечивают:

Эффективность производственных процессов. Оптимальная организация пространства и логистики внутри завода способствует повышению производительности.

Безопасность и комфорт работников. Правильное размещение оборудования и рабочих мест, а также обеспечение необходимых условий труда и безопасности.

Соответствие нормативным требованиям. Учёт строительных норм и правил, а также требований по охране труда и экологии.

На заводе работает около 320 человек. Как в сменном, так и на вахтовом методе.

На проекте заводе, объёмно-планировочные решения по таблице имеются следующие объекты и сооружения:

Таблица 1.8-Объекты Хантауского завода

Наименование	Площадь
Лаборатория	728
Водонасосная станция	84,5
Компрессорная	96,0
Трансформаторная подстанция	59,7
Здание (клинкер силос)	15,1
Дробилка	681,0
Распределитель цемента	158,9
Силос цемента и масса погрузки	1089,0
Хранилище	579,6
Здание(грузомер)	94,2
Часть барабанной печи	344,0
Часть барабанной печи	51,4
Часть барабанной печи	189,5
Силосный корпус	15,1
Здание(размельчение сырья)	314,9
Трансформаторная подстанция	45,0
Здание	248,0
Здание	336,0
Здание (дозатор сырья)	126,0
Ангар	3345,6
Мастерская	585,6

4 Экономический раздел

4.1 Расчет себестоимости продукции

Для производства портландцемента требуются следующие виды сырья:

- глина,
- известняк,
- гипс.

Для производства цемента и инертных материалов используется сырьевая база, включающая Хантауское месторождение известняков, Хантауское месторождение песчано-гравийной смеси и Улькенсайское месторождение глин. Эти месторождения расположены в непосредственной близости от завода.

Цена за тонну известняка составляет 3055,5 тенге, а глины — 1450 тенге.

Производство карьер известняка и сланца находятся на расстоянии 18 км от завода. Доставляются с помощью автосамосвала.

На 1 тонн портцемента затрачивается 950 кг клинкера, 50 кг гипса (около 5%), электроэнергии 125 кВт час /тонн цемента.

Таблица 1.9-Себестоимость выпускаемой продукции на заводе

Виды затрат	Затраты на 1 тонну портландцемента, тенге
Затраты на сырье	
Известь	3055,5
Глина	1450
Гипс	4300
<i>Итого по сырью</i>	8805,0
Затраты на электроэнергию	
Молотковая дробилка	38,2
Питатель	1132
Вращающаяся печь	373,1
Мельница	1938,7
Условное топливо	3695,7
<i>Итого по энерго затратам</i>	7108
Затраты на заработную плату	
Зарплата управленческого персонала	1450
Зарплата цехового персонал	2322
Зарплата вспомогательного персонала	580

Продолжение таблицы 1.9

Итого по затратам на зарплату	4352
Итого затрат	20265,0
Непредвиденные расходы 6%	1215
Всего затрат	21480,0

Таблица 1.10-Расчет стоимости оборудования

Наименование оборудования	Ед.изм.	Количество	Цена за единицу, тыс. тенге	Сумма, тыс. тенге
Щековая дробилка	шт	1	3550	3550
Молотковая дробилка	шт	1	280	280
Ленточный конвейер	шт	1	1300	1300
Вращающаяся печь	шт	1	48700	48700
Бункер	шт	8	304	2300
Мельница	шт	1	3450	3450
Упаковочная машина	шт	1	350	350
	Итого:			57934

Таблица 1.11 - Расчет прибыли от реализации годовой продукции цементного завода

Наименование показателя	Ед.изм.	Кол-во
Годовая производительность завода	т/сутки	2739,73
Цена с учетом НДС, 12%	тг/т	30000
Общий доход	тыс.тг	438000
В том числе НДС	тыс.тг	52560

Таблица 1.12 - Расчет прибыли цементного завода

Наименование показателя	Сумма, тыс. тг
Объем прибыли до вычета расходов по выплате процентов, налогов, износа и начисленной амортизации	438000

Продолжение таблицы 1.12

Без учета НДС	385440
Без учета себестоимости	94886
Без учета налога на прибыль	75908
С учетом амортизационных отчислений	86730

4.2 Расчет технологической потребности в электроэнергии

Годовое потребление электроэнергии, $E_{\text{год}}$, кВт·ч, для каждого типа агрегатов можно найти по формуле :

$$E_{\text{год}} = K_{\text{и}} \cdot n \cdot N \cdot z, \quad (2.17)$$

где $K_{\text{и}}$ – коэффициент использования оборудования;

n – число агрегатов данного типа в цехе, шт;

N – единичная мощность данного агрегата, кВт;

z – число часов работы цеха в году, ч.

