

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
к выполнению курсовой работы по дисциплине  
«Химическая технология огнеупоров»**

Донецк  
2021

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ  
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**КАФЕДРА «ПРИКЛАДНАЯ ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
к выполнению курсовой работы по дисциплине  
«Химическая технология огнеупоров»**

для обучающихся по направлению подготовки  
18.03.01 «Химическая технология»  
профиль «Технология тугоплавких неметаллических и силикатных  
материалов»  
всех форм обучения

**РАССМОТРЕНО**  
на заседании кафедры  
прикладной экологии и охраны  
окружающей среды  
Протокол № 6 от 21.01.2021 г.

**УТВЕРЖДЕНО**  
на заседании Учебно-издательского  
совета ДОННТУ  
Протокол № 2 от 24.02.2021 г.

Донецк  
2021

УДК 666.76(076)

М54

**Составители:**

Беломеря Николай Иосифович – кандидат технических наук, профессор кафедры прикладная экология и охрана окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ»;

Горбатко Сергей Витальевич – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладная экология и охрана окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ».

**М54      Методические рекомендации к выполнению курсовой работы по дисциплине «Химическая технология огнеупоров» :** для обучающихся по направлению подготовки 18.03.01 «Химическая технология» профиль «Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов» всех видов обучения / ГОУВПО «ДОННТУ», каф. прикладной экологии и охраны окружающей среды»; сост.: Н.И. Беломеря, С.В. Горбатко. - Электрон. дан. - Донецк: ДОННТУ - 2021. – Систем. требования: Acrobat Reader.

В методических рекомендациях приведены пояснения по объему и содержанию задания по курсовой работе, охватывающей основные разделы по дисциплине «Химическая технология огнеупоров», правила оформления расчетно-пояснительной записки; указанные цели, задачи, объекты работы; рассмотрены примеры расчетов.

УДК 666.76(076)

## СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ .....	5
1.1 Цель и задачи курсовой работы .....	5
1.2 Объект курсовой работы.....	5
1.3 Содержание и объем курсовой работы.....	5
2 ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ.....	6
3 СОДЕРЖАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ РАСЧЕТНО- ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ .....	8
3.1 Титульный лист, реферат, содержание.....	8
3.2 Введение .....	8
3.3 Техничко-экономическое обоснование способа производства и технологической схемы.....	8
3.4 Рекомендации к выбору и обоснованию способа производства и технологической схемы.....	9
3.5 Расчет состава шихты (массы) и химического состава массы и глазури .....	10
3.6 Расчет производственной программы .....	11
3.7 Описание технологического процесса и физико-химических основ производства.....	12
3.8 Материальный баланс производства .....	12
3.9 Выводы.....	20
Перечень рекомендованной литературы .....	21
Приложение А .....	22

# **1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ**

## **1.1 Цель и задачи курсовой работы**

Курсовая работа имеет технологический характер. Цель курсовой работы заключается в систематизации, закреплении и расширении теоретических и практических знаний из специальных курсов, в развитии навыков поиска необходимой информации и ведения самостоятельной работы при решении конкретных вопросов.

Задачей курсовой работы является разработка технологии производства на основе анализа работы цеха или отделения, расчет и обоснование оптимальности выбранного варианта.

При выполнении курсовой работы студент должен получить навыки расчетно-технологической работы, которые необходимы для выполнения магистерской работы.

За решение, принятые в курсовой работе, инженерные расчеты, содержание и оформление пояснительной записки и графической части несет ответственность автор работы.

## **1.2 Объект курсовой работы**

Объектами курсовой работы могут быть: новые предприятия (цеха, отделения, завод) и действующие предприятия (реконструкция цеха, отделения, завода).

Тема курсовой работы выдается студенту в начале семестра.

При проектировании нового производственного процесса или технологической схемы необходимо использовать материалы научно-исследовательских работ и результаты испытаний, проведенных на полузаводской или опытно-промышленной установке.

Литература по теме курсовой работы рекомендуется руководителем работы, а также подбирается студентом самостоятельно.

## **1.3 Содержание и объем курсовой работы**

Курсовая работа состоит из расчетно-пояснительной записки (25-30 листов формата А4), которая оформляется в соответствии с требованиями стандартов [4, 5].

Расчетно-пояснительная записка должна содержать (приведено примерное количество страниц):

- титульный лист – 1;
- реферат – 1;
- содержание – 1-2;
- вступление – 2-3;
- технико-экономическое обоснование способа производства и технологической схемы – 3-4;

- расчет состава массы и химического состава массы и глазури – 4-5;
- описание технологического процесса и физико-химических основ производства – 5-10;
- расчет материального баланса производства – 10-15;
- – выводы – 1;
- перечень ссылок;
- приложения.

