

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту
за спеціальністю
(для студентів спеціальності 7.091606 “Хімічна технологія
тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів”)

Розглянуто на засіданні кафедри
“Прикладна екологія та охорона
навколишнього середовища”
Протокол № 4
від 11 листопада 2004 р.

Затверджено на засіданні
Навчально-видавничої
Ради ДонНТУ
Протокол № 15
від 1 грудня 2004 р.

Донецьк, ДонНТУ, 2004

УДК 666.317(076.5)

Методичні вказівки до виконання курсового проекту за спеціальністю (для студентів спеціальності 7.091606 “Хімічна технологія тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів”)/ Склад.: М.Й. Біломеря, А.Ю. Шевченко, А.І. Панасенко. – Донецьк: ДонНТУ, 2004. - 60 с.

У методичних вказівках наведені пояснення з обсягу і змісту, правила оформлення розрахунково-пояснювальної записки і графічної частини курсового проекту за спеціальністю; указані мета, завдання, об’єкти роботи; розглянуті приклади розрахунків.

Складачі: проф. М.Й. Біломеря
доц. А.Ю. Шевченко
доц. А.І. Панасенко

ЗМІСТ

1	Загальні положення	4
1.1	Мета і завдання курсового проекту	4
1.2	Об'єкт курсового проектування	4
1.3	Зміст та обсяг курсового проекту	5
2	Оформлення розрахунково-пояснювальної записки	5
3	Оформлення графічної частини	8
4	Зміст окремих розділів розрахунково-пояснювальної записки	9
4.1	Титульний аркуш, реферат, зміст	9
4.2	Вступ	9
4.3	Техніко-економічне обґрунтування способу виробництва і технологічної схеми	9
4.4	Рекомендації до вибору та обґрунтуванню способу виробництва і технологічної схеми	10
4.5	Розрахунок складу шихти (маси) і хімічного складу маси і глазури	12
4.6	Розрахунок виробничої програми	17
4.7	Опис технологічного процесу і фізико-хімічних основ виробництва	18
4.8	Матеріальний баланс виробництва	18
4.9	Вибір основного технологічного обладнання	49
4.9.1	Розрахунок площі складу сировини	49
4.9.2	Розрахунок кількості технологічного обладнання	51
4.9.3	Розрахунок складу готової продукції	53
4.10	Висновки	54
	Перелік посилань	54
	Додаток А. Титульний аркуш курсового проекту	55
	Додаток Б. Приклад оформлення реферату	56
	Додаток В. Приклад оформлення змісту	57
	Додаток Д. Приклади бібліографічного опису посилань	58
	Додаток Е. Приклад оформлення аркуша креслення	59
	Додаток Ж. Приклад оформлення специфікації	60

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

1.1 Мета і завдання курсового проекту

Курсовий проект має технологічний характер. Мета курсового проекту полягає у систематизації, закріпленні і розширенні теоретичних і практичних знань із спеціальних курсів, у розвитку навичок пошуку необхідної інформації і ведення самостійної роботи під час вирішення конкретних питань.

Завданням курсового проекту є розробка технології виробництва на основі аналізу роботи цеху або відділення, розрахунок і обґрунтування оптимальності обраного варіанта.

При виконанні курсового проекту студент повинен здобути навички розрахунково-технологічної роботи, які необхідні для виконання дипломного проекту.

За рішення, прийняті у курсовому проекті, інженерні розрахунки, зміст і оформлення пояснювальної записки і графічної частини несе відповідальність автор роботи.

1.2 Об'єкт курсового проектування

Об'єктами курсового проектування можуть бути: нові підприємства (цехи, відділення, завод) і діючі підприємства (реконструкція цеху, відділення, заводу).

Тема курсового проекту видається студенту перед технологічною практикою. Після проходження практики в окремі питання можуть бути внесені зміни. Завдання видаються переважно на проектування виробництв, аналогічних тим, що є на підприємстві, де студент проходить технологічну практику. Вони можуть містити нові варіанти схем технологічного процесу, нові види обладнання, передбачати часткову або повну реконструкцію виробництва.

У разі проектування нового виробничого процесу або технологічної схеми необхідно використовувати матеріали науково-дослідницьких робіт і результати випробувань, які проведені на напівзаводській або дослідно-промисловій установці.

Під час проходження практики студент повинен зібрати на підприємстві усі необхідні початкові дані за темою курсового проекту (з сировинних матеріалів, технології їх переробки, втратам матеріалів по всій технологічній схемі виробництва, вдосконаленню технології, фізико-хімічним основам виробництва, його технічному оснащенні з виявленням продуктивності, економічності та т.ін.); виконати попередні технологічні розрахунки і креслення. При виконанні проекту студент повинен враховувати перспективи розвитку галузі, технологічні і санітарні норми і правила, технічні умови и вимоги до конкретних виробництв промисловості і видів продукції, нормативи з охорони навколишнього природного середовища.

Література за темою курсового проекту рекомендується керівником проекту, а також підбирається студентом самостійно.

1.3 Зміст та обсяг курсового проекту

Курсовий проект складається з розрахунково-пояснювальної записки (40-50 аркушів формату А4) і графічної частини (2-3 аркуші формату А1), які оформлюються у згоді з вимогами стандартів [1, 2].

Розрахунково-пояснювальна записка повинна містити (наведена приблизна кількість сторінок):

- титульний аркуш – 1;
- реферат – 1;
- зміст – 1-2;
- вступ – 2-3;
- техніко-економічне обґрунтування способу виробництва і технологічної схеми – 3-4;
- розрахунок складу маси і хімічного складу маси і глазури – 4-5;
- опис технологічного процесу і фізико-хімічних основ виробництва – 5-10;
- розрахунок матеріального балансу виробництва – 10-15;
- вибір і розрахунок основного технологічного обладнання – 10-12;
- висновки – 1;
- перелік посилань;
- додатки.

Графічна частина курсового проекту повинна містити технологічну схему виробництва, план цеху з розташуванням основного технологічного обладнання.

2 ОФОРМЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Курсовий проект виконують рукописно або друкують за допомогою текстового редактору Word (шрифт Times New Roman, розмір шрифту 14пк). Усі аркуші пояснювальної записки повинні мати рамку розміром: з лівого боку – 20 мм, з інших боків – 5 мм. Текст не повинен “зливатися” з рамкою.

Абзац починають з п’яти пробілів, для рукописного тексту абзац – 15-17 мм; міжстроковий інтервал – полуторний.

Нумерація аркушів наскрізна. Перший аркуш – титульний, але номер на ньому не ставлять. Титульний аркуш оформлюється згідно з формою, яку наведено у додатку А.

На наступній сторінці розміщують реферат. Реферат містить відомості про обсяг курсового проекту, кількість малюнків, таблиць, додатків, використаних джерел; текст реферату; перелік ключових слів. Текст реферату відображує: об’єкт дослідження або розробки; мету роботи; основну характеристику роботи, що виконана; одержані результати. Оптимальний обсяг реферату 500 знаків (бажано, щоб він займав одну сторінку формату А4).

Перелік ключових слів повинен характеризувати зміст пояснювальної записки і мати від 5 до 15 слів (словосполучень) у називному відмінку, написаних великими літерами через кому.

На аркуші з рефератом виконують стандартний штамп 185x40 мм, форма якого наведена у додатку Б. Графи штампів заповнюють наступним чином:

- у графі (1) – позначення курсового проекту;
- у графі (2) – номер аркуша;
- у графі (3) – загальна кількість сторінок у розрахунково-пояснювальній записці.

Позначення курсового проекту виконують наступним чином:

$$\begin{array}{ccccccc} \text{XX.XXXXXX.XX.XX.XX} & & & & & & \\ 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 & 7 \end{array}$$

де 1 – код роботи (ПК – проект курсовий);

2 – код факультету (06 – факультет екології і хімічної технології, 13 – заочний);

3 – код кафедри (44 – кафедра прикладної екології та охорони навколишнього середовища);

4 – дві останні цифри номера залікової книжки студента);

5 – дві останні цифри року захисту;

6 – номер (00 – для пояснювальної записки, 01, 02... – для креслення);

7 – допоміжні літери.

Наприклад:

ПК.064412.05.00.3П – для розрахунково-пояснювальної записки;

ПК.064412.05.01.СТ – для технологічної схеми;

ПК.064412.05.02.ПЦ – для плану цеху (КО – компоновка обладнання, ПТ – піч тунельна і т.ін.).

На сторінках, де розташовують зміст роботи, виконують спрощений штамп за формою, яка наведена у додатку В. На всіх інших аркушах викреслюють і заповнюють тільки графі “Арк” і “(2)” (див. рисунок В.1).

Вступ починають з нової сторінки. Вступ (а також висновки та перелік посилань) не нумерують. Слово “ВСТУП” пишуть великими літерами посередині рядка.

Основну частину роботи (яка складається з розділів, підрозділів) починають з нової сторінки. Розділи повинні бути пронумеровані арабськими цифрами. Після номера розділу крапку не ставлять. Назва розділу подається великими літерами симетрично відносно тексту. Наприкінці назви крапку не ставлять.

Підрозділи нумерують арабськими цифрами у межах розділу. Номер підрозділу складається з номеру розділу і номеру підрозділу (в межах цього розділу), які між собою розділені крапкою. Найменування підрозділів пишуть малими літерами (крім першої – великої) з абзацного відступу. Пункти (якщо вони є) нумерують у межах підрозділу. Пункти можуть мати назву, яку пишуть з абзацного відступу з першої великої літери.

Не допускається переніс слів у назвах розділів, підрозділів, пунктів, таблиць, рисунків. Відстань між заголовком і текстом складає один рядок. Відстань між заголовками така, як у тексті. Між заголовками, які розташовані послідовно, а також між декількома рядками одного заголовку відстань така, як у тексті.

Формули (або рівняння) нумерують у межах розділу арабськими цифрами. Номер формули складається з номеру розділу і порядкового номеру формули, які

розділені крапкою. Номер формули треба писати у круглих дужках і розміщати справа у кінці рядка. Формулу від тексту відокремлюють одним рядком. Пояснення значення символів і числових коефіцієнтів приводяться безпосередньо під формулою у тій послідовності, в якій вони подані у формулі, з абзацного відступу з наведенням розмірності. Перший рядок пояснення починають з абзацного відступу зі слова “де”, після якого двокрапку не ставлять. Пояснення кожного символу і числового коефіцієнту треба давати з нового рядка.

Таблиці нумерують у межах розділу арабськими цифрами. Номер таблиці складається з номеру розділу і порядкового номеру таблиці, які розділені крапкою. Над таблицею дають надпис “Таблиця” з вказівкою порядкового номера. Після номера таблиці ставлять тире, а далі подають назву таблиці. При переносі таблиці слово “Таблиця” з номером та її назву наводять тільки над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть “Продовження таблиці” і дають її номер (без назви). Заголовки граф таблиці пишуть з великої літери, а підзаголовки – з маленької літери, якщо вони складають одне речення із заголовком.

Рисунки нумерують у межах розділу. Номер рисунку складається з номеру розділу і порядкового номеру рисунку, які розділені крапкою. Під рисунком з лівого краю аркушу пишуть слово “Рисунок” з вказівкою номера рисунку, після номера рисунку ставлять тире та наводять назву рисунку. Пояснювальний текст до рисунку розташовують безпосередньо під рисунком над його назвою.

На таблиці і рисунки у тексті повинні бути посилання. Таблиці і рисунки розміщують безпосередньо після першого згадування їх у тексті, або (якщо вони не вміщуються на цьому аркуші) з початку наступного аркуша.

Висновки розміщують після основної частини роботи на окремому аркуші. Слово “ВИСНОВКИ” пишуть великими літерами посередині рядка.

Перелік посилань повинен включати джерела, які використані під час виконання курсового проекту. У відповідних місцях у тексті роботи посилання слід наводити за порядковим номером згідно переліку у квадратних дужках. Джерела розташовують і нумерують у тій послідовності, в якій вони уперше зустрічаються у тексті. Слова “ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ” пишуть великими літерами симетрично відносно тексту сторінки. Бібліографічний опис посилань у переліку наводять згідно вимогам ГОСТ 7.1-84. Приклади бібліографічних описів надані у додатку Д.