Расчет среднегодовых коэффициентов использования основных видов производственных агрегатов определяем по формуле:

$$K_{\text{и}} = \frac{8670 - T_{\text{остат}}}{8670}, \quad (2.18)$$

где $T_{\text{остат}}$ - для расчета общего времени простоя оборудования цементного завода в течение года, учитывая режим работы производственных цехов, ремонтные работы, техническое обслуживание и неучтенные простои, можно использовать рекомендованные коэффициенты простоя. Ниже в таблице приведена методика расчета с использованием этих коэффициентов при отсутствии точных данных.

Таблица 1.13 Коэффициенты использования основного технологического оборудования

Наименование агрегатов	$K_{\text{и}}$
Дробилки для дробления карбонатного и глинистого сырья	0,47 - 0,56
Сушильные барабаны	0,85
Мельницы самоизмельчения типа «Аэрофол»	0,77
Вертикальные среднеходные мельницы	0,77 - 0,79
Шаровые мельницы	0,76 - 0,78
	0,82 - 0,91

Для расчета мощности для шаровой мельницы с диаметром 3,8х7,5м то вычисляем таким образом. В теплотехническом разделе имеется вычисление количество шаровой мельницы. У нас имеется 2 шаровые мельницы.

Предположим $N=2$ (шаровая мельница). Далее определяем расчет мощности для мельницы.

$$P = \frac{\pi \cdot D^3 \cdot n \cdot C}{6} \cdot N, \quad (2.19)$$

где D - диаметр мельницы,
 C - среднее значение(0,4),
 n - 60 об/мин (для шаровой мельницы вращающиеся со скоростью 50 до 90 об/мин),
 N - количество мельниц.

$$P = \frac{\pi \cdot (3,18 \cdot 7,5)^3 \cdot 0,4}{6} \cdot 2 = 3832,70 \text{ кВт} \quad (2.20)$$

Итого мощность двух шаровых мельниц составляет приблизительно 3832,70 кВт.

Аналогично вычисляем мощность вращающиеся печи с циклонными теплообменниками:

$$P = \frac{Q \cdot h}{3600 \cdot \eta}, \quad (2.21)$$

где Q - производительность печи,
 h - теплота сгорания топливо, Дж/кг;
 η – КПД в процессе, в долях.

$$P = \frac{1200 \cdot 30 \cdot 10^6}{3600 \cdot 0,8} = \frac{3,6 \cdot 10^{11}}{2880} = 125000000 \text{ кВт}$$

Мощность вращающейся печи составляет 125МкВт.

Теплота сгорания топливо $h=30 \cdot 10^6$ Дж/тонн, для КПд процесса 0,8.

Зная мощность оборудование вычислим годовой потребление электроэнергии для шаровой мельницы:

$$E_{\text{год}} = 0,9 \cdot 2 \cdot 3832,70 \cdot 8760 = 60427706,4 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Аналогично с вращающейся печи

$$E_{\text{год}} = 1 \cdot 1 \cdot 125 \cdot 8760 = 1095000 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Исходя этого, годовое потребление электроэнергии для мельницы и печа составит 61522706,4 кВт·ч.

С начала года завод выпустил и реализовал 90 тысяч тонн продукции. За первые четыре месяца предприятие перечислило в местный бюджет 35 миллионов тенге налогов.

Технический директор завода Василий Заярный сообщил главе региона, что завод работает в нормальном режиме, задолженностей по заработной плате и налогам нет. Завод располагает собственной электрической подстанцией мощностью 16 мегаватт и двумя водяными насосными станциями.

Себестоимость добытого сырья зависит от нескольких факторов, причем около 60% общей стоимости сырья приходится на транспортные расходы. На цементном заводе необходимо иметь определенный запас сырья для обеспечения непрерывной работы, особенно в случае прекращения подачи материалов из карьера. В зависимости от мощности завода устанавливаются нормы запаса сырья, которые должны храниться на складах. Существуют стандартные нормы запасов материалов, выраженные в сутках: для известняка - от 3 до 5, для гипсового камня, корректирующих и минеральных добавок - от 15 до 20, для твердого топлива - от 10 до 15.