## **2 ОФОРМЛЕНИЕ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

Курсовую работу выполняют рукописно или печатают с помощью текстового процессора Word (шрифт Times New Roman, размер шрифта 14 пк). Все листы пояснительной записки должны иметь рамку размером: с левой стороны – 20 мм, с других сторон – 5 мм. Текст не должен "сливаться" с рамкой.

Абзацный отступ 12,5 мм; межстрочный интервал - полуторный.

Нумерация листов сквозная. Первый лист – титульный, но номер на нем не ставят. Титульный лист оформляется согласно с формой, приведенной в приложении А.

На следующей странице размещают реферат. Реферат содержит сведения об объеме курсовой работы, количестве рисунков, таблиц, приложений, использованных источников; текст реферата; перечень ключевых слов. Текст реферата отображает: объект исследования или разработки; цель работы; основную характеристику выполненной работы; полученные результаты. Оптимальный объем реферата 500 знаков (желательно, чтобы он занимал одну страницу формата А4).

Перечень ключевых слов должен характеризовать содержание пояснительной записки и иметь от 5 до 15 слов (словосочетаний) в именительном падеже, написанных большими буквами через запятую.

Введение начинают с новой страницы. Введение (а также выводы и список литературы) не нумеруют. Слово "ВВЕДЕНИЕ" пишут большими буквами посередине строки.

Основную часть работы (которая состоит из разделов, подразделов) начинают с новой страницы. Разделы должны быть пронумерованы арабскими цифрами. После номера раздела точку не ставят. Название раздела подается большими буквами симметрично относительно текста. В конце названия точку не ставят.

Подразделы нумеруют арабскими цифрами в пределах раздела. Номер подраздела состоит из номера раздела и номера подраздела (в рамках этого раздела), которые между собой разделены точкой. Наименование подраздела пишут строчными буквами (кроме первой – прописной) с абзаца. Пункты (если они есть) нумеруют в пределах подраздела. Пункты могут иметь название, которое пишут с абзаца с первой большой буквы.

Не допускается перенос слов в названиях разделов, подразделов, пунктов, таблиц, рисунков. Расстояние между заголовком и текстом составляет одну строку. Расстояние между заголовками такие же, как в тексте. Между последовательными заголовками, а также между несколькими строками одного заголовка расстояние такое же, как в тексте.

Формулы (или уравнения) нумеруют в пределах раздела арабскими цифрами. Номер формулы состоит из номера раздела и порядкового номера формулы, разделенных точкой. Номер формулы следует писать в круглых скобках и размещать в конце строки. Формулу от текста отделяют одной строкой. Объяснение значения символов и числовых коэффициентов приводятся непосредственно под формулой в той последовательности, в которой они представлены в формуле, с абзаца с указанием размерности. Первую строку пояснения начинают с абзаца со слова «где», после которого двоеточие не ставят. Каждый символ числового коэффициента нужно давать с новой строки.

Таблицы нумеруют в пределах раздела арабскими цифрами. Номер таблицы состоит из номера раздела и порядкового номера таблицы, разделенных точкой. Над таблицей дают надпись "Таблица" с указанием порядкового номера. После номера таблицы ставят тире, а дальше подают название таблицы. При переносе таблицы слово "Таблица" с номером и ее название приводят только над первой частью таблицы, над другими частями пишут "Продолжение таблицы "и дают ее номер (без названия). Заголовки граф таблицы пишут с большой буквы, а подзаголовки – с маленькой буквы, если они составляют одно предложение с заголовком.

Рисунки нумеруют в пределах раздела. Номер рисунка состоит из номера раздела и порядкового номера рисунка, разделенных точкой. Под рисунком с левого края листа пишут слово «Рисунок» с указанием номера. Пояснительный текст к рисунку располагают непосредственно под рисунком над его названием.

На таблицы и рисунки в тексте должны быть ссылки. Таблицы и рисунки размещают непосредственно после первого упоминания в тексте, или (если они не помещаются на этом листе) с начала следующего листа.

Выводы размещают после основной части работы на отдельном листе. Слово "ВЫВОДЫ" пишут большими буквами посередине строки.

Перечень ссылок должен включать источники, использованные при выполнении курсовой работы. В соответствующих местах в тексте работы ссылки следует приводить по порядковому номеру согласно перечню в квадратных скобках. Источники располагают и нумеруют в той последовательности, в которой они впервые встречаются в тексте. Слова "ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК" пишут большими буквами симметрично относительно текста страницы. Библиографическое описание ссылок в перечне приводят согласно требованиям ГОСТ Р 7.0.5-2008.