Додатки розміщують у роботі після переліку посилань. До додатків вносять допоміжний матеріал: специфікації до креслень; проміжні математичні розрахунки, формули, докази; технологічні характеристики апаратів; роздруківки комп’ютерних програм; інші допоміжні матеріали. Кожний додаток починається з нового аркуша. Додаток повинен мати назву, яку пишуть зверху малими літерами з першої великої і розташовують симетрично відносно тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком малими літерами з першої великої повинне бути написане слово “Додаток” та велика літера, яка позначає додаток. Додатки слід позначати послідовно великими літерами українського алфавіту (наприклад, додаток А, додаток Б), за винятком літер Г, З, І, О, Ї. У тексті пояснювальної записки повинне бути посилання до додатку.

3 ОФОРМЛЕННЯ ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

Графічна частина курсового проекту (креслення і схеми) виконуються на аркушах визначеного формату. Основні формати наведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Формати

Позначення формату	44	24	22	12	11
Розміри боків формату, мм	1189x841	594x841	594x420	297x420	297x210
Позначення споживачького формату паперу	A0	A1	A2	A3	A4

При виконанні креслень використовують наступні масштаби:

- масштаби зменшення – 1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000; 1:2000; 1:5000; 1:10000 та ін.;
- масштаби збільшення – 2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1.

Як правило, плани і розрізи основних будівель і споруд виконують у масштабі 1:200 або 1:400. Якщо на кресленні є зображення, що виконане у масштабі, яке відрізняється від загального масштабу, над цим зображенням розміщують таку надпис: Вид А (5:1) або А-А (2:1).

При виконанні креслення на декількох аркушах усім аркушам одного креслення надається одне позначення і найменування. На аркушах з кресленнями виконують штамп за формою, що наведена у додатку Е. На рисунку Е.1 показаний зразок заповнення штампу. На кожному кресленні виконують також маленький штамп, де наводять позначення документу, перевернене на 180⁰С.

Технологічні схеми виконують без додержання масштабу в апаратурному виконанні. Схема одного виробництва може бути зроблена на декількох аркушах. Елементи і пристрої нумерують за порядком, починаючи з одиниці, за напрямом потоку операції процесу. Для розрізнення ліній зв'язку різного призначення допускається вживати цифрові позначення або лінії різного накреслення з їх розшифровкою на полі схеми.

На кресленнях компоновки обладнання наносять усе основне технологічне обладнання, а також вантажопідйомні механізми, які призначені для монтажу, ремонту, експлуатації обладнання. Обладнання зображують на кресленнях у спрощеному вигляді, показуючи його контурні окреслення. Фундамент або інший пристрій, до якого прикріплюється апарат або машина, також зображується спрощено, при цьому вказуються тільки ті частини, які необхідні для визначення місця і способу кріплення. Якщо обладнання розташоване у багатоповерховому будинку, виконують плани тільки на відмітках, на яких є технологічне обладнання. Розрізи будівель бажано робити поперечні, тому що вони відображують висотне розташування основного обладнання, вантажопідйомних механізмів і конфігурації

будівлі. В плані надають габарити будівлі і розміри відстаней між осями колон. Розташування обладнання у плані повинне мати прив'язки у поздовжньому і поперечному напрямках до осей колони. У розмірах вказують відмітки поверхів і майданчиків від підлоги у метрах.

При виконанні компоновки обладнання необхідно враховувати наступні технологічні вимоги: зручність обслуговування обладнання, можливість демонтажу апаратів та їх вузлів під час ремонту; забезпечення мінімальної довжини трубопроводів; раціональне вирішення внутрішньозаводського транспорту. При цьому слід дотримуватися будівельних норм, вимог природної освітленості, правил і норм техніки безпеки і охорони праці, санітарних і протипожежних норм, вимог охорони навколишнього середовища.

На кожне креслення необхідно зробити специфікацію на аркушах формату А1 за формою, що наведена у додатку Ж. На другому і наступних аркушах специфікації виконують спрощений штамп (див. рисунок В.1). Специфікації розміщують у розрахунково-пояснювальній записці у додатках (кожну специфікацію як окремий додаток).

4 ЗМІСТ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

4.1 Титульний аркуш, реферат, зміст

Титульний лист і реферат виконують за вимогами, які наведені у розділі 2.

До змісту включають увесь матеріал, наведений у розрахунково-пояснювальній записці, у вигляді найменувань розділів, підрозділів, пунктів з вказівкою номера сторінки, на якій починається матеріал. До змісту включають також інші структурні елементи роботи – вступ, висновки, перелік посилань, додатки (кожний додаток з номером і назвою).

4.2 Вступ

У вступі необхідно зробити загальну постановку проблеми, що розглядається у роботі. Коротко викладають оцінку сучасного стану виробництва продукції, розглядають проблеми, які необхідно вирішити. Показують напрямки і перспективи розвитку галузі промисловості, до якої належить виробництво, що проектується, перспективи використання продукції. Розкривають актуальність виконання розробки або дослідження, мету роботи, галузь використання.

4.3 Техніко-економічне обґрунтування способу виробництва і технологічної схеми

У цей розділ включають аналітичний огляд літературних джерел про способи виробництва розглянутого у проекті виду продукції, їх перевагах і недоліках. На основі літературних даних, а також інформації про роботу підприємства, одержаної під час технологічної практики, студент описує різні методи, технологічні схеми, сировинні матеріали, апарати, які можна використати для одержання даного виду

продукції. На основі цього аналізу студент обирає найбільш удосконалений спосіб і схему виробництва, обґрунтовує свій вибір шляхом порівняння техніко-економічних і інших показників, визначає переваги. При цьому можна вносити зміни і доповнення до існуючої на виробництві технологічної схеми, вживаючи більш удосконалене обладнання, матеріали або методи переробки з обґрунтуванням прийнятих рішень на основі відповідних розрахунків і доказів, передового досвіду підприємств, наукових досліджень.

4.4 Рекомендації до вибору та обґрунтуванню способу виробництва і технологічної схеми

У технології кераміки і вогнетривів виробу формують одним з трьох основних способів з визначеною специфікою підготовки матеріалів: пластичним формуванням, напівсухим пресуванням і за допомогою лиття з глинистих водних суспензій (шлікерів) у гіпсові форми [3-12].

Вибір способу виробництва і підготовки маси визначаються властивостями глинистої сировини, складністю шихти, формою і розмірами виробів і вимогами до якості випалених матеріалів.

Для багатьох видів керамічних і вогнетривких виробів спосіб їх формування визначається формою виробів і вимогами до них. Так, санітарно-будівельні вироби формують тільки литтям або (для найпростіших з них – змивних бачків) в останній час використовують спосіб напівсухого пресування. Плитки для підлоги формують тільки методом напівсухого пресування, що забезпечує високу щільність черепка, точність форми і розмірів. Таким же способом формують й інші види плиток, але можливо також виробляти їх способом лиття. Тонкокерамічні вироби – фарфорові і фаянсові – формують способами пластичного формування і лиття в залежності від асортименту. Переважний спосіб виробництва вогнетривких виробів – напівсухе пресування.

У відповідності до існуючих методів формування виробів існують три способи підготовки мас, при цьому вибір способу підготовки маси залежить не тільки від способу формування, але й від кількості компонентів у шихті.

Розглянемо основні принципи підготовки мас з сухих порошків. При цьому способі приготування маси матеріали знаходяться у сухому виді з вологістю не більш 7-8%. Напівсухий спосіб підготовки маси передбачає попередню сушку сировинних матеріалів у сушильному барабані, помел, фракціонування. Рационально використання агрегатів з одночасною сушкою і помелом (шахтних, аеробільних млинів). В цьому випадку технологічна схема стає простішою, а увесь процес підготовки маси – більш економічним.

Приготування мас пластичним способом включає подрібнення глинистих і спіснюючих матеріалів, їх дозування, змішування, зволоження, тонкий помел. Вологість маси – 18-25%.

Переробка сировинних матеріалів указаними двома способами здійснюється, якщо керамічні маси містять не більш 2-3 компоненти, однакових або близьких за своїми фізико-хімічними властивостями.

Коли пластична або напівсуха маса складається з більшої кількості компонентів у тонкодисперсному стані і вимагає точне їх дозування, високу ступінь гомогенізації, її готують шлікерним способом. Шлікерний спосіб широко використовують у виробництві тонкої кераміки. Шлікерний спосіб підготовки маси характеризується різноманіттям технологічних процесів. Подрібнення компонентів може здійснюватися сумісним або роздільним способами. При сумісному помелі спіснювачі, плавні і глинисті матеріали піддають помелу за мокрим способом у кульковому млині. Одержують рідку керамічну масу – шлікер – з вологістю до 50%. Роздільний помел характеризується тим, що спіснювачі і плавні піддають помелу у кулькових млинах, а глина розпускається у змішувачах, потім обидві суспензії змішують у заданих співвідношеннях. Як перша, так і друга схеми мають свої переваги і недоліки. При роздільному помелі сировинних матеріалів розповсюдженим видом браку є “мушка” – темні крапки на поверхні виробу, які виникають в результаті потрапляння залозистих включень у масу. Сумісний помел матеріалів значно зменшує такий вид браку, але при сумісному помелі значно зменшується продуктивність млинів, збільшуються витрати електроенергії у порівнянні з роздільним помелом, зменшується білизна виробів тонкої кераміки.

Обидві описані схеми пов’язані з ручною працею при виконанні таких операцій, як дозування матеріалів, завантаження млинів. Приготування шлікеру може бути автоматизовано при використанні безперервно діючого обладнання – машин для розпуску глини і струминних млинів для помелу спіснювачів, плавнів, автоматичних вагів і витратомірів.

Одержана рідка керамічна маса може бути використана для формування виробів способом лиття, для отримання пластичних мас і напівсухих порошків. Для отримання пластичних мас шлікер піддають частковому збезводненню, потім роблять гомогенізацію маси і її вакуумування.

Напівсухі порошки можуть бути одержані з шлікеру декількома методами: у сушильних барабанах з подальшим помелом і розсівом; на фільтр-пресах з подальшою сушкою коржів, їх здрібненням, помелом, розсівом; на фільтр-пресах з подальшим формуванням валюшки, сушкою у тунельних сушарках, здрібненням, помелом, розсівом.

Наступного часу для отримання порошків з шлікерів використовують баштові розпилювальні сушарки, які значно більш ефективні і дозволяють отримати прес-порошки, стабільні за гранулометричним складом і вологістю.

Доцільність використання того чи іншого технологічного способу необхідно відобразити у курсовому проекті. Хоча технологічні схеми виробництва кераміки мають певні індивідуальні особливості, у технології різних керамічних виробів є багато спільних елементів. Технологічні схеми виробництва керамічних виробів дуже різноманітні, одні прості, інші складні. Технологічна схема виробництва того чи іншого керамічного виробу не є чимось постійним, вона удосконалюється, бо наука і техніка увесь час розвиваються. Для правильного вибору технологічної схеми необхідно ознайомитися зі схемою діючого підприємства. Але вона може бути застарілою, тому до неї треба вносити корективи. У технологічну схему можна вносити зміни на підставі наукових публікацій у періодичній пресі, у збірках з обміну передовим досвідом, інформаційних збірках. У матеріалах, що публікуються,

можна знайти рекомендації з використання нових машин і апаратів для окремих технологічних операцій, опис нових видів сировини і нових методів його обробки, нові технологічні прийоми, способи механізації окремих операцій. Зробивши аналіз літературних даних з точки зору можливості використання у курсовому проекті, треба побудувати технологічну схему з урахуванням усіх додавань і покращень.

4.5 Розрахунок складу шихти (маси) і хімічного складу маси і глазури

Правильність підбору шихти визначається властивостями маси, яка повинна добре формуватися, забезпечувати раціональні строки сушки і випалу, а також необхідну якість виробів при мінімальних відходах виробництва. Для виготовлення стінових виробів слід, у першу чергу, використовувати відходи місцевих виробництв як добавки до шихти, наприклад кислі гранульовані шлаки, тирсу, золи. Це знижує вартість виробів. Фасадні вироби потребують використання добавок, які не зіпсують зовнішній вигляд виробів і не збільшать пористість (шамот, пісок). У склад маси для фаянсових облицювальних плиток доцільно вводити тальк і пірофіліт, які зменшують деформацію під час сушки і випалу і збільшують термостійкість виробів. У виробництві санітарно-будівельних виробів використовують фаянсові, напівфарфорові і шамотовані маси. Перспективним є випуск виробів із фарфорових мас, тому що вони найбільш міцні, гігієнічні, мають гарні декоративні властивості.