В настоящее время на заводе работают 302 человека, из которых 186 — местные жители. Специалисты, прибывшие из Тараза, Караганды и Костаная, работают вахтовым методом: 15 дней для рядовых работников и 20 дней для инженерно-технического персонала.

С момента запуска производства завод выплатил в бюджет около 500 млн тенге в виде налогов. Средняя заработная плата сотрудников завода составляет от 120 до 150 тыс. тенге.

Завод также строит два новых общежития на 60 мест. В будущем планируется создать еще 250 рабочих мест.

Производство цемента на Хантауском цементном заводе осуществляется с использованием современного «сухого» метода на технологической линии компании HengyuanInternationalEngineeringGroup из Китая. Процесс производства характеризуется экологической безопасностью, водо- и энергосбережением, а также современными системами фильтрации и утилизации. Китайские партнеры обучили казахстанских специалистов работе с высокотехнологичным оборудованием.

Среди преимуществ Хантауского цементного завода можно выделить его выгодное расположение рядом с месторождениями песчано-гравийных смесей и глин, которые являются основными сырьевыми компонентами для производства цемента. Завод также находится вблизи железной дороги и развитой сети автомагистралей. В рамках программы «Дорожная карта бизнеса-2020» к заводу была подведена железнодорожная ветка.

Хантауский цементный завод является одним из ведущих предприятий цементной промышленности на юге Казахстана и оценивается на 8,2 млрд.

5 Раздел автоматизации. Охрана труда

Работы по автоматизации цементной промышленности начались в 50-е годы. На основе аналоговой аппаратуры были разработаны и внедрены в производство системы автоматического регулирования, которые обеспечивали стабилизацию технологических параметров в основных агрегатах.

Автоматизация процессов должна гарантировать следующее: наблюдение за химическим составом сырьевой смеси, контроль параметров технологии, состояния механизмов и устройств, удалённое управление, автоматическое регулирование процессов и устройств, автоматическую стабилизацию и защиту технологических процессов.

Устройства, входящие в систему управления производственными процессами (ГСП), выполняют три основные функции:

- 1) сбор информации о состоянии процесса;
- 2) обработка, хранение и передача информации, а также формирование команд для управления;
- 3) использование командной информации для регулирования технологического процесса с помощью различных исполнительных механизмов и устройств.

На рисунке по схеме 1.20 представлена функциональное устройство ГСП

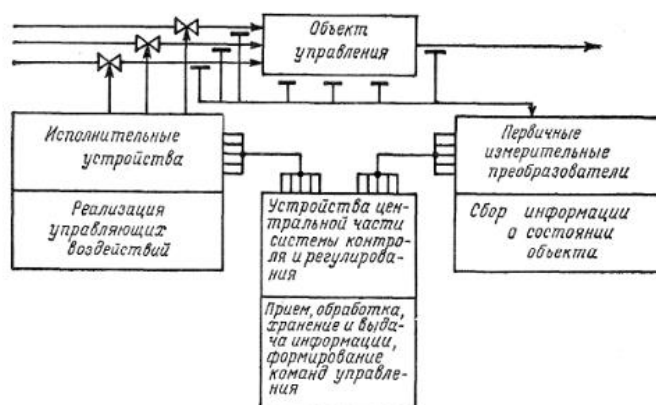


Рисунок 5.1 Схема функционального устройства ГСП

Примитивные первичные измерительные устройства подключаются к вторичным инструментам, стандартизирующим преобразователям, а также к системам регулирования или компьютерам. Среди таких устройств могут быть термоэлектрические термометры (термопары), термопреобразователи сопротивления (терморезисторы), дифференциально-трансформаторные (дифтрансформаторные) датчики и другие.

Организация безопасности труда на цементном заводе представляет собой важный аспект, направленный на обеспечение здоровья и безопасности работников.

Производственный процесс на заводе базируется на инновационных

методах, что обеспечивает экологическую чистоту производства. Все операции завода полностью соответствуют требованиям по охране окружающей среды и экологическим стандартам. Завод не только соблюдает экологические стандарты, но и стремится к постоянному улучшению своих экологических показателей и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

На предприятии все места работы, технологическое, электрическое и энергетическое оборудование, а также грузоподъемные машины и механизмы оснащены необходимыми ограждениями, средствами коллективной защиты, инвентарем и инструментами. Кроме того, на всех участках установлены знаки безопасности и информационные плакаты. Проводится регулярный мониторинг условий труда на рабочих местах, и принимаются меры по снижению воздействия опасных и вредных факторов до допустимых уровней.