Приложения размещают в работе после перечня ссылок. В приложения вносят вспомогательный материал: спецификации к чертежам; промежуточные математические расчеты, формулы, доказательства;

технологические характеристики аппаратов, распечатки компьютерных программ; другие вспомогательные материалы. Каждое приложение начинается с нового листа. Приложение должно иметь название, которое пишут сверху маленькими буквами с первой большой и располагают симметрично согласно тексту страницы. Посередине ряда над заглавием маленькими буквами с первой большой должно быть написано слово «Приложение» и большая буква, которая обозначать приложение. Приложения обозначают заглавными буквами русского алфавита, начиная с А, за исключением букв Ё, З, Й, О, Ч, Ь, Ы, Ъ. После слова «Приложение» следует буква, обозначающая его последовательность. Допускается обозначение приложений буквами латинского алфавита, за исключением букв I и O. В случае полного использования букв русского и латинского алфавитов допускается обозначать приложения арабскими цифрами. Если в документе одно приложение, оно обозначается «Приложение А».

В тексте пояснительной записки должно быть ссылка на приложение.

### **3 СОДЕРЖАНИЕ ОТДЕЛЬНЫХ РАЗДЕЛОВ РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ**

#### **3.1 Титульный лист, реферат, содержание**

Титульный лист и реферат выполняют по требованиям, которые приведены в разделе 2.

В содержание включают весь материал, приведённый в расчетно-пояснительной записке, в виде наименований разделов, подразделов, пунктов с указанием номера страницы, на которой начинается материал. В содержание включают также другие структурные элементы работы – введение, выводы, перечень ссылок, приложения (каждое приложение с номером и названием).

#### **3.2 Введение**

Во введении необходимо сделать общую постановку проблемы, рассматриваемой в работе. Коротко излагают оценку современному состоянию производства продукции, рассматривают проблемы, которые необходимо решить. Показывают направления и перспективы развития отрасли промышленности, к которой принадлежит проектируемое производство, перспективы использования продукции. Раскрывают актуальность выполнения разработки или исследования, цель работы, область использования.

#### **3.3 Техничко-экономическое обоснование способа производства и технологической схемы**



В этот раздел включают аналитический обзор литературных источников о способах производства рассматриваемого в работе вида продукции, их преимуществах и недостатках. На основе литературных данных, а также информации о работе предприятия, полученной во время технологической практики, студент описывает различные методы, технологические схемы, сырьевые материалы, аппараты, которые можно использовать для получения данного вида продукции. На основе этого анализа студент выбирает наиболее усовершенствованный способ и схему производства, обосновывает свой выбор путем сравнения технико-экономических и других показателей, определяет преимущества. При этом можно вносить изменения и дополнения к существующей на производстве технологической схеме, употребляя более усовершенствованное оборудование, материалы или методы переработки с обоснованием принятых решений на основе соответствующих расчетов и доказательств, передового опыта предприятий, научных исследований.

### **3.4 Рекомендации к выбору и обоснованию способа производства и технологической схемы**

В технологии огнеупоров изделия формируют одним из трех и основных способов с определенной спецификой подготовки материалов: пластическим формованием, полусухим прессованием и с помощью литья из глинистых водных суспензий и термопластичных шликеров в гипсовые и металлические охлаждаемые формы соответственно.

Выбор способа производства и подготовки масс (шихт) определяются свойствами сырья, составом шихты (массы), формой и размерами изделий, и требованиями к качеству произведенных материалов и изделий.

Для многих видов огнеупорных изделий способ их формования определяется ассортиментом, формой изделий и требованиями к ним.

Преимущественный способ производства огнеупорных изделий – полусухое прессование.

В соответствии с существующими методами формирования изделий существуют три способа подготовки масс, при этом выбор способа подготовки массы зависит не только от способа формирования, но и от количества компонентов в шихте.

Рассмотрим основные принципы подготовки масс из сухих порошков. При этом способе приготовленных массы материалы находятся в сухом виде с влажностью не более 7-8%. Полусухой способ подготовки массы предусматривает предварительную сушку сырьевых материалов в сушильном барабане, помол, фракционирование. Рационально использование агрегатов с одновременной сушкой и помолом (шахтных, аэробильных мельниц). В этом случае технологическая схема становится проще, а весь процесс подготовки массы – более экономичным.

Приготовление масс пластическим способом включает измельчение глинистых и наполняющих материалов, их дозирования, смешивания, увлажнения, тонкий помол. Влажность массы – 18-25%.

Переработка сырьевых материалов указанными двумя способами осуществляется, если огнеупорная массы содержат не более 2-3 компонентов, одинаковых или близких по своим физико-химическим свойствам.

Когда пластическая или полусухая масса состоит из большого количества компонентов в тонкодисперсном состоянии и требует точной их дозировки, высокую степень гомогенизации, ее готовят шликерным способом.