Розглянемо приклади розрахунку складу маси і випалених виробів за хімічним складом сировини.

Приклад 1. Шихтовий склад напівфарфорової маси (%):

- глина вогнетривка - 30%;
- каолін - 30%;
- пегматит – 9%;
- пісок кварцовий – 25%;
- бій напівфарфоровий – 6%.

Хімічний склад сировинних матеріалів приведений у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Хімічний склад матеріалів, мас. %

Матеріал	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	В.п.п.	Σ
Глина	52,43	32,21	0,89	1,22	0,60	0,55	2,75	0,63	9,10	100,31
Каолін	47,56	36,90	0,47	0,31	0,11	-	0,47	0,25	13,35	99,42
Пегматит	66,30	18,90	0,30	-	0,90	0,13	9,94	2,54	0,17	99,18
Кварцовий пісок	99,80	0,25	0,40	0,33	0,15	0,03	-	-	0,12	100,06

Коли сума оксидів у матеріалі складає більш або менш 100% (остання графа у таблиці), доцільно перерахувати її на 100%.

При розрахунку із складу маси виключають бій, оскільки він за хімічним складом практично однаковий з випаленою масою. Таким чином, після перерахунку шихтовий склад маси буде наступним, мас. % :

- глина – 31,9%;
- каолін – 31,9%;
- пегматит – 9,6%;
- кварцовий пісок – 26,6%.

Після отримання шихтового складу визначають кількість компонентів, що вводиться кожним сировинним матеріалом. Так, кількість оксидів, що вводяться у масу з глиною (мас. %), складає:

$$\text{SiO}_2 = \frac{31,9 \cdot 52,43}{100} = 16,72 ,$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3 = \frac{31,9 \cdot 32,21}{100} = 10,27.$$

Далі таким же чином перераховують кількість інших оксидів, що вводяться у масу з глиною, а також іншими матеріалами. Результати зводять у таблицю 4.2.

Крім цього, визначають сумарне значення втрат при прожарюванні (в.п.п.) для перерахунку складу на випалену речовину.

Перерахунок маси на прожарену речовину виконують шляхом множення змісту кожного оксиду, що входить до складу маси, на коефіцієнт К:

$$K = \frac{100}{100 - \text{в.п.п.}} .$$

Розрахунок хімічного складу маси за хімічним складом сировини виконується для вогнетривких виробів і деяких видів виробів будівельної кераміки.

Для тонкокерамічних мас (фаянсових, напівфарфорових і фарфорових) розрахунок виконують іншим способом. Розглянемо далі приклад розрахунку шихтового складу фарфорової маси за заданим хімічним складом черепка.

Приклад 2. Хімічний склад фарфорового черепка (мас. %): SiO_2 – 70,8; Al_2O_3 – 23,5; $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ – 3,7. Хімічний склад сировинних матеріалів приведений у таблиці 4.3.

Виходячи з керамічних властивостей сировини, задаються кількістю глини у масі (наприклад, кількість глини повинна бути 23%). З глиною у масу буде введено оксидів (мас. %):

$$\begin{aligned} \text{SiO}_2 &= 0,498 \cdot 23 = 11,45 , \\ \text{Al}_2\text{O}_3 &= 0,353 \cdot 23 = 8,12 , \\ \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} &= 0,0215 \cdot 23 = 0,49. \end{aligned}$$

Таблиця 4.2 – Розрахунковий хімічний склад маси, %

Матеріал	Склад маси	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	В.п.п.
Глина	31,9	16,72	10,27	0,28	0,39	0,19	0,17	0,20	0,88	2,90
Каолін	31,9	15,17	11,77	0,15	0,09	0,03	-	0,08	0,15	4,26
Пегматит	9,6	6,36	1,81	0,03	-	0,08	0,01	0,24	0,95	0,02
Пісок	26,6	26,55	0,06	0,10	0,09	0,04	0,01	-	-	0,03
Усього на непрожарену речовину, %	100	64,80	23,91	0,56	0,57	0,34	0,19	0,52	1,98	7,21
Усього на прожарену речовину, %	100	69,83	25,77	0,60	0,61	0,37	0,20	0,56	2,13	-

Таблиця 4.3 – Хімічний склад сировинних матеріалів для фарфорової маси, мас. %

Матеріал	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	В.п.п.	Σ
Глина	49,80	35,30	0,77	0,68	0,80	0,40	1,50	0,65	10,10	100,0
Каолін	45,40	39,06	0,55	0,39	0,80	0,19	0,34	-	13,30	100,0
Пегматит	75,64	11,45	0,18	-	0,56	0,19	9,45	2,29	0,24	100,0
Пісок	97,77	1,00	0,10	-	0,53	0,10	-	-	0,50	100,0

З іншими матеріалами необхідно ввести у масу наступну кількість оксидів (мас. %):

$$\begin{aligned} \text{SiO}_2 &= 70,80 - 11,45 = 59,35, \\ \text{Al}_2\text{O}_3 &= 23,50 - 8,12 = 15,38, \\ \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} &= 3,70 - 0,49 = 3,21. \end{aligned}$$

Al₂O₃ і K₂O + Na₂O будуть введені з каоліном і пегматитом. Для визначення кількості цих матеріалів у масі складають рівняння з двома невідомими:

$$\begin{aligned} 0,3906x + 0,1145y &= 15,38, \\ 0,0034x + 0,1174y &= 3,21, \end{aligned}$$

де x – кількість каоліну, яке необхідно ввести до маси;
 y – кількість пегматиту.

Перше рівняння характеризує кількість оксиду алюмінію, яка вводиться у масу з каоліном і пегматитом, друге рівняння – те ж саме для оксидів натрію і калію. Для розв'язання рівнянь множимо перше на 0,0034, а друге – на 0,3906. Знаходимо значення невідомих: $x = 32,35$, $y = 26,43$. Таким чином, каолін можна ввести у кількості 32,35, а пегматит – у кількості 26,43 мас. ч.

Тепер необхідно визначити кількість кварцового піску. Розрахуємо кількість діоксиду кремнію, що вводиться з глиною, каоліном і пегматитом (мас. ч.):

- з глиною

$$0,498 \cdot 23,00 = 11,45;$$

- з каоліном

$$0,454 \cdot 32,35 = 14,69;$$

- з пегматитом

$$0,756 \cdot 26,43 = 19,99.$$

Усього кількість діоксиду кремнію, введена з глиною, каоліном, пегматитом, складає

$$11,45 + 14,69 + 19,99 = 46,13 \text{ (мас. ч.)}.$$

Залишилось ввести

$$70,80 - 46,13 = 24,67 \text{ (мас. ч.)}.$$

Оскільки у піску міститься 97,77 мас. % SiO_2 , то для введення 24,67 мас. ч. SiO_2 необхідна наступна кількість піску:

$$x = \frac{24,67 \cdot 100}{97,77} = 25,23 \text{ (мас. ч.)}.$$

Розраховані дані зводимо до таблиці 4.4.

Для перевірки правильності розрахунку розрахуємо хімічний склад фарфору, використовуючи дані таблиці 4.3. Отримані результати зведемо до таблиці 4.5. Відхилення від заданого складу не перевищує 0,5%. Таким чином, розрахунок виконаний вірно.

Таблиця 4.4 – Шихтовий склад маси

Матеріал	Масова частка	Масовий процент
Глина	23,00	21,49
Каолін	32,35	30,23
Пегматит	26,43	24,70
Кварцовий пісок	25,23	23,58
Усього	107,01	100,00

Таблиця 4.5 – Розрахунковий хімічний склад маси, мас. %

Матеріал	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	В.п.п.	Склад маси
Глина	10,70	7,59	-	0,15	0,17	0,09	0,32	0,14	2,17	21,49
Каолін	13,72	11,80	0,17	0,12	0,24	0,06	0,10		4,02	30,23
Пегматит	18,69	2,83	0,04	-	0,14	0,05	0,56	0,56	0,06	24,70
Пісок	23,05	0,24	0,02	-	0,13	0,02	-	-	0,12	23,58
Усього на непрожарену речовину	66,16	22,46	0,39	0,27	0,68	0,22	3,45		6,37	100,0
Усього на прожарену речовину	70,66	23,98	0,42	0,29	0,73	0,23	3,69		-	100
Відхилення від заданого складу	-0,14	+0,48					-0,01			

Для тонкокерамічних мас слід також розраховувати лінійний термічний коефіцієнт розширення (ЛТКР). Існує декілька методів приблизного розрахунку ТКР. Найчастіше використовують метод Вінкельмана – Шотта, який базується на аддитивній залежності температурного коефіцієнту розширення від оксидного складу, мас. %:

$$\alpha = \sum P_i X_i ,$$

де α - лінійний термічний коефіцієнт розширення матеріалу;

P_i – вміст оксидів у масі, мас. %;

X_i – емпіричні числові фактори, які характеризують розширення оксидів.

Значення розрахункових факторів наведені у таблиці 4.6. Вони дійсні до температури 400...600 °С.

Таблиця 4.6 – Розрахункові дані за Вінкельманом і Шоттом

Оксиди	Значення $X_i \cdot 10^{-6}$	Оксиди	Значення $X_i \cdot 10^{-6}$
SiO ₂	0,027	CaO	0,167
TiO ₂	0,137	MgO	0,003
SnO ₂	0,073	BaO	0,100
SrO ₂	0,070	PbO	0,100
B ₂ O ₃	0,003	MnO	0,073
Al ₂ O ₃	0,167	CuO	0,730
Sb ₂ O ₃	0,117	ZnO	0,060
CeO	0,147	Na ₂ O	0,333
NiO	0,137	K ₂ O	0,283
BeO	0,133	P ₂ O ₅	0,067
FeO, Fe ₂ O ₃	0,137	As ₂ O ₅	0,073

Приведемо приклад розрахунку ТКР для фарфорової маси розглянутого вище прикладу 2:

$$\alpha = 70,66 \cdot 0,027 \cdot 10^{-6} + 23,98 \cdot 0,167 \cdot 10^{-6} + 0,42 \cdot 0,137 \cdot 10^{-6} + 0,29 \cdot 0,137 \cdot 10^{-6} + 0,73 \cdot 0,167 \cdot 10^{-6} + 0,23 \cdot 0,003 \cdot 10^{-6} + 3,69 \cdot 0,308 \cdot 10^{-6} = 7,27 \cdot 10^{-6} .$$

$\begin{matrix} \text{SiO}_2 & \text{Al}_2\text{O}_3 & \text{Fe}_2\text{O}_3 & \text{TiO}_2 \\ \text{CaO} & \text{MgO} & \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} \end{matrix}$

При використанні глазури у виробництві керамічних виробів слід зробити висновок про придатність глазури для даної керамічної маси. Звичайно глазур підбирають таким чином, щоб її ЛТКР був трохи більш, ніж ЛТКР маси. Тоді у шарі глазури виникають напруження стиску, які роблять черепок міцнішим. Розбіжність між ЛТКР черепка і глазури не повинна перевищувати 10 %. Для збільшення ЛТКР глазури можна підвищити вміст лужних оксидів або понизити вміст кремнезему і глинозему.

4.6 Розрахунок виробничої програми

Розрахунок виробничої програми здійснюється у згоді з заданою потужністю цеху або заводу, що проектується, тому що задана продуктивність часто не відповідає продуктивності печей – основних агрегатів, які визначають випуск продукції, яку планується випускати.

Розрахунок виробничої програми зводиться до розрахунку кількості печей (тунельних, обертових, конвейерних) і кількості формуючих машин (механічних або гідравлічних пресів, верстатів-напівавтоматів, ливарних стендів та інших).

Після розрахунку кількості машин і печей необхідно визначити дійсну потужність цеху. Вона, як правило, більш або менш заданої і у рідких випадках збігається з останньою. Усі подальші розрахунки (кількість матеріалів, устаткування, сховищ) треба проводити не на задану потужність, а на дійсну.

4.7 Опис технологічного процесу і фізико-хімічних основ виробництва

У цьому розділі описують шлях, за яким проходить сировина крізь установки, механізми, машини, теплові агрегати, перетворюючись на готовий продукт; зміни, які відбуваються в агрегатах у сировинних матеріалах під впливом технологічних факторів, і фізико-хімічні процеси, що супроводжують усі переділи технології. Необхідно привести технологічні параметри на кожному переділі.