Руководитель цеха несет ответственность за соблюдение техники безопасности на производстве. Мастер следит за соблюдением правил охраны труда, инструктирует рабочих, обучает их безопасным методам работы, проводит первичный инструктаж и контролирует выполнение правил охраны труда. Он также следит за исправностью оборудования и защитных устройств. Повторный инструктаж проводится каждые три месяца по программе первичного инструктажа.

Ответственность за безопасное содержание и эксплуатацию внутризаводского железнодорожного, автомобильного и другого транспорта возлагается на заместителя директора по транспорту, а за внутрицеховой транспорт отвечает начальник соответствующего цеха.

Неблагоприятные условия труда могут быть вызваны в основном высокой концентрацией пыли и влаги в помещении, недостаточной тепловой изоляцией обжиговых аппаратов, а также ненадежным ограждением движущихся частей механизмов и другими подобными факторами.

Основное оборудование в производственных цехах обязательно оснащается звуковой и световой сигнализацией, которая предупреждает персонал о запуске, остановке оборудования и аварийных ситуациях. Обеспечение здоровых и безопасных условий труда также достигается за счет постоянного совершенствования технологий, полной механизации и автоматизации производственных процессов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Увеличение производственной мощности до 1 миллиона тонн в год предполагает модернизацию оборудования, расширение хранилищ и оптимизацию производственных процессов. Замена устаревшего оборудования на современное позволит повысить эффективность производства. Обновление мельниц, печей и систем упаковки сырья сократит энергозатраты и повысит качество продукции.

В ходе анализа оборудования Хантауского завода удалось вычислить количество оборудования для производства 1 миллиона тонна.

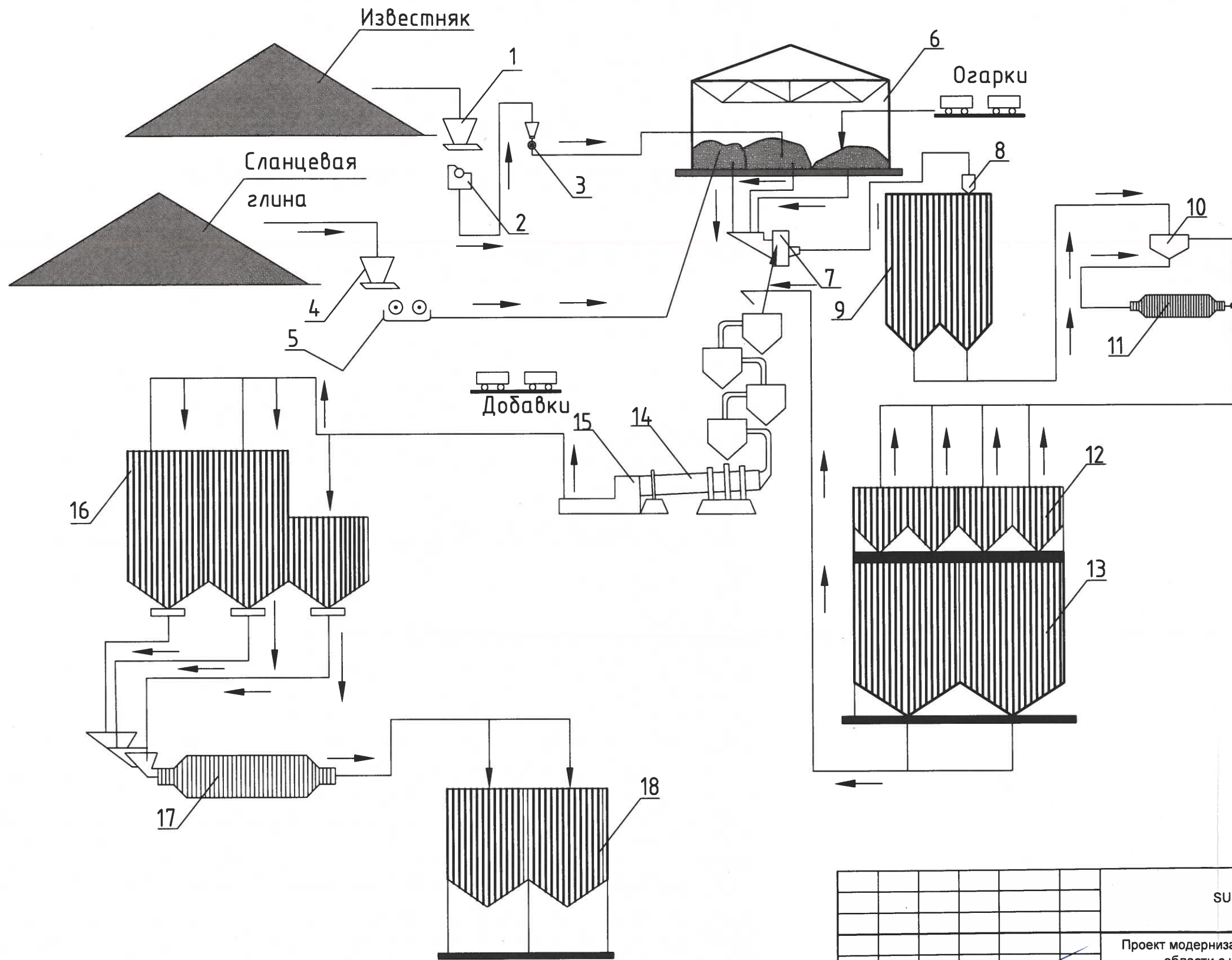
В технологической части представлена исходные сырьевые материалы, выбрано основное оборудование и способа производства портландцемента.