Целесообразность использования того или иного технологического способа необходимо отразить в курсовой работе. Технологическая схема производства того или иного огнеупорного изделия не является чем-то постоянным, она совершенствуется, ибо наука и техника все время развиваются. Она может быть устаревшей, поэтому в неё надо вносить коррективы. Сделав анализ литературных данных с точки зрения возможности использования в курсовой работе, нужно построить технологическую схему с учетом всех добавлений и улучшений.

### 3.5 Расчет состава шихты (массы) и химического состава массы и глазури

Для изготовления стеновых изделий следует, в первую очередь, использовать отходы местных производств как добавка к шихте, например кислые гранулированные шлаки, опилки, золы. Это снижает себестоимость изделий. Фасадные изделия требуют использования добавок, которые не испортят внешний вид изделий и не увеличат пористость (шамот, песок). В состав массы для фаянсовых облицовочных плиток целесообразно вводить тальк и пирофиллит, которые уменьшают деформацию при сушке и обжиге и увеличивают термостойкость изделий. В производстве санитарно-строительных изделий используют фаянсовые, полуфарфоровые и шамотные массы. Перспективным является выпуск изделия из фарфоровых масс, так как они наиболее прочны, гигиеничны, имеют хорошие декоративные свойства.

Рассмотрим пример расчета состава шамотной массы и обожженного изделия по химическому составу сырья.

Химический состав сырьевых материалов приведен в таблице 3.1.

Таблица 3.1 - Химический состав материалов, мас %

Материал	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	п.п.п.	Σ
Глина	52,10	32,20	1,37	0,63	1,24	0,04	2,31	0,60	9,51	100
Шамот	57,79	34,47	1,84	0,80	1,59	0,04	2,77	0,66	0,04	100

Шихтовой состав шамотного огнеупора:

- Глина-40 %
- Шамот - 60 %

После получения шихтового состава определяют количество компонентов, что вводятся каждым сырьевым материалом. Так, количество оксидов, что вводятся в массу с глиной (мас.%), составляет:

$$SiO_2 = \frac{40 \cdot 52.1}{100} = 20.84$$

$$Al_2O_3 = \frac{40 \cdot 32.20}{100} = 12.88$$

Далее таким же образом пересчитываем количества других оксидов, что вводятся в массу с глиной и шамотом. Результаты вносятся в таблицу 3.2.

Таблица 3.2

Расчетный химический состав массы, %

Материал	Состав массы	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	п.п.п.
Глина	40	20,84	12,88	0,55	0,25	0,50	0,02	0,24	0,92	3,8
Шамот	60	34,68	20,68	1,11	0,48	0,95	0,02	0,40	1,66	0,02
Всего на непрокаленное вещество, %		55,52	33,56	1,66	0,73	1,45	0,04	0,64	2,58	3,82
Всего на прокаленное вещество, %		57,73	34,89	1,73	0,76	1,51	0,04	0,66	2,68	0

Кроме этого, определяют суммарное значение потерь при прокаливании (П.п.п.) для перерасчета состава на выжженное вещество.

Перерасчет массы на прокаленное вещество выполняют путем умножения каждого оксида, что входит в состав массы, на коэффициент К:

$$K = \frac{100}{100 - \text{п. п. п.}} = \frac{100}{100 - 3,82} = 1,04$$

Расчет химического состава массы по химическому составу сырья выполняется для огнеупорных изделий и некоторых изделий строительной керамики.

### 3.6 Расчет производственной программы

Расчет производственной программы происходит в соответствии с заданной мощностью проектируемого производства. Мощность должна соответствовать производительности основного оборудования (туннельных печей, конвейерных агрегатов и др.).

После расчета количества машин и печей необходимо определить точную производительность производства. Она, как правило больше или меньше заданной и в редких случаях сходится с последней. Все дальнейшие расчеты (количество материалов, складов) надо проводить не на заданную

мощность, а на действительную.

### **3.7 Описание технологического процесса и физико-химических основ производства**

В этом разделе описывают путь, по которому проходит сырье по установкам, механизмам, машинам, тепловым агрегатам, превращаясь в готовый продукт. Изменения, которые происходят в агрегатах в сырьевых материалах под влиянием технологических факторов, и физико-химические процессы сопровождающие все стадии технологии. Необходимо привести технологические параметры на каждом этапе.

Особое внимание следует уделять вопросам механизации и автоматизации технологических процессов, уменьшению ручного труда, использования безотходного производства, расширения сырьевой базы и утилизации отходов других производств, надо предусмотреть меры по охране труда и окружающей среды. В этом разделе указывают изменения, которые вносят в работу с целью усовершенствования процесса производства. Закончить раздел необходимо описанием операционного контроля. Материалы по контролю производства могут быть сведены в таблицу (2-3 листа).

### **3.8 Материальный баланс производства**

Цель материальных расчетов – определения затрат материалов на заданную мощность и определения технологических норм затрат материалов.