Особливу увагу слід приділяти питанням механізації й автоматизації технологічних процесів, скороченню ручної праці, розробці безвідходних виробництв, розширенню сировинної бази і використанню відходів; треба передбачати заходи з охорони довкілля.

У цьому ж розділі указують зміни, які вносять до роботи з метою удосконалення процесу виробництва. Закінчити розділ необхідно описом операційного контролю. Матеріали з контролю можуть бути зведені до таблиці (2-3 аркуші).

4.8 Матеріальний баланс виробництва

Мета матеріальних розрахунків – визначення витрат матеріалів на задану потужність і визначення технологічних норм витрати матеріалів.

Матеріальний баланс виробництва складається за стадіями виробництва з урахуванням витрат сировини на кожній з них. Складання матеріального балансу виробництва базується на законі збереження речовини. Кількість речовини, яка надходить на виробництво, дорівнює сумарної кількості отриманих продуктів і виробничих витрат.

У розрахунках статей приходу і витрат матеріального балансу використовують нормативно-технічні дані про властивості сировини, продуктів і т. п.; витратні коефіцієнти розраховують на основі теоретичних і емпіричних закономірностей. Розрахункові витрати включають окремою статтю у витратну частину балансу. Якщо розрахунок витратних коефіцієнтів зробити неможливо через ті чи інші причини, слід скористуватися даними технічної звітності підприємства.

Між приходною і витратною частинами матеріального балансу може виникнути невелика різниця – “відхил” (допускається до 0,5 %) за рахунок неточності обчислювання і обчислювальних формул. Її іноді додають у вигляді окремої статті у тій частині балансу, де розрахунковим шляхом визначається більша кількість величин.

Результати матеріальних розрахунків приводяться у таблиці матеріального балансу.

Дані матеріального балансу за переділами і підприємству у цілому є вихідними даними для підбору основного і допоміжного технологічного устаткування, розрахунку необхідних складських приміщень для прийому сировинних і допоміжних матеріалів, готових виробів; визначення ємності бункерів, а також витратних коефіцієнтів сировини і матеріалів на одиницю товарної продукції.

Для складання матеріального балансу необхідні наступні початкові дані:

- річна потужність підприємства за готовою продукцією (в асортименті і у цілому);
- хімічний склад сировини і допоміжних матеріалів;
- хімічний склад готової продукції;
- речовинні склади напівфабрикатів і готових виробів;
- технологічна схема виробництва підприємства, що проектується;
- основні нормативні дані (вологість сировини і напівфабрикатів до і після термообробки);
- відсоток браку і механічних втрат сировини, напівфабрикатів і готової продукції на окремих стадіях технологічного процесу, а також ступень повернення їх у виробництва.

Дані про кількість браку і механічних втрат під час розвантаження сировини, зберігання її на складі, дробленні, розсіві, транспортуванні у процесі переробки, змішуванні і формуванні, сушінні і випалі виробів слід брати на підприємствах, на яких студент проходить практику. Далі розглянемо декілька прикладів розрахунку матеріального балансу.

Приклад 3. Необхідно розрахувати матеріальний баланс виробництва шамотних виробів за умовою випуску 120 тис. т на рік.

Технологічні нормативи виробництва, мас. %:

- вологість глини, яка надходить на склад – 22,0 %;
- втрати при прожарюванні глини, яка призначена:
 - 1) для випалу на шамот – 13,05 %;
 - 2) для зв'язки – 11,91 %;
- вологість глини після сушильного барабану – 8,0 %;
- безповоротні втрати глини у вигляді пилу:
 - 1) під час сушіння у барабані – 0,5 %;
 - 2) під час випалу на шамот – 1,0 %;
 - 3) під час транспортування глини і шамоту – 0,1 %;
- вологість маси для пресування – 8,0 %;
- втрати маси під час пресування – 0,2 %;
- вологість виробів після сушіння – 2,0 %;
- брак виробів:
 - 1) після пресування – 0,0 %;
 - 2) сушіння – 0,5 %;
 - 3) випалу – 1,5 %;
- втрати глини і шамоту:

- 1) під час розсіву – 0,1 %;
- 2) під час помелу – 0,1 %;
- 3) під час дроблення – 0,1 %;
- 4) під час зберігання на складі – 1,0 %;
- 5) під час розвантаження сировини – 0,5 %.

Примітка : брак виробів при випалі і сушінні повністю повертається до виробництва.

На рисунку 4.1 наведена технологічна схема виробництва.

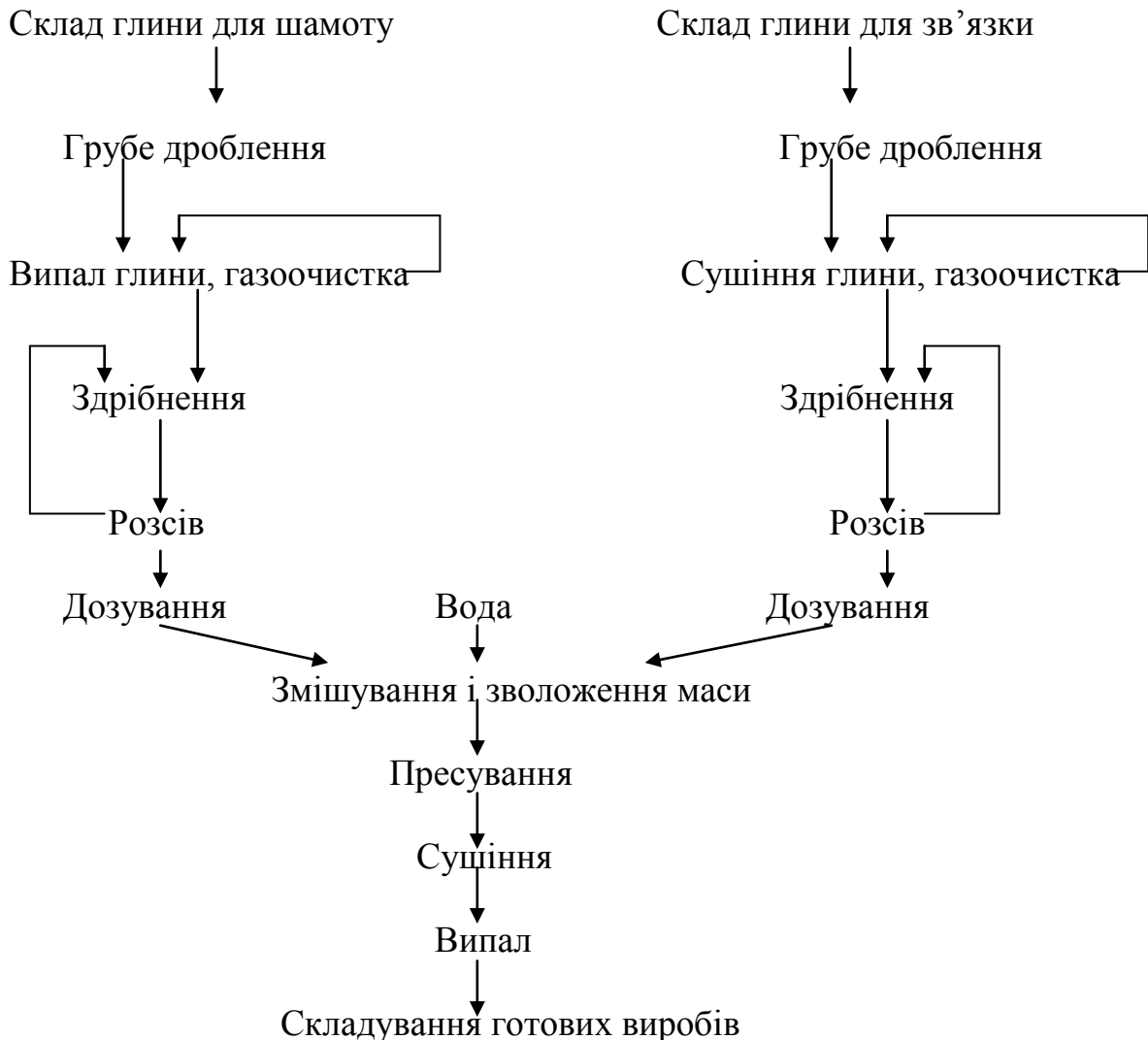


Рисунок 4.1 – Технологічна схема виробництва шамотних виробів

Далі виконують розрахунок матеріального балансу послідовно за стадіями технологічної схеми, починаючи з останньої стадії процесу і далі - в оберненому напрямку.

У цьому прикладі розрахунку не враховані втрати на складі готової продукції під час складування і відвантаження споживачу, які в середньому складають від 0,01 до 0,1 %.

З печей повинно вийти виробів з урахуванням браку випалу

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

Кількість браку складе 1827,41 т/рік.

У піч треба завантажити виробів у натуральній масі більш, ніж 121827,41 т на величину в.п.п. глини-зв'язки і на вологість сирцю перед садкою.

Втрати при прожарюванні виробів залежать від вмісту у них глини в абсолютно сухій масі. Величину в.п.п. звичайно беруть з таблиці, куди зводять розрахунок шихти. У даному випадку в.п.п. складають 3,57 %.

Враховуючи втрати при прожарюванні, у піч повинно надійти сирцю в абсолютно сухій масі

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

в натуральній масі з вологістю 2 %

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

втрати при прожарюванні складають

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

остаточна волога, яка видаляється під час випалу виробів у печі, складає

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

Із сушарок з урахуванням браку сушіння повинно вийти

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

кількість браку сушіння – 647,82 т/рік.

Враховуючи, що із сушарок сирець виходить з вологістю 2 %, а надходить з вологістю 8 %, до сушарок повинно надійти

$$\frac{129563,80 \cdot (100 - 2)}{100 - 8} = 138013,61 \text{ (т/рік)}.$$

Кількість вологи, яка видаляється у сушарках, складе

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

Сирцю повинно бути сформовано 138013,61 т/рік. Враховуючи втрати під час пресування, у змішувачі повинно надійти

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

Втрати під час пресування складуть

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

Кількість маси, яка надходить на змішування (з вологістю 8 %), складає 138290,19 т/рік. Для зволоження маси потребується води

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

де 2,4 – вологість шихти (шихта містить 30 % глини з вологістю 8,0 %). Кількість шихти, яку необхідно звожити до 8%, складає

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

Кількість глини у шихті складає

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

шамоту -

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

Виконуємо розрахунок за лінією глини.

Потрібна кількість глини складає 39106,65 т/рік. Враховуючи втрати під час транспортування і розсіву, потребується глини

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

Втрати глини під час транспортування і розсіву складуть

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

Враховуючи втрати під час помелу і транспортування, потрібна кількість глини складає

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

Втрати під час помелу і транспортування складають

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

З сушильного барабану повинно вийти 39263,55 т/рік. Враховуючи, що до сушильного барабану надходить глина з вологістю 22 %, а виходить з вологістю 8%, на сушіння треба подати

$$\frac{39263,55 \cdot (100 - 8)}{100 - 22} = 46310,85 \text{ (т/рік)},$$

з урахуванням безповоротного пиловинесення

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

таким чином, пиловинесення з сушильного барабану складе

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

а кількість води, видалена під час сушіння глини –

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

Враховуючи втрати під час грубого дроблення глини, на глиностругач необхідно подати

$$\frac{46310,85 \cdot 100}{100 - 0,1} = 46356,91 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати під час грубого дроблення глини складуть

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

З урахуванням втрат глини на складі сировини і під час розвантаження, на завод необхідно доставити

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

Втрати глини на складі сировини складуть

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

Далі виконуємо розрахунок за лінією шамоту.

Потрібна кількість шамоту складає 91248,86 т/рік. Враховуючи втрати під час розсіву і транспортування, шамоту потребується

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

Втрати під час розсіву і транспортування складуть

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

З урахуванням втрат під час помелу і транспортування, із обертової печі повинно вийти

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

Втрати під час помелу і транспортування складуть

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

Оскільки брак сушіння і випалу повертається у виробництво, шамоту потребується

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

де $(1827,41 + 647,82)$ – сумарна кількість браку сушіння і випалу.