В теплотехнической части представлена расчет материального баланса сырья. Рассчитаны режим работы завод.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Шорхт Фрауке, Курти Иоанна, Скалет Бьянка Мария, Рудье Серж, Санчо Луис Дельгадо. Наилучшие доступные технологии (НДТ). Справочный документ по производству цемента, извести и оксида магния. 2013. - 506 с.
- 2 Плашихин С.В. Довідник ресурсоефективного і чистого виробництва. Цементна промисловість. Київ: Центр ресурсоефективного і чистого виробництва, 2020. - 96 с.
- 3 ВНТП 06-91 Концерн «Цемент»
- 4 Таймасов Б.Т. Технология производства портландцемента: Учеб. пособие. – Шымкент, Изд-во ЮКГУ
- 5 Химия цемента и вяжущих веществ: учеб. пособие / Н. А. Андреева; СПбГАСУ. – СПб., 2011. – 67 с.
- 6 Анисимова С.В., Коршунов А.Е., Мольков А.А. Общестроительные цементы. [Текст]: учебно-метод. пос. студентам всех форм обучения по направлению 08.03.01 «Строительство» - Нижний Новгород: ННГАСУ, 2016. – 38 с. СНРК4.01-02-2013 «Внутренние санитарно-технические системы»
- 7 Методические указания к лабораторному практикуму и самостоятельной работе студентов по курсу «Общая технология силикатов» для студентов направления подготовки бакалавров 18.03.01 Химическая технология
- 8 Оборудование заводов по производству цемента: [учебное пособие по направлению 270100 "Строительство"] Рашид Шарапов
- 9 Проектирование состава тяжёлого, лёгкого и силикатного бетона : учебное пособие / О.А. Корчагина, В.Г. Однолько. – Тамбов : Изд-во ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 96 с. – 75 экз. ISBN 978-5-8265-0923-4
- 10 Решение задач по строительному материаловедению: методические указания №3 для выполнения самостоятельной работы / С.Н. Кислицына,; под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Ю.П. Скачкова. – Пенза: ПГУАС, 2015. – 18 с.
- 11 Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. — Москва: Бюро НДТ, 2015. - 305 с
- 12 Мирошникова О.В., Борисов И.Н., Использование различных горючих отходов в производстве цемента // Вестник БГТУ им В.Г.Шухова. 2018. №7- 6
- 13 Гладков, Ф.В. Цемент; М.: Художественная литература - Москва, 2014. - 264 с.
- 14 Таймасов Б.Т., Лысенко В.Г. ПАВ в производстве специальных цементов. – Чимкент, КазХТИ, 1991. – 109 с.
- 15 Терехович С.В., Сейтжанов С.С., Естемесов З.А. и др. Твердение и свойства пуццолановых цементов. – Алмата, ЦЕЛСИМ, 2001. – 395 с.
- 16 Попов К.М., Каддо М.Б. Строительные материалы. – М.: Высшая школа, 2001. – 367 с.
- 17 Кравченко И.В., Кузнецова Т.В., Власова М.Т., Юдович Б.Э. Химия и технология специальных цементов. – М.: Стройиздат, 1979. - 208 с.