Материальный баланс производства складывается по стадиям производства с учетом затрат сырья на каждый из них. Состав материального баланса производства базируется на нормах рационального сбережения сырья. Количество сырья, приходящего на производство, приравнивается суммарному количеству полученного продукта и производственных затрат.

В расчете статей прихода и расхода материального баланса используют нормативно-технические данные по расходу сырья, продуктов и т.д., коэффициенты рассчитывают на основе теоретических и эмпирических закономерностей. Расчет расходов включают отдельно в статью расходной части баланса. Если расчет расходных коэффициентов сделать невозможно через те или иные причины, следует использовать данные технологической отчетности предприятия.

Между приходной и расходной частью материального баланса может произойти небольшая разница - «отклонение» (допускается до 0,5%) за счет неточности вычисления и вычислительных формул.

Данные материального баланса являются исходными данными для подбора основного и дополнительного технологического оборудования, расчета необходимых складских помещений для приема сырья и готовой продукции, а также коэффициентов сырья и материалов на единицу товарной продукции.

Для расчета материального баланса необходимы следующие начальные данные:

- годовая мощность производства готовой продукции (в ассортименте и в целом);

- технологическая схема производства проектируемого предприятия;

- химический состав сырья и дополнительных материалов;

- химический состав готовой продукции;

- сырьевые склады полуфабрикатов и готовых изделий;

- основные нормативные данные (влажность сырья и полуфабрикатов до и после термообработки).

- процент брака, нормативные потери сырья, полуфабрикатов и готовой продукции на отдельных стадиях технологического процесса, а также степень возврата их в производство.

Данные про количество брака и технологических потерь во время разгрузки сырья, хранения на складе, дробления, отсева, транспортировки в процессе переработки, смешивания, формования, сушке и обжиге изделий следует брать на предприятиях, на которых студент проходил практику.

Далее рассмотрим несколько пример расчета материального баланса.

Пример. Необходимо рассчитать материальный баланс производства шамотных изделий при условии выпуска 120 тыс. т в год.

Технологические нормативы производства, масс. %:

– влажность глины, которая находилась на складе – 22%;

– потери при обжигании глины, которая предназначена:

1) для обжига на шамот – 13,05%;

2) для связки – 11,91%;

– влажность глины после сушильного барабана – 8,0%;

– безвозвратные потери глины в виде пыли:

1) во время сушки в барабане – 0,5%;

2) во время обжига на шамот – 1,0%;

3) во время транспортирования глины и шамота – 0,1%;

– влажность массы для прессования – 8,0%;

– потери массы во время прессования – 0,2%;

– влажность изделий после сушки – 2,0%;

– брак изделий:

1) после прессования – 0,0%;

2) сушка – 0,5%;

3) обжиг – 1,5%

– потери глины и шамота:

1) во время отсева – 0,1%;

2) во время помола – 0,1%;

3) во время дробления – 0,1%;

4) во время хранения сырья – 0,1%;

5) во время разгрузки сырья – 0,5%.

Примечание: брак изделий при обжиге и сушке полностью возвращается

в производство.

На рисунке 4.1 проведена технологическая схема производства. Далее делают расчет, материального баланса последовательно по стадиям технологической схемы, начиная с последней стадии процесса и далее в обратном направлении.

В этом примере расчета не учтены потери на складе готовой продукции во время складирования и отгрузки потребителю, которые в среднем составляют от 0,01 до 0,1%.