До обертової печі необхідно подати глини з урахуванням в.п.п. глини

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

з урахуванням вологості глини 22 %

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

з урахуванням пиловинесення

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

Втрати при прожарюванні складуть

$$102518,37 - 89139,72 = 13378,65 \text{ (т/рік) ,}$$

під час випалу шамоту в обертової печі видаляється вологи

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

пиловинесення з обертової печі –

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

Враховуючи втрати глини під час грубого дроблення, на глиностругач подають

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

втрати під час грубого дроблення глини складуть

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

З урахуванням втрат глини на складі сировини і під час розвантаження на завод треба доставити глини для отримання шамоту

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

втрати глини на складі складуть

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

Загальна кількість глини, яку необхідно доставити на завод:

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

Складаємо таблицю матеріального балансу, до якої вносимо результати розрахунку (таблиця 4.7).

Таблиця 4.7 – Матеріальний баланс виробництва

Прихід	Т/рік	Витрата	Т/рік
Глина, у т.ч.:	181980,93	Готова продукція	120000,00
- на шамот	134918,08	Втрати при прожарюванні виробів	4510,25
- на зв'язку	47062,85	Остаточна волога, видалена під час випалу	2578,32
Вода	7934,68	Волога, видалена під час сушіння виробів	8449,81
		Втрати під час пресування маси	276,58
		Втрати глини під час розсіву	78,37
		Втрати глини під час помелу	78,53
		Втрати глини при пиловинесенні	232,72
		Волога, видалена у сушильному барабані	6947,30
		Втрати під час дроблення глини	46,30
		Втрати глини-зв'язки на складі	705,94
		Втрати шамоту під час розсіву	182,86
		Втрати шамоту під час помелу	183,23
		Втрати при прожарюванні шамоту	13378,65
		Втрати шамоту при пиловинесенні	1327,61
		Втрати шамоту під час дроблення	132,89
		Втрати глини (на шамот) на складі	2023,77
		Волога, видалена під час випалу шамоту	28915,44
Усього	189915,61		190048,57

$$190148,63 - 190048,57$$

$$\text{Відхил} = \frac{\quad}{190148,63} \cdot 100 = 0,07 \text{ (\%)}$$

$$190148,63$$

Витрати глини на 1 т готової продукції складають

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

Приклад 4. Розрахувати матеріальний баланс виробництва фасадних керамічних плиток за умовою випуску 400000 м² на рік.

Технологічна схема виробництва наведена на рисунку 4.2.

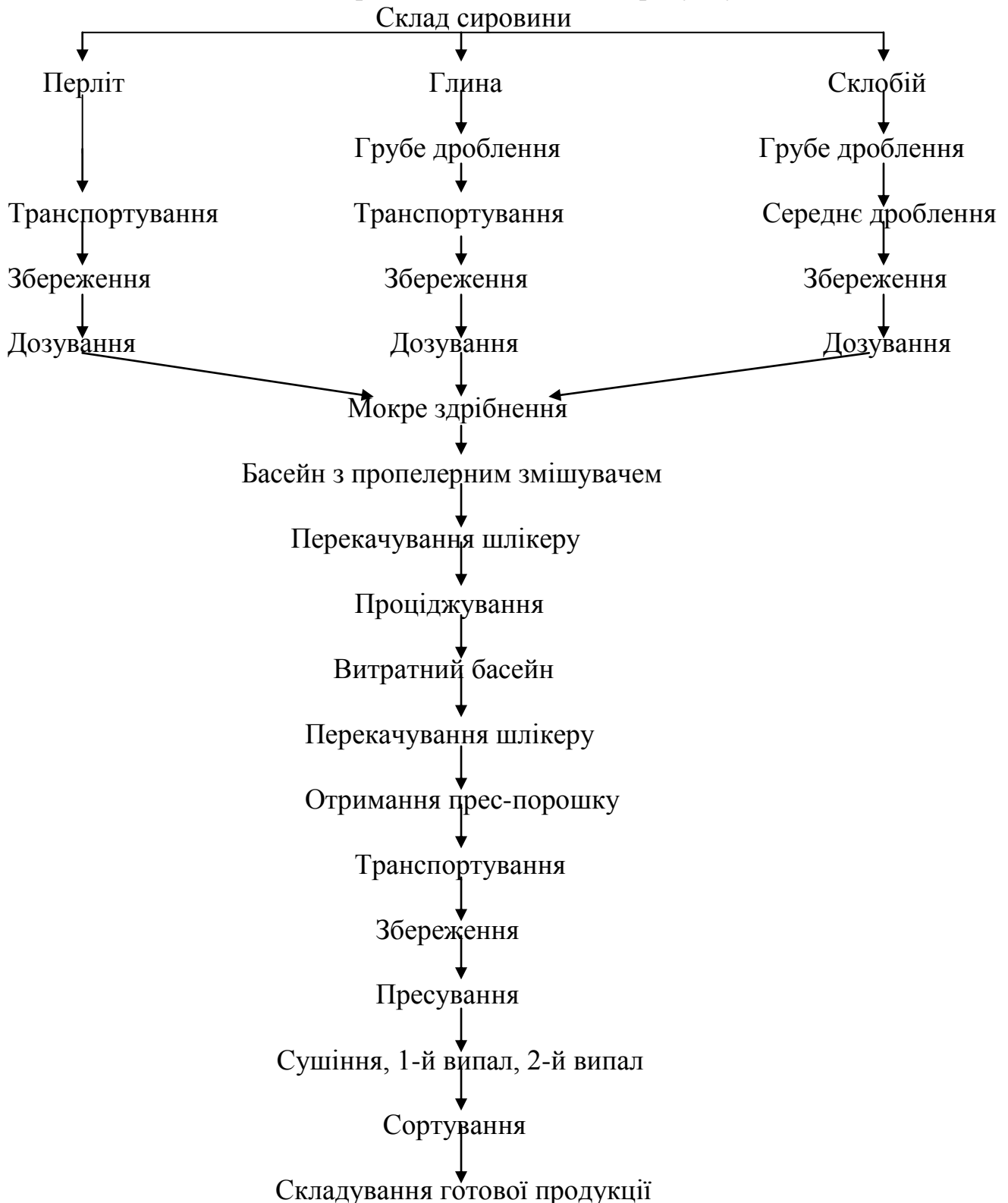


Рисунок 4.2 – Технологічна схема виробництва фасадної плитки

Технологічні нормативи виробництва (мас. %):

- втрати під час сортування – 0,1 %;
- брак на конвейерній лінії – 5,0 %;
- втрати при прожарюванні – 7,74 %;
- вологість плитки після сушіння – 0,2 %;
- вологість прес-порошку – 8,0 %;
- втрати під час пресування – 0,01 %;
- втрати прес-порошку під час транспортування – 0,01 %;
- вологість шлікеру – 50 %;
- втрати шлікеру під час транспортування – 0,01 %;
- вологість глини – 15,0 %;
- втрати сировини:
 - 1) під час переробки – 0,02 %;
 - 2) під час транспортування і дозування – 0,01 %;
 - 3) на складі – 0,01 %;
- вага 1 м² плиток – 18 кг;
- шихтовий склад маси:
 - 1) глина – 65 %;
 - 2) перліт – 30 %;
 - 3) скlobій – 5 %;
 - 4) рідке скло – 0,2 % (зв. 100 %);
 - 5) сода – 0,1 % (зв. 100 %).

Примітка. Брак виробів, який утворюється під час сортування, і брак з конвейерної лінії підлягає продажу для виконання декоративних робіт під час оздоблення виробів.

Для розрахунку матеріального балансу спочатку перераховуємо потужність виробництва на масу виробів. На склад готової продукції має надійти 400000 м² на рік, або

$$18 \cdot 400000 = 7200000 \text{ (кг/р)} = 7200 \text{ (т/рік)}.$$

З урахуванням втрат під час сортування на склад готової продукції має надійти виробів

$$\frac{7200 \cdot 100}{100 - 0,1} = 7207,21 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати під час сортування складуть

$$7207,21 - 7200 = 7,21 \text{ (т/рік)}.$$

Враховуючи брак на конвейерній лінії, після випалу повинно вийти плиток

$$\frac{7207,21 \cdot 100}{100 - 5} = 7586,54 \text{ (т/рік)}.$$

Кількість браку на конвейерній лінії складе

$$7586,54 - 7207,21 = 379,33 \text{ (т/рік)}.$$

З урахуванням втрат при прожарюванні, остаточної вологи, яка видаляється під час утільного випалу, і вологи, яка видаляється під час сушіння, на конвейерну лінію повинно надійти:

- з урахуванням в.п.п.

$$\frac{7586,54 \cdot 100}{100 - 7,74} = 8223,00 \text{ (т/рік)} ;$$

- з урахуванням остаточної вологи

$$\frac{8223,00 \cdot 100}{100 - 0,2} = 8239,48 \text{ (т/рік)} ;$$

- з урахуванням вологи, яка видаляється під час сушіння плиток,

$$\frac{8239,48 \cdot (100 - 0,2)}{100 - 8,0} = 8938,04 \text{ (т/рік)} .$$

Безповоротні втрати складуть:

- в.п.п.

$$8223,00 - 7586,54 = 636,46 \text{ (т/рік)} ;$$

- остаточна волога

$$8239,48 - 8223,00 = 16,48 \text{ (т/рік)};$$

- волога під час сушіння

$$8938,04 - 8239,48 = 698,56 \text{ (т/рік)}.$$

Повинно бути відпресовано 8938,04 т/рік виробів. З урахуванням безповоротних втрат під час пресування на прес повинно надійти прес-порошку

$$\frac{8938,04 \cdot 100}{100 - 0,01} = 8938,93 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати прес-порошку складуть

$$8938,93 - 8938,04 = 0,89 \text{ (т/рік)}.$$

Враховуючи втрати прес-порошку під час транспортування, з баштової розпилювальної сушарки повинно вийти прес-порошку

$$\frac{8938,93 \cdot 100}{100 - 0,01} = 8939,82 \text{ (т/рік)} .$$

Втрати порошку під час транспортування складуть

$$8939,82 - 8938,93 = 0,89 \text{ (т/рік)}.$$

З баштової розпилювальної сушарки порошок виходить з вологістю 8 %, а надходить шлікер з вологістю 50 %. Необхідна кількість шлікеру складає

$$\frac{8939,82 \cdot (100 - 8,0)}{100 - 50,0} = 16447,43 \text{ (т/рік)} .$$

Кількість води, яка видаляється у баштовій розпилювальній сушарці, складає

$$16447,43 - 8939,82 = 7508,61 \text{ (т/рік)} .$$

Враховуючи втрати шлікеру під час транспортування, з кулькових млинів повинно вийти шлікеру

$$\frac{16447,43 \cdot 100}{100 - 0,01} = 16449,07 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати шлікеру під час транспортування складуть

$$16449,07 - 16447,43 = 1,64 \text{ (т/рік)}.$$

У кульковий млин повинно надійти 16449,07 т/рік сировинних матеріалів, води й електролітів, а саме:

- води

$$16449,07 \cdot 0,5 = 8224,54 \text{ (т/рік) ;}$$

- сировинних матеріалів в абсолютно сухій масі – 8224,54 т/рік, у тому числі:
1) рідкого скла

$$8224,54 \cdot 0,002 = 16,44 \text{ (т/рік);}$$

- 2) соди

$$8224,54 \cdot 0,001 = 8,22 \text{ (т/рік).}$$

Кількість основних сировинних матеріалів складе

$$8224,54 - (16,44 + 8,22) = 8199,88 \text{ (т/рік),}$$

а саме:

- глини

$$8199,88 \cdot 0,65 = 5329,92 \text{ (т/рік);}$$

- перліту

$$8199,88 \cdot 0,30 = 2459,97 \text{ (т/рік);}$$

- склобою

$$8199,88 \cdot 0,05 = 409,99 \text{ (т/рік).}$$

Виконуємо розрахунок за лінією склобою.

Кількість склобою з урахуванням втрат під час транспортування і дозування складуть

$$\frac{409,99 \cdot 100}{100 - 0,01} = 410,03 \text{ (т/рік).}$$

Втрати склобою під час транспортування і дозування складуть

$$410,03 - 409,99 = 0,04 \text{ (т/рік).}$$

Кількість склобою з урахуванням втрат під час дроблення і здрібнення

$$\frac{410,03 \cdot 100}{100 - 0,02} = 410,11 \text{ (т/рік).}$$

Втрати склобою під час дроблення і здрібнення складуть

$$410,11 - 410,03 = 0,08 \text{ (т/рік)}.$$

З урахуванням втрат на складі на завод слід доставити склобою у кількості

$$\frac{410,11 \cdot 100}{100 - 0,01} = 410,15 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати склобою на складі

$$410,15 - 410,11 = 0,04 \text{ (т/рік)}.$$

Далі розраховуємо лінію перліту.