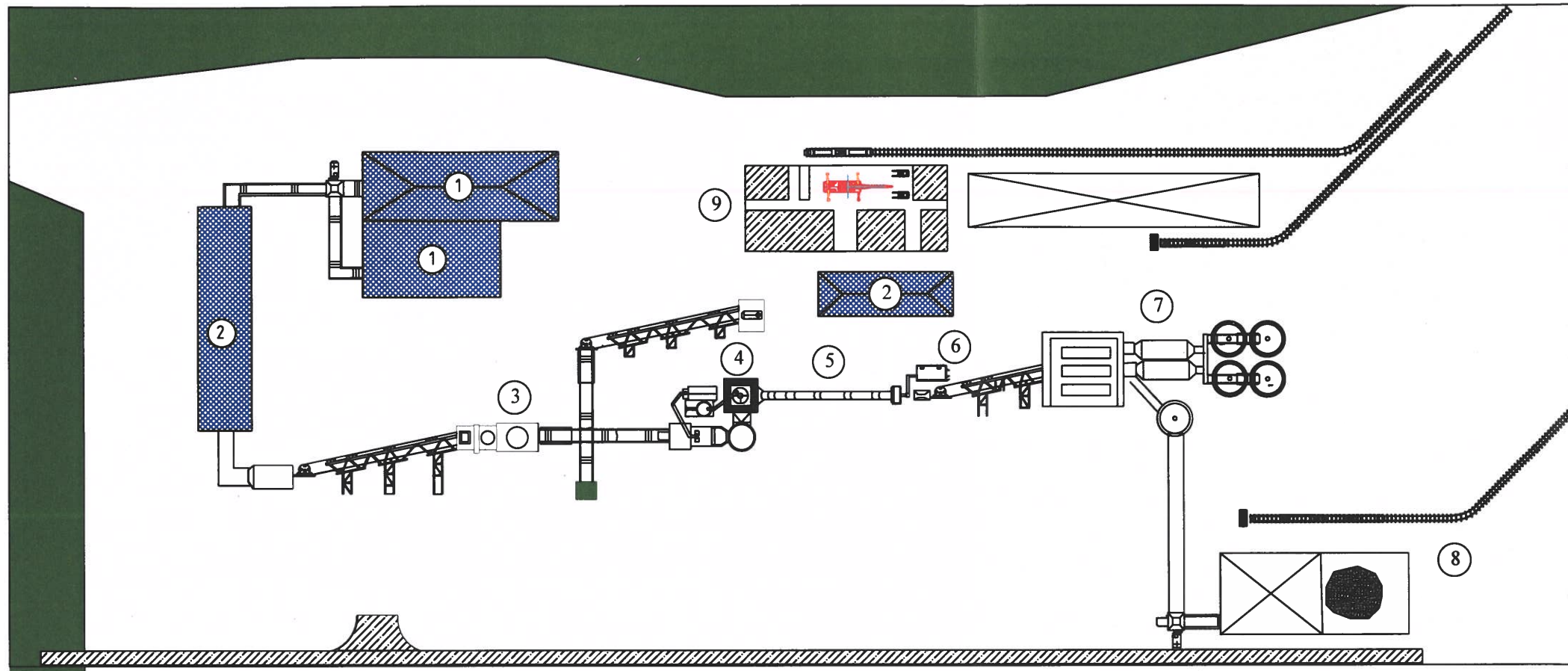
Технологическая карта схема портландцемента сухого способа



№	Наименование
1	бункер известняка
2	щековая дробилка
3	молотковая дробилка
4	бункер глины
5	валковая дробилка
6	объединенный склад сырья
7	мельница шаровая
8	циклон-осадитель
9	промежуточный силос
10	сепаратор
11	мельница
12	гомогенизационный силос
13	запасной силос
14	печь с циклонным теплообменником
15	холодильник
16	склад клинкера и добавок
17	мельница
18	цементный силос