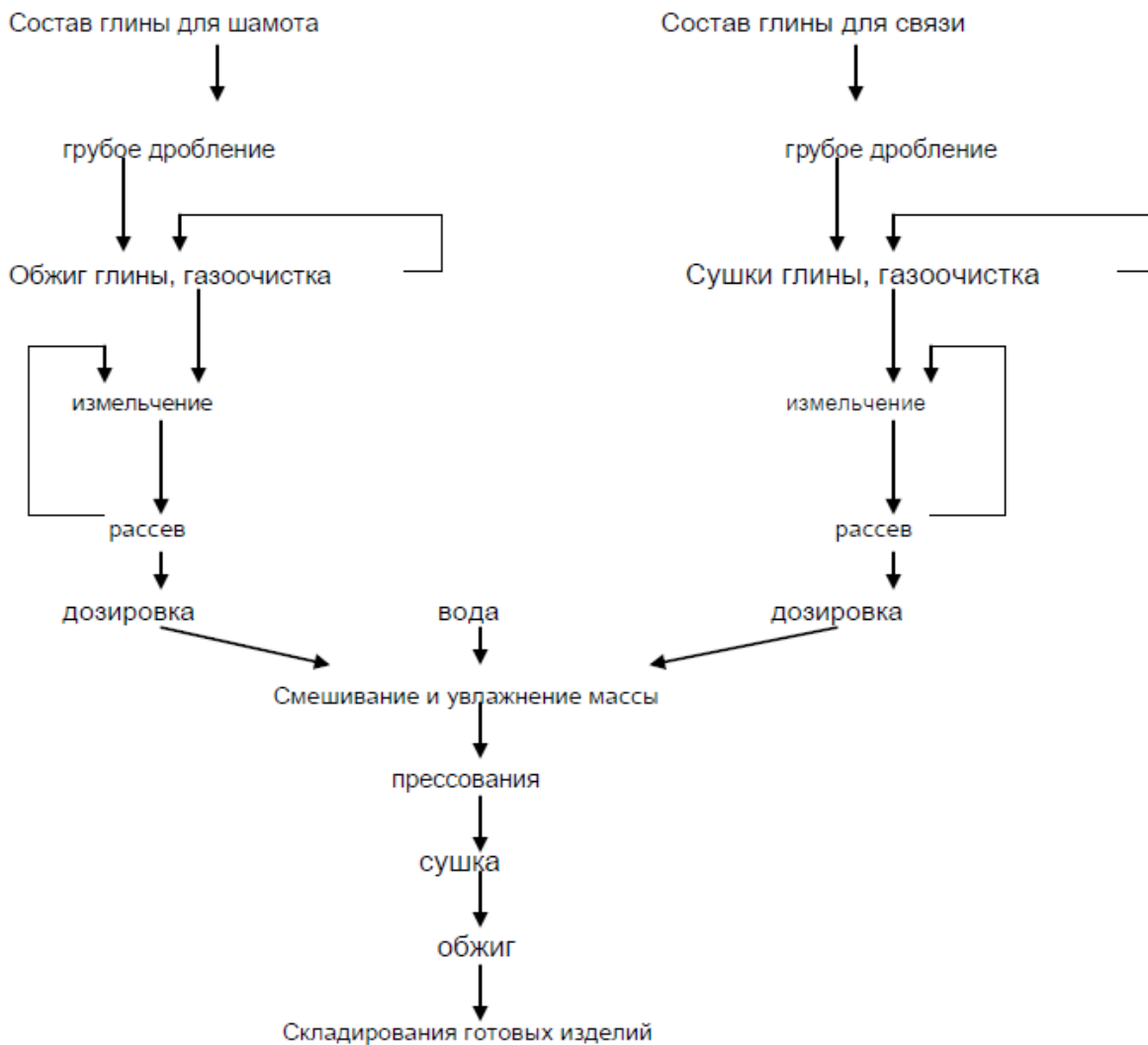


Рисунок 4.1 – Технологическая схема производства шамотных огнеупоров

С печи должно выйти изделий с учетом брака обжига

$$\frac{120000 \cdot 100}{100 - 1,5} = 121827,41 \text{ (т/год)}$$

Количество брака составит 1827,41 т/год.

В печи требуется загрузить в натуральной массе больше, нежели 121827,4 т на величину п.п.п. глины-связки и на влажность сырца перед

садкой.

Потери при обжиге изделий зависят от состава в них глины в абсолютно сухой массе. Величину п.п.п. обычно берут из таблицы, куда сводят расчет шихты. В данном случае п.п.п. составляют 3,57%.

Учитывая потери при обжиге, в печь должно загрузиться сырца в абсолютно сухой массе

$$\frac{121827,41 \cdot 100}{100 - 3,57} = 126337,66 \text{ (т/год)}$$

в натуральной массе с влажностью 2%

$$\frac{126337,66 \cdot 100}{100 - 2} = 128915,98 \text{ (т/год)}$$

потери при обжиге составляют

$$126337,66 - 121827,41 = 4510,25 \text{ (т/год)}$$

остаточная влага, которая выделяется во время обжига изделий в печи, составляет:

$$128915,98 - 126337,66 = 2578,32 \text{ (т/год)}.$$

Из сушилок с учетом брака сушки должно выйти:

$$\frac{128915,98 \cdot 100}{100 - 0,5} = 129563,80 \text{ (т/год)}$$

Количество брака сушки – 647,82 т/год.

Учитывая, что из сушилок сырец выходит с влажностью 2%, а загружается с влажностью 8%, до сушилок должно зйти

$$\frac{129563,80 \cdot 100}{100 - 8} = 138013,61 \text{ (т/год)}$$

Количество влаги, которая выделяется в сушилках, составит

$$138013,61 - 129563,80 = 8449,81 \text{ (т/год)}.$$

Сырца надо сформировать 138013,61 т/год. Учитывая потери во время прессования, в смеситель должно поступить:

$$\frac{138013,61 \cdot 100}{100 - 0,2} = 138290,19 \text{ (т/год)}$$

Потери во время прессования составят

$$138290,19 - 138013,61 = 276,58 \text{ (т/год)}.$$

Количество массы, которая приходит в смеситель (с влажностью 8%), составляет 138290,19 т/год. Для увлажнения массы потребуется воды

$$\frac{138290,19 \cdot (8,0 - 2,4)}{100 - 2,4} = 7934,68 \text{ (т/год)},$$

где 2.4 – влажность шихты (шихта составляет 30% глины с влажностью 8.0%).