Необхідна кількість перліту складає 2459,97 т/рік. З урахуванням втрат перліту під час транспортування і дозування потрібне

$$\frac{2459,97 \cdot 100}{100 - 0,01} = 2460,22 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати перліту під час транспортування і дозування складають

$$2460,22 - 2459,97 = 0,25 \text{ (т/рік)}.$$

Враховуючи втрати перліту на складі, на завод необхідно доставити

$$\frac{2460,22 \cdot 100}{100 - 0,01} = 2460,46 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати перліту на складі складуть

$$2460,46 - 2460,22 = 0,24 \text{ (т/рік)}.$$

Виконуємо розрахунок за лінією глини.

Потрібна кількість глини в абсолютно сухій вазі – 5329,92 т/рік. Природна вологість глини дорівнює 20 %, тому потрібна кількість вологої глини складе

$$5329,93 + 5329,92 \cdot 0,20 = 6395,90 \text{ (т/рік)}.$$

З глиною вноситься вологи

$$6395,90 - 5329,93 = 1065,97 \text{ (т/рік)}.$$

З урахуванням втрат під час транспортування і дозування потрібна кількість глини складе

$$\frac{6395,90 \cdot 100}{100 - 0,01} = 6396,54 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати під час транспортування і дозування глини дорівнюють

$$6396,54 - 6395,90 = 0,64 \text{ (т/рік)}.$$

З урахуванням втрат глини під час дроблення на глиностругач необхідно подати

$$\frac{6396,54 \cdot 100}{100 - 0,02} = 6397,82 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати глини під час дроблення

$$6397,82 - 6396,54 = 1,28 \text{ (т/рік)}.$$

З урахуванням втрат на складі потрібно доставити глини на завод

$$\frac{6397,82 \cdot 100}{100 - 0,01} = 6398,46 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати глини на складі складуть

$$6398,46 - 6397,82 = 0,64 \text{ (т/рік)}.$$

Розрахуємо потрібну кількість технічної води.

Потрібна кількість води – 8224,54 т/рік. З глиною вноситься води 1065,97 т/рік. Таким чином, кількість технічної води складе

$$8224,54 - 1065,97 = 7158,57 \text{ (т/рік)}.$$

Складемо таблицю матеріального балансу (таблиця 4.8).

Таблиця 4.8 – Матеріальний баланс виробництва фасадних плиток

Прихід	Т/рік	Витрата	Т/рік
Глина	6398,46	Готова продукція	7207,21
Перліт	2460,46	Брак сортування	7,21
Склобій	410,15	Брак конвейерної лінії	379,33
Рідке скло	16,44	Втрати при прожарюванні	636,46
Сода	8,22	Остаточна волога	16,48
Вода	7158,57	Волога під час сушіння	698,56
		Втрати прес-порошку:	
		- пресування	0,89
		- транспортування	0,89
		Волога, видалена у баштовій розпилювальній сушарці	7508,61
		Втрати шлікеру	1,64
		Втрати склобою:	
		- транспортування	0,04
		- дроблення	0,08
		- на складі	0,04
		Втрати перліту:	
		- транспортування	0,25
		- на складі	0,24
		Втрати глини:	
		- транспортування	0,64
		- дроблення	1,28
		- на складі	0,64
Усього	16452,30		16460,49

$$\text{Відхил} = \frac{16460,49 - 16452,30}{16460,49} \cdot 100 = 0,05 (\%).$$

Коефіцієнт витрати сировини дорівнює

$$K = \frac{9293,73}{7207,21} = 1,29 .$$

Приклад 5. Розрахувати матеріальний баланс виробництва фарфорових ізоляторів потужністю 20000 т/рік.

Технологічна схема виробництва представлена на рисунку 4.3.

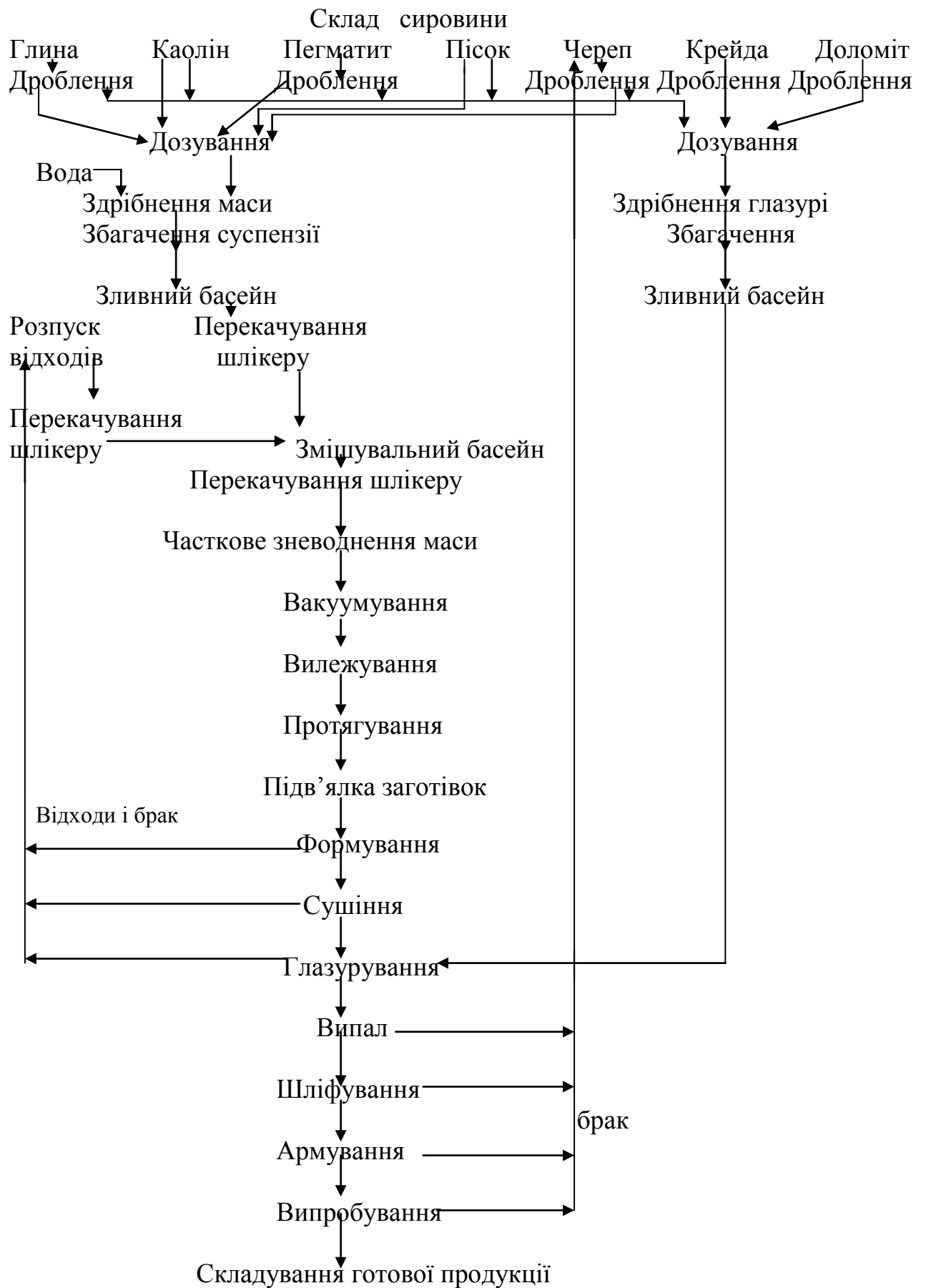


Рисунок 4.3 – Технологічна схема виробництва ізоляторів

Технологічні нормативи виробництва:

- зворотні втрати (мас. %):
 - 1) на складі – 0,1%;
 - 2) під час випробування – 1,0 %;
 - 3) під час армування – 0,2 %;
 - 4) під час шліфування – 0,3 %;
 - 5) брак випалу – 5,0 %;
 - 6) брак сушіння – 3,0 %;
 - 7) брак формування (обточування) – 1,0 %;
 - 8) відходи під час обточування ізоляторів – 40,0 %;
 - 9) під час глазурування і транспортування – 0,5 %;
- безповоротні втрати (мас. %):
 - 1) при прожарюванні – 6,2 %;
 - 2) під час транспортування шлікеру – 0,1 %;
 - 3) під час транспортування сировинного матеріалу – 0,1 %;
 - 4) під час дроблення – 0,1 %;
 - 5) під час складування – 0,1 %;
 - 6) втрати глазури під час збагачення, транспортування, глазурування – 0,5%;
- вологість шлікеру – 60 %;
- вологість маси:
 - 1) після фільтр-пресів – 19,5 %;
 - 2) після вилежування – 19,0 %;
 - 3) після підв'ялки – 17,0 %;
- вологість сирцю після сушіння – 0,5 %;
- вага ізолятора – 40 кг;
- витрата глазури – 3 %.

Кількість фарфору з урахуванням 0,1 % зворотних втрат на складі готової продукції

$$\frac{20000 \cdot 100}{100 - 0,1} = 20020,02 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати на складі складуть

$$20020,02 - 20000 = 20,02 \text{ (т/рік)}.$$

Підлягає складуванню ізоляторів

$$20000 : 0,04 = 500000 \text{ (шт./р)}.$$

Кількість фарфору з урахуванням поворотних втрат складе

- під час випробування

$$\frac{20020,02 \cdot 100}{100 - 1,0} = 20222,24 \text{ (т/рік);}$$

- під час армування

$$\frac{20222,24 \cdot 100}{100 - 0,2} = 20262,77 \text{ (т/рік);}$$

- під час шліфування

$$\frac{20262,77 \cdot 100}{100 - 0,3} = 20323,74 \text{ (т/рік).}$$

Кількість зворотних втрат:

- під час випробування

$$20222,24 - 20020,02 = 202,22 \text{ (т/рік);}$$

- під час армування

$$20262,77 - 20222,24 = 40,53 \text{ (т/рік);}$$

- під час шліфування

$$20323,74 - 20262,77 = 60,97 \text{ (т/рік).}$$

Із печі повинно вийти фарфору з урахуванням зворотного браку під час випалу

$$\frac{20323,74 \cdot 100}{100 - 5,0} = 21393,41 \text{ (т/рік).}$$

Кількість браку під час випалу дорівнює

$$21393,41 - 20323,74 = 1069,67 \text{ (т/рік).}$$

Кількість фарфору з урахуванням в.п.п.

$$\frac{21393,41 \cdot 100}{100 - 6,2} = 22807,47 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати при прожарювання складуть

$$22807,47 - 21393,41 = 1414,06 \text{ (т/рік)}.$$

Кількість фарфору, який надходить на випал, з урахуванням видалення остаточної вологи, що видаляється під час випалу:

$$\frac{22807,47 \cdot 100}{100 - 0,5} = 22922,08 \text{ (т/рік)}.$$

Кількість остаточної вологи складе

$$22922,08 - 22807,47 = 114,61 \text{ (т/рік)}.$$

Необхідно розрахувати кількість глазури.

Витрата глазури складає 3 % на абсолютно суху речовину, тому кількість глазури складає

$$22807,47 \cdot 0,03 = 684,22 \text{ (т/рік)}.$$

Така ж кількість води (684,22 т/рік) видаляється після глазурування виробів під час їх сушіння перед випалом, тому що глазурне покриття на вироби наносять у вигляді шлікеру з вологістю 50 %.