SU - 6B07302 - Строительная инженерия - 2024 - ДП					
Проект модернизации Хантауского цементного завода в Жамбылской области с целью увеличения мощности до 1 млн.тн. в год.					
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
				Ахметов Д.А.	04.06
Зав.кафедрой				Усипбеков Е.Е.	05.06
Руководитель				Ержуманова Ұ.С.	04.06
Норм.контр				Оспанова А.Т.	04.06
Контр.качеств				Телеуказы Ө.Б.	05.06
Разработал					
				Технологический раздел	
				стадии	лист
				ДП	1
				листов	
				4	
				Кафедра "СиСМ" гр.ПСМИИК-19-7к	

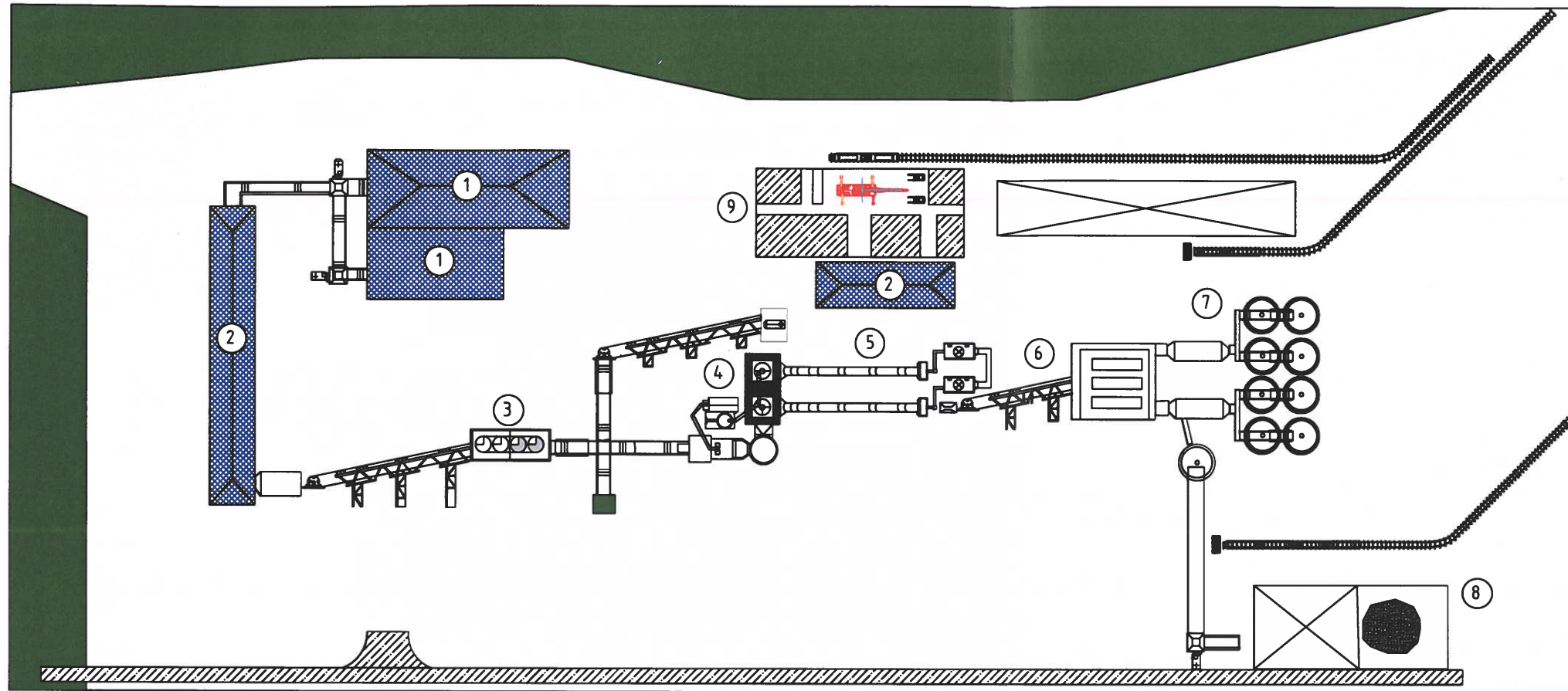
Генеральный план до модернизации



№	Наименование
1	Склад
2	Заводоуправление
3	Силосы
4	Теплообменник
5	Вращающий печь
6	Холодильник
7	Бункер для хранения
8	Склад
9	Стоянка