Количество шихты, которую необходимо увлажнить до 8%, составляет

$$\frac{138290,19 \cdot (100 - 8)}{100 - 2,4} = 130355,51 \text{ (т/год)}$$

Количество глины в шихте составляет

$$130355,51 \cdot 0,30 = 39106,65 \text{ (т/год)},$$

шамота –

$$130355,51 \cdot 0,70 = 91248,86 \text{ (т/год)}$$

Выполняем расчет по линии глины.

Требуемое количество глины составляет 39106,65 т/год. Рассчитывая потери во время транспортирования и расसेва, потребуется глины

$$\frac{39106,65 \cdot 100}{100 - 0,2} = 39185,02 \text{ (т/год)}$$

Потери глины во время транспортирования и рассева составляют

$$39185,02 - 39106,65 = 78,37 \text{ (т/год)}$$

Учитывая потери во время помола и транспортирования, требуемое количество глины составит

$$\frac{39185,02 \cdot 100}{100 - 0,2} = 39263,55 \text{ (т/год)}$$

Потери во время помола и транспортирования составляют:

$$39263,55 - 39185,02 = 78,53 \text{ (т/год)}$$



Из сушильного барабана должно выйти 39263,55 т/год. Учитывая, что к сушильному барабану приходит глина с влажностью 22%, а выходит с влажностью 8% на сушку требуется подать

$$\frac{39263,55 \cdot 100}{100 - 22} = 46310,85 \text{ (т/год)}$$

с учетом безвозвратного пылеуноса:

$$\frac{46310,85 \cdot 100}{100 - 0,5} = 46543,57 \text{ (т/год)}$$

таким образом, пылеунос с сушильного барабана составляет

$$46543,57 - 46310,85 = 232,72 \text{ (т/год)},$$

а количество влаги, выделенной во время сушки глины –

$$46310,85 - 39263,55 = 6947,30 \text{ (т/год)}.$$

Учитывая потери во время грубого дробления глины, на глиностругаче необходимо подать

$$\frac{46543,57 \cdot 100}{100 - 0,1} = 46356,91 \text{ (т/год)}$$

Потери во время грубого дробления глины составят

$$46356,91 - 46310,55 = 46,36 \text{ (т/год)}$$

С учетом потерь глины на складе сырья и во время разгрузки, на производство необходимо поставить

$$\frac{46356,91 \cdot 100}{100 - 1,5} = 47062,85 \text{ (т/год)}$$

Потери глины на складе сырья составят

$$47062,85 - 46356,91 = 705,94 \text{ (т/год)}.$$

Далее производим расчет по линии шамота.

Требуемое количество шамота составляет 91248,86 т/год. Учитывая потери во время отсева и транспортировки, шамота потребуется

$$\frac{91248,86 \cdot 100}{100 - 0,2} = 91431,72 \text{ (т/год)}$$

Потери во время рассева и транспортировки составят

$$91431,72 - 91248,86 = 182,86 \text{ (т/год)}.$$

С учетом потерь во время помола и транспортировки, из вращающейся печи должно выйти

$$\frac{91431,72 \cdot 100}{100 - 0,2} = 91614,95 \text{ (т/год)}$$

Потери во время помола и транспортировки составят

$$91614,95 - 91431,72 = 183,23 \text{ (т/год)}.$$

Поскольку брак сушки и обжига возвращается в производство, шамота потребуется

$$91614,95 - (1827,41 + 647,82) = 89139,72 \text{ (т/год)},$$

где (1827,41+647,82) – суммарное количество брака сушки и обжига.

Во вращающуюся печь необходимо подать глины с учетом потерь на п.п.п.:

$$\frac{89139,72 \cdot 100}{100 - 13,05} = 102518,37 \text{ (т/год)}$$

с учетом влажности глины 22%:

$$\frac{102518,37 \cdot 100}{100 - 22} = 131433,81 \text{ (т/год)}$$

с учетом пылеуноса:

$$\frac{131433,81 \cdot 100}{100 - 1} = 132761,42 \text{ (т/год)}$$

Потери при прокаливании составят:

$$102318,37 - 89139,72 = 13378,65 \text{ (т/год)}.$$

во время обжига шамота во вращающейся печи выделяется влаги

$$131433,81 - 102518,37 = 28915,44 \text{ (т/год)},$$

пылеунос с вращающейся печи –

$$132761,42 - 131433,81 = 1327,61 \text{ (т/год)}.$$

Учитывая потери глины во время грубого дробления, на глинорезку подают:

$$\frac{132761,42 \cdot 100}{100 - 0,1} = 132894,31 \text{ (т/год)}$$

потери во время грубого дробления глины составят

$$132894,31 - 132761,42 = 132,89 \text{ (т/год)}.$$

С учетом потерь глины на складе сырья и во время разгрузки на производство требуется доставить глины для получения шамота

$$\frac{132894,31 \cdot 100}{100 - 1,5} = 134918,08 \text{ (т/год)}$$

потери глины на складе составят

$$134918,08 - 132894,31 = 2023,77 \text{ (т/год)}.$$

Суммарное количество глины, которую необходимо доставить на производство:

$$134918,08 + 47062,85 = 181980,93 \text{ (т/год)}.$$

Составляем таблицу расчета материального баланса (таблица 4.7)

Таблица 4.7 – Материальный баланс производства

Приход	т/год	Расход	т/год
Глина, в т.ч.: - на шамот - на связку	181980,93	Готовый продукт	120000,00
	134918,08	Потери при прокаливании изделий	4510,25
	47062,85	Остаточная влага, удаленная во время обжига	2578,32
Вода	7934,68	Влага, удаленная во время сушки изделий	8449,81
		Потери во время прессования	276,58
		Потери глины во время посева	78,37
		Потери глины во время помола	78,53
		Потери глины с пылеуносом	232,72
		Влага, удаленная в сушильном барабане	6947,30
		Потери во время дробления глины	46,30

		Потери глины-связки на складе	705,94
		Потери шамота во время отсева	182,86
		Потери шамота во время помола	183,23
		Потери при прокаливании шамота	13378,65
		Потери шамота с пылеуносом	1327,61
		Потери шамота во время дробления	132,89
		Потери глины (на шамот) на складе	2023,77
		Влага, удаленная во время обжига шамота	28915,44
Всего	189915,61		190048,57

$$\text{Отклонение} = \frac{190048,57 - 189915,61}{189915,61} \cdot 100 = 0,07 (\%)$$

Расход глины на 1 т готовой продукции составляют:

$$181980,93 : 120000,00 = 1,52 (\text{т})$$

### 3.9 Выводы

В выводах приводят оценку полученных результатов расчетов, предложения с их использованием; обосновывают технико-экономическую эффективность внедрения, научное и практическое значение выполненной работы. Текст выводов может быть разделен на пункты.

## Перечень рекомендованной литературы

1. Волочко, А. Т. Огнеупорные и тугоплавкие керамические материалы / А. Т. Волочко, К. Б. Подболотов, Е. М. Дятлова. – Минск: Белорусская наука, 2013. – 386 с. – ISBN 978-985-08-1640-5. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/29487.html>
2. Расчеты в технологии керамики, стекла и вяжущих материалов: учебное пособие / С.И. Нифталиев, И.В. Кузнецова, Л.В. Лыгина, Е.М. Горбунова. – Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2019. – 52 с. – ISBN 978-5-00032-426-4. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/95376.html>
3. Салахов, А. М. Керамика для технологов / А. М. Салахов, Р. А. Салахова. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. – 234 с. – ISBN 978-5-7882-0913-5. – Текст: электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS: [сайт]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/61861.html>
4. ГОСТ 7.32-2017 Отчет о научно-исследовательской работе. Структура и правила оформления. – Москва: Стандартинформ, 2017. – 32 с.
5. ГОСТ Р 7.0.5-2008 Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. – Москва: Стандартинформ, 2008. – 24 с.

## Приложение А

Форма титульного листа индивидуальной работы

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Прикладной экологии и охраны окружающей среды»

### Курсовая работа

по дисциплине: «Химическая технология огнеупоров»  
на тему: «\_\_\_\_\_»

Студента (ки) \_\_\_\_\_ курса,  
группы \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(фамилия и инициалы)

Руководитель \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
(должность, ученое звание, научная степень, фамилия и инициалы)

Национальная шкала \_\_\_\_\_

Количество баллов: \_\_\_\_\_

Оценка: \_\_\_\_\_

### Члены комиссии

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(фамилия и инициалы)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(фамилия и инициалы)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(фамилия и инициалы)

г. Донецк – 20 \_\_\_\_ год

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ  
к выполнению курсовой работы по дисциплине  
«Химическая технология огнеупоров»**

**Составители:**

Беломеря Николай Иосифович – кандидат технических наук, профессор кафедры прикладная экология и охрана окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ»;

Горбатко Сергей Витальевич – кандидат технических наук, доцент кафедры прикладная экология и охрана окружающей среды ГОУВПО «ДОННТУ».

**Ответственный за выпуск:**

Шаповалов Валерий Васильевич – доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой «Прикладная экология и охрана окружающей среды» ГОУВПО «ДОННТУ».