Кількість фарфору, що підлягає глазуруванню, з вологістю 0,5 %:

$$22922,08 - 684,22 = 22237,86 \text{ (т/рік)}.$$

Враховуючи втрати під час глазурування і транспортування, фарфору потребується

$$\frac{22237,86 \cdot 100}{100 - 0,5} = 22349,61 \text{ (т/рік)}.$$

Зворотні втрати під час глазурування і транспортування складуть

$$22349,61 - 22237,86 = 111,75 \text{ (т/рік)}.$$

З сушарки повинно вийти напівфабрикату з урахуванням 3 % браку під час сушіння

$$\frac{22349,61 \cdot 100}{100 - 3,0} = 23040,83 \text{ (т/рік)}.$$

Зворотній брак сушіння складе

$$23040,83 - 22349,61 = 691,22 \text{ (т/рік)}.$$

Кількість вологих виробів, які надходять на сушіння, з урахуванням вологи, що видаляється під час сушіння

$$\frac{23040,83 \cdot (100 - 0,5)}{100 - 17,0} = 27621,23 \text{ (т/рік)}.$$

Під час сушіння видаляється вологи

$$27621,23 - 23040,83 = 4580,40 \text{ (т/рік)}.$$

Кількість фарфорової маси, необхідної для обточування ізоляторів, з урахуванням 1 % зворотного браку:

$$\frac{27621,23 \cdot 100}{100 - 1,0} = 27900,23 \text{ (т/рік)}.$$

Кількість зворотного браку обточування ізоляторів складе

$$27900,23 - 27621,23 = 279,00 \text{ (т/рік)}.$$

Потреба у фарфоровій масі для обточування ізоляторів з урахуванням 40 % зворотних відходів під час обточування:

$$\frac{27900,23 \cdot 100}{100 - 40,0} = 46500,39 \text{ (т/рік)}.$$

Кількість зворотних відходів під час обточування складе

$$46500,39 - 27900,23 = 18600,16 \text{ (т/рік)}.$$

Кількість фарфорової маси, необхідної для протягування заготовок у формувальному цеху, з вологістю 19 %:

$$\frac{46500,39 \cdot (100 - 17,0)}{100 - 19,0} = 47648,55 \text{ (т/рік)}.$$

Кількість вологи, яка видаляється під час підв'ялки заготовок, складе

$$47648,55 - 46500,39 = 1148,16 \text{ (т/рік)}.$$

Кількість маси з урахуванням вологи, яка видаляється під час вилежування, складе

$$\frac{47648,55 \cdot (100 - 19,0)}{100 - 19,5} = 47944,50 \text{ (т/рік)}.$$

Кількість вологи, яка видаляється під час вилежування:

$$47944,50 - 47648,55 = 295,95 \text{ (т/рік)}.$$

Із фільтр-преса повинна надійти маса у кількості 47944,50 т/рік. Кількість шлікеру, яка надходить на фільтр-прес:

$$\frac{47944,50 \cdot (100 - 19,5)}{100 - 60} = 96488,30 \text{ (т/рік)}.$$

Кількість вологи, яка видаляється на фільтр-пресах, складе

$$96488,30 - 47944,5 = 48543,80 \text{ (т/рік)}.$$

Для приготування шлікеру, крім свіжої сировини, використовують зворотні відходи, які отримують під час глазурування (111,75 т/рік), сушіння (691,22 т/рік) і обточування ізоляторів (279,00 т/рік + 18600,16 т/рік).

З цією кількістю відходів вноситься волога:

- з відходами глазурування і сушіння (вологістю 0,5 %)

$$(111,75 + 691,22) \cdot 0,005 = 4,01 \text{ (т/рік)};$$

- з відходами обточування ізоляторів (вологістю 17,0 %)

$$(279,00 + 18600,16) \cdot 0,17 = 3209,46 \text{ (т/рік)}.$$

Кількість відходів в абсолютно сухій вазі складе

$$\begin{aligned} 802,97 - 4,01 &= 798,96 \text{ (т/рік)}, \\ 18879,16 - 3209,46 &= 15669,70 \text{ (т/рік)}, \\ 798,96 + 15669,70 &= 16468,66 \text{ (т/рік)}. \end{aligned}$$

Відходи підлягають розпуску у спеціальному басейні. Кількість шлікеру вологістю 60 %, який може бути приготовлений із відходів, складає

$$16468,66 + 16468,66 \cdot 0,6 = 26349,86 \text{ (т/рік)}.$$

На приготування шлікеру із відходів потребується води

$$16468,66 \cdot 0,6 = 9881,20 \text{ (т/рік)}.$$

Враховуючи, що з відходами вноситься волога, води для розпуску відходів потребується

$$9881,20 - (4,01 + 3209,46) = 6667,73 \text{ (т/рік)}.$$

Кількість шлікеру з свіжої сировини:

$$96488,30 - 26349,86 = 70138,44 \text{ (т/рік)}.$$

Враховуючи втрати під час транспортування і збагачення, шлікеру потребується

$$\frac{70138,44 \cdot 100}{100 - 0,1} = 70208,65 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати шлікеру під час транспортування і збагачення:

$$70208,65 - 70138,44 = 70,21 \text{ (т/рік)}.$$

З кулькових млинів повинно вийти шлікеру 70208,65 т /р. У кулькові млини необхідно подати:

- води -

$$70208,65 \cdot 0,6 = 42125,19 \text{ (т/рік)};$$

- сировини в абсолютно сухій вазі –

$$70208,65 - 42125,19 = 28083,46 \text{ (т/рік)}.$$

Кількість зворотного браку – черепа з сортування, шліфування, армування, випробування і на складі – складе

$$20,02 + 202,22 + 40,53 + 60,97 + 1069,67 = 1393,41 \text{ (т/рік)}.$$

Кількість сировини при використанні зворотного браку – черепу складе

$$28083,46 - 1393,41 = 26690,05 \text{ (т/рік)}.$$

Рецепт маси по сухій сировині (мас. %) :

- глина – 22,20;
- каолін – 26,65;
- пегматит – 22,32;
- пісок – 28,83.

Потрібна кількість абсолютно сухих матеріалів:

- глини –

$$26690,05 \cdot 0,2220 = 5925,19 \text{ (т/рік)};$$

- каоліну –

$$26690,05 \cdot 0,2665 = 7112,90 \text{ (т/рік)};$$

- пегматиту –

$$26690,05 \cdot 0,2232 = 5957,22 \text{ (т/рік)};$$

- піску –

$$26690,05 \cdot 0,2883 = 7694,74 \text{ (т/рік)}.$$

Зробимо розрахунок кількості матеріалів з урахуванням вологості і втрат.
Потрібна кількість глини з урахуванням 20 % кар'єрної вологості:

$$5925,19 + 5925,19 \cdot 0,20 = 7110,23 \text{ (т/рік)}.$$

З глиною вноситься води –

$$5925,19 \cdot 0,20 = 1185,04 \text{ (т/рік)}.$$

З урахуванням втрат під час транспортування, дроблення і на складі потребується глини:

$$\frac{7110,23 \cdot 100}{100 - 0,3} = 7131,62 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати глини складуть

$$7131,62 - 7110,23 = 21,39 \text{ (т/рік)}.$$

Потрібна кількість каоліну з урахуванням 18 % вологості

$$7112,90 + 7112,90 \cdot 0,18 = 8393,22 \text{ (т/рік)}.$$

З каоліном вводиться води

$$8393,22 - 7112,90 = 1280,32 \text{ (т/рік)}.$$

З урахуванням втрат матеріалу під час транспортування і на складі каоліну потребується

$$\frac{8393,22 \cdot 100}{100 - 0,2} = 8410,04 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати каоліну складуть

$$8410,04 - 8393,22 = 16,82 \text{ (т/рік)}.$$

Розрахуємо потрібну кількість пегматиту з урахуванням втрат під час транспортування, дроблення і на складі:

$$\frac{5957,22 \cdot 100}{100 - 0,3} = 5975,15 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати пегматиту складуть

$$5975,15 - 5957,22 = 17,93 \text{ (т/рік)}.$$

Потрібна кількість піску з урахуванням 5 % вологості складає

$$\frac{7694,74 \cdot 100}{100 - 5,0} = 8099,73 \text{ (т/рік)}.$$

З піском вводиться води

$$8099,73 - 7694,74 = 404,99 \text{ (т/рік)}.$$

Враховуючи втрати під час транспортування і на складі потребується піску

$$\frac{8099,73 \cdot 100}{100 - 0,2} = 8115,96 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати піску складуть

$$8115,96 - 8099,73 = 16,23 \text{ (т/рік)}.$$

Далі розраховуємо кількість води для шлікеру.
На приготування шлікеру потребується води:

$$42125,19 + 6667,73 = 48792,92 \text{ (т/рік)}.$$

Враховуючи природну вологість сировинних матеріалів, води потребується

$$48792,92 - (1185,04 + 1280,32 + 404,99) = 45922,57 \text{ (т/рік)}.$$

Виконуємо розрахунок кількості глазурі.

Кількість глазурі в абсолютно сухій вазі складає 684,22 т/рік. Глазурної суспензії потребується (при вологості 50 %) 1368,44 т/рік. З урахуванням втрат під час глазурування, транспортування і збагачення –

$$\frac{1368,44 \cdot 100}{100 - 0,5} = 1375,32 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати глазурі складуть

$$1375,32 - 1368,44 = 6,88 \text{ (т/рік)}.$$

У кулькові млини необхідно подати абсолютно сухих матеріалів – 687,66 т/рік, води – 687,66 т/рік.

Шихтовий склад білої глазурі (мас. %):

- пегматит – 23,77;
- каолін – 16,00;

- глина – 2,50;
- доломіт – 4,90;
- крейда – 3,80;
- пісок – 27,81;
- череп – 22,00.

Далі необхідно розрахувати кількість сировинних матеріалів для глазурі.

Кількість пегматиту:

$$687,66 \cdot 0,2377 = 163,46 \text{ (т/рік)}.$$

З урахуванням втрат під час складування, переробки і транспортування необхідна кількість пегматиту складе

$$\frac{163,46 \cdot 100}{100 - 0,3} = 163,95 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати пегматиту складуть

$$163,95 - 163,46 = 0,49 \text{ (т/рік)}.$$

Потрібна кількість каоліну

$$687,66 \cdot 0,16 = 110,03 \text{ (т/рік)}.$$

З вологістю 18 % каоліну потребується

$$\frac{110,03 \cdot 100}{100 - 18,0} = 134,18 \text{ (т/рік)}.$$

З цією кількістю каоліну внесеться води

$$134,18 - 11,03 = 24,25 \text{ (т/рік)}.$$

З урахуванням втрат під час складування і транспортування каоліну потребується

$$\frac{134,18 \cdot 100}{100 - 0,2} = 134,45 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати каоліну складуть

$$134,45 - 134,18 = 0,27 \text{ (т/рік)}.$$

Потрібна кількість глини в абсолютно сухій вазі

$$687,66 \cdot 0,025 = 17,19 \text{ (т/рік)}.$$

З урахуванням 20 % природної вологості глини потребується

$$\frac{17,19 \cdot 100}{100 - 20,0} = 21,49 \text{ (т/рік)}.$$

З глиною вноситься води

$$21,49 - 17,19 = 4,3 \text{ (т/рік)}.$$

З урахуванням втрат під час складування, дроблення, транспортування глини потребується

$$\frac{21,49 \cdot 100}{100 - 0,3} = 21,55 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати глини складуть

$$21,55 - 21,49 = 0,06 \text{ (т/рік)}.$$

Доломіту потребується

$$687,66 \cdot 0,049 = 33,69 \text{ (т/рік)}.$$

З урахуванням втрат під час складування, дроблення і транспортування потрібна кількість доломіту:

$$\frac{33,69 \cdot 100}{100 - 0,3} = 33,80 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати доломіту складуть

$$33,80 - 33,69 = 0,11 \text{ (т/рік)}.$$

Потрібна кількість крейди складе

$$687,66 \cdot 0,038 = 26,13 \text{ (т/рік)}.$$

З урахуванням втрат під час складування, дроблення і транспортування:

$$\frac{26,13 \cdot 100}{100 - 0,3} = 26,21 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати крейди складуть

$$26,21 - 26,13 = 0,08 \text{ (т/рік)}.$$

Потрібна кількість абсолютного сухого піску складає

$$687,66 \cdot 0,2781 = 191,24 \text{ (т/рік)}.$$

З урахуванням вологості піску потрібно

$$\frac{191,24 \cdot 100}{100 - 5,0} = 201,30 \text{ (т/рік)}.$$

З піском внесеться води

$$201,30 - 191,24 = 10,06 \text{ (т/рік)}.$$

Враховуючи втрати під час складування і транспортування, потребується піску

$$\frac{201,30 \cdot 100}{100 - 0,2} = 201,70 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати піску складуть

$$201,70 - 201,30 = 0,4 \text{ (т/рік)}.$$

Потрібна кількість привозного черепу:

$$687,66 \cdot 0,22 = 151,28 \text{ (т/рік)}.$$

З урахуванням втрат під час складування, дроблення і транспортування черепу потребується

$$\frac{151,28 \cdot 100}{100 - 0,3} = 151,74 \text{ (т/рік)}.$$

Втрати черепу складуть

$$151,74 - 151,28 = 0,46 \text{ (т/рік)}.$$

Кількість необхідної технічної води для приготування глазурі з урахуванням вологи, яка вноситься з каоліном, глиною і піском, складе

$$687,66 - (24,15 + 4,30 + 10,06) = 649,15 \text{ (т/рік)}.$$

Заносимо результати розрахунку до таблиці 4.9 матеріального балансу .