						SU - 6B07302 - Строительная инженерия - 2024 - ДП			
						Проект модернизации Хантауского цементного завода в Жамбылской области с целью увеличения мощности до 1 млн.тн. в год.			
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Архитектурно-строительный раздел	стадии	лист	листов
							ДП	2	4
Зав.кафедрой			Ахметов Д.А.	<i>[Signature]</i>	04.06				
Руководитель			Усипбеков Е.Е.	<i>[Signature]</i>	09.06				
Норм.контр			Ержуманова Ү.С.	<i>[Signature]</i>	04.06				
Контр.качеств			Оспанова А.Т.	<i>[Signature]</i>	04.06	Генеральный план М 1:100		Кафедра "СИСМ" гр.ПСМИИК-19-7к	
Разработал			Телеугазы Ө.Б.	<i>[Signature]</i>	05.06				

Генеральный план после модернизации



№	Наименование
1	Склад
2	Заводоуправление
3	Силосы
4	Теплообменник
5	Вращающийся печь
6	Холодильник
7	Бункер для хранения
8	Склад
9	Стоянка

SU - 6B07302 - Строительная инженерия - 2024 - ДП					
Проект модернизации Хантауского цементного завода в Жамбылской области с целью увеличения мощности до 1 млн.тн. в год.					
Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Зав.кафедрой		Ахметов Д.А.		<i>[Signature]</i>	04.06
Руководитель		Усипбеков Е.Е.		<i>[Signature]</i>	07.06
Норм.контр		Ержуманова У.С.		<i>[Signature]</i>	04.06
Контр.качеств		Оспанова А.Т.		<i>[Signature]</i>	04.06
Разработал		Телеуказы Э.Б.		<i>[Signature]</i>	05.06
Архитектурно-строительный раздел					
Генеральный план М 1:100					
стадии			лист		
ДП			3		
			4		
Кафедра "СиСМ" гр.ПСМИИК-19-7к					

Технологическая карта

Режим работы завода

Наименование цеха	Режим работы	Суточный фонд времени, ч	Годовой фонд рабочего времени, ч
Цех помола	в 3 смены	24	5712
Цех сушки	в 3 смены	24	5712
Цех обжига	в 3 смены	16	3808
Цех прочее	в 2 смены	16	3808

Состав цемента

Известняк, сланцевая глина, гипс, оксид железа

Состав сырьевой муки

CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	ППП
43,0±0,02	13,5±1,0	3,5±0,5	2,6±0,2;	остальное

Расчетный минералогический состав

C3S – 65±5;
C2S – 18±5,5;
C3A – 5,5±1;
C4AF – 12±1.

Цемент М400, М500



ГОСТ 31108-2020

Химический состав клинкера

CaO	63-66
SiO ₂	21-24
Al ₂ O ₃	4-8
Fe ₂ O ₃	2-4
MgO	0.5-5
SO ₃	0.3-1
Na ₂ O+K ₂ O	0.4-1
TiO ₂ +Cr ₂ O ₃	0.2-0.5
P ₂ O ₅	0.1-0.3

Минералогический состав клинкера

трехкальциевый 3CaO·SiO ₂ (C3S)	силикат (алит)	45-60%
двухкальциевый 2CaO·SiO ₂ (C2S)	силикат (белит)	15-36%
трехкальциевый 3CaO·Al ₂ O ₃ (C3A)	алюминат	5-15 %
четырёхкальциевый 4CaO·Al ₂ O ₃ ·Fe ₂ O ₃	алюмоферрит	10-20%

Изм.	Кол.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	SU - 6B07302 - Строительная инженерия - 2024 - ДП			
						Проект модернизации Хантауского цементного завода в Жамбыльской области с целью увеличения мощности до 1 млн.тн. в год.			
Зав.кафедрой				Ахметов Д.А.	04.06	Архитектурно-строительная часть	стадии	лист	листов
Руководитель				Усипбеков Е.Е.	04.06		ДП	5	5
Норм.контр				Ержуманова Ү.С.	04.06				
Контр.качестве				Оспанова А.Т.	04.06				
Разработал				Телеугазы Ө.Б.	05.06	Технологическая карта			Кафедра "СИСМ" гр.ПСМИиК-19-7к