Таблиця 4.9 – Матеріальний баланс виробництва ізоляторів

Прихід	Т/рік	Витрата	Т/рік
Сировина для маси: - глина - каолін - пегматит - пісок	7131,62 8410,04 5975,15 8115,96	Готова продукція	20000,00
		Втрати при прожарюванні	1414,06
		Волога, яка видаляється:	
		- під час випалу	114,61
		- після глазурування	684,22
		- під час сушіння	4580,40
		- підв'язки заготівель	1148,16
- вилежування	295,95		
- на фільтр-пресах	48543,80		
		Втрати шлікеру	70,21
Сировина для глазурі: - пегматит - каолін - глина - доломіт - крейда - пісок - череп	163,95 134,45 21,55 33,80 26,21 201,70 151,74	Втрати глазурі	6,88
		Втрати сировини під час переробки маси:	
		- глини	21,39
		- каоліну	16,82
		- пегматиту	17,93
		- піску	16,23
		Втрати сировини під час приготування глазурі:	
- пегматиту	0,49		
- каоліну	0,27		
- глини	0,06		
- доломіту	0,11		
- крейди	0,08		
- піску	0,40		
- черепу	0,46		
Вода: - для маси - для глазурі	45922,57 649,15		
Усього	76937,89	Усього	76932,53

$$\text{Відхил} = \frac{76937,89 - 76932,53}{76937,89} \cdot 100 = 0,007 (\%).$$

Далі розраховують коефіцієнт витрати сировини, як це показано у попередньому прикладі.

4.9 Вибір основного технологічного обладнання

У відповідності до технологічної схеми студент повинен вибрати обладнання і дати його характеристику. Вибір і розрахунок обладнання виконують, виходячи з сучасних вимог, які пред'являють до виробничого процесу (безперервність, автоматизація), з використанням досягнень передових вітчизняних і світових підприємств [13, 14].

Підставою для вибору технологічного обладнання, а також для розрахунку площі складів служать наступні матеріали:

- технологічна схема виробництва, що прийнята у проекті;
- матеріальний баланс виробництва;
- каталоги технологічного обладнання, яке застосовують у керамічній промисловості.

Студент повинен вибрати обладнання, найбільш удосконалене за технологічними характеристиками і найбільш економічне за експлуатаційними витратами.

4.9.1 Розрахунок площі складу сировини

Склад сировини є обов'язковим елементом багатьох керамічних заводів. Для розрахунку площі складу необхідно знати норми запасу сировини на заводі і насипну масу кожного матеріалу. Звичайно запас сировини місячний, якщо сировина доставляється здалека, то її запас може складати 60-90 діб. Насипна маса деяких матеріалів наведена у таблиці 4.10.

Площа складу сировини розраховується за формулою

$$S = \frac{P \cdot n}{12 \cdot h \cdot k \cdot \beta}, \quad (\text{м}^2), \quad (4.1)$$

де P – річна потреба у сировині, т/рік;

n – норми запасу, міс.;

h – висота штабелю, м;

k – насипна маса, т/м³;

β - коефіцієнт використання площі.

Будівельні розміри складу залежать від багатьох обставин: від прийнятої системи завантаження сировини на склад, системи подачі її у виробництво та інших.

Наприклад, якщо подача сировини на склад передбачена залізничними вагонами, то

залізнична колія може бути прокладена як усередині складу, так і за його межами, але поруч з ним. У першому випадку ширина складу повинна бути вибрана таким чином, щоб його будівельна площа відповідала розрахованій корисній площі з урахуванням необхідної площі для розміщення залізничної естакади.

Таблиця 4.10 – Насипна маса матеріалів, які використовуються у виробництві кераміки і вогнетривів

Матеріал	Вологість, %	Насипна маса, т/м ³
Глина вогнетривка комова	16-20	1,6-1,8
Глина молота	6-10	1,2
Шамот кусковий	6-10	1,6
Шамот молотий	-	1,2
Череп	-	1,4-1,6
Пегматит кусковий	1-2	1,6
Пегматит молотий	1-2	1,3
Кварц дроблений	-	1,45-1,60
Пісок кварцовий:		
- сухий	-	1,4
- вологий	-	1,5
- мокрий	-	1,6
Гіпс формувальний	-	1,2
Крейда	-	2,3
Галька кремнієва	-	1,4-1,7
Магнезит	-	2,0

Під час вибору ширини складу треба враховувати можливі прольоти мостового крану, яким звичайно оснащується склад. У нашому випадку, наприклад, ширина складу може бути вибрана таким чином: будівельна – 18 м, а корисна складе 12 м. Такий склад може бути оснащений мостовим краном з прольотом 17 м.

Розглянемо приклад розрахунку площі складу сировини.

Приклад 6. Розрахувати площу складу для глини, річна потреба якої складає 22342 т/рік. Для розрахунку необхідні дані: норма запасу – 1 місяць, висота штабелю – 4 м, насипна маса – 1,8 т/м³.

Площу складу розраховуємо за формулою (4.1):

$$S = \frac{22342 \cdot 1}{12 \cdot 4 \cdot 1,8 \cdot 0,9} = 287,2 \text{ (м}^2\text{)}.$$

Приймаємо корисну ширину складу 12 м, тоді його довжина складе

$$287,2 : 12 = 23,9 \text{ (м)}.$$

Приймаємо довжину складу 24 м.

Корисна площа складу повинна бути поділена на окремі відсіки у відповідності до потреби у площі для кожного компоненту, але корисно мати один резервний відсік для розміщення у ньому нової партії сировини, яка прибуває на завод, у випадку надходження одразу декількох вагонів.

Для розрахунку площі складу для затареної сировини необхідно знати розмір тари, вагу одного мішку або бочки (ящика) і висоту штабелю.

Під час компоновки технологічного обладнання може бути прийнятий варіант, який передбачає розміщення на території складу стругача для попереднього дроблення глини. У цьому випадку корисна площа складу повинна бути збільшена приблизно на 25 м² (на розмір 1 стругача).

4.9.2 Розрахунок кількості технологічного обладнання

Перед розрахунком технологічного обладнання необхідно визначити режим роботи підприємства. Режим роботи для підприємств, цехів, агрегатів встановлюється, виходячи з необхідності досягнення найбільш високої продуктивності праці. Пічні цехи, в яких завершується технологічний процес, повинні робити за безперервним робочим тижнем. Для інших цехів перевагу треба віддавати перервному робочому тижню, якщо він не суперечить вимогам технології.

Розрахунок потрібної кількості обладнання починають з визначення корисного фонду робочого часу за формулою

$$E = ((K - (V + P)) C D) \frac{100 - T}{100}, \text{ (год)}, \quad (4.2)$$

де E – корисний фонд часу одного агрегату;

K – число календарних днів;

V – число вихідних і святкових днів;

P – число днів зупинки обладнання на ремонт;

C – число змін на добу;

D – тривалість однієї зміни у годинах;

T – відсоток планових простоїв усередині зміни (час перерви на обід).

Для агрегатів безперервної дії корисний фонд робочого часу розраховують за формулою

$$E = K - P, \text{ (год)},$$

де K – календарний час роботи;

P – час ремонтів.

Знаючи ефективний фонд робочого часу обладнання, можна розрахувати кількість одиниць обладнання.

Якщо обладнання працює циклічно, необхідно враховувати тривалість циклу роботи. Для прикладу розглянемо розрахунок мостових грейферних кранів.

Приклад 7. Розрахувати кількість електричних мостових грейферних кранів для складу сировини. Режим роботи складу: 2 зміни тривалістю 8 годин. Перерва – 1 година. Кількість профілактичних ремонтів – 9.

Спочатку розраховуємо ефективний фонд робочого часу за формулою (4.2):

$$E = (365 - (59 + 9)) \cdot 2 \cdot 8 \cdot \frac{100 - 12,5}{100} = 3695 \text{ (год)}.$$

У годину необхідно розвантажити сировини на склад:

$$124195,2 : 3695 = 33,61 \text{ (т/год)}.$$

Таку ж кількість сировини необхідно завантажити у приймальні бункери. Продуктивність крану повинна скласти

$$33,61 \cdot 2 = 67,22 \text{ (т/год)}.$$

Продуктивність крану розраховують за формулою:

$$Q = n V k m, \text{ (т/год)},$$

де n – число циклів у годину;

V – ємність ковшу, м^3 ;

k – насипна маса сировини, т/м^3 ;

m – коефіцієнт заповнення ковшу.

$$Q = 14,5 \cdot 2,0 \cdot 2,0 \cdot 0,8 = 46,4 \text{ (т/год)}.$$

Кількість мостових грейферних кранів

$$67,22 : 46,4 = 1,45.$$

Приймаємо до установки 2 мостових грейферних крана.

Після розрахунку кількості обладнання необхідно дати ескіз і технічну характеристику.

Приклад 8. Визначити кількість валкових дробарок для середнього дроблення глини на складі. Режим роботи: 2 зміни тривалістю 8 годин. Кількість профілактичних ремонтів – 6, тривалість ремонту – 8 годин. Кількість глини, що підлягає дробленню, складає 83942,0 т/рік.

Спочатку розраховуємо ефективний фонд робочого часу

$$E = (365 - (59 + 6)) \cdot 2 \cdot 8 \cdot \frac{100 - 12,5}{100},$$

при перерві 1 година у 8-годинному робочому дні $T = 12,5 \%$,

$$E = 2945 \text{ (год)}.$$

За годину необхідно подробити матеріалу

$$83942,0 : 2945 = 28,5 \text{ (т/год)}.$$

Продуктивність дробарки – 6,3 т/год. Кількість дробарок

$$28,5 : 6,3 = 4,52.$$

Приймаємо до установки 5 дробарок. Далі необхідно привести технічну характеристику валкової дробарки і дати її ескіз.

4.9.3 Розрахунок складу готової продукції

Для розрахунку складу готової продукції необхідно знати запас виробів, вид упаковки, площу, яку займає одна упаковка, її вагу, висоту штабелю. Для зручності обслуговування слід залишати площу на проходи і проїзди. Розглянемо приклад розрахунку.

Приклад 9. Розрахувати площу складу вогнетривких виробів.

При 10-дневному запасі виробів ємність складу складає

$$E = \frac{P \cdot 10}{365} \text{ (т)},$$

де P – річна потужність заводу.

$$E = \frac{120000 \cdot 10}{365} = 3300 \text{ (т)}.$$

Середнє завантаження 1 м^2 складу з урахуванням зазорів між пакетами складає 3 т/м^2 . Площа під пакети:

$$3300 : 3 = 1100 \text{ (м}^2\text{)}.$$

На проїзди і під допоміжні площі приймаємо 40 % від площі, яку займає продукція. Тоді загальна площа складу дорівнює

$$1100 \cdot 1,4 = 1540 \text{ (м}^2\text{)}.$$

При ширині складу 24 м довжина складе

$$1540 : 24 = 64,2 \text{ (м)}.$$

Приймаємо довжину складу 66 м.

4.10 Висновки

У висновках наводять оцінку отриманих результатів розрахунків, пропозиції з їх використання; обґрунтовують техніко-економічну ефективність впровадження, наукове і практичне значення виконаної роботи. Текст висновків може бути поділений за пунктами.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. ДСТУ 3008-95. Государственный стандарт Украины. Документация. Отчеты в сфере науки и техники. Структура и правила оформления. – Киев: Госстандарт Украины, 1995. – 36 с.
2. ДСТУ Б А.2.4-4-99 (ГОСТ 21.101-97). Державний стандарт України. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації. – Київ: Державний комітет архітектури, будівництва і житлової політики України, 1999. – 55 с.
3. Химическая технология керамики и огнеупоров / Под ред. П.П. Будникова. – М.: Стройиздат, 1972. – 552 с.
4. Стрелов К.К. Теоретические основы технологии огнеупорных материалов. - М.: Metallurgiya, 1985. – 480 с.
5. Стрелов К.К. и др. Технология огнеупоров/ К.К. Стрелов, И.Д. Кашеев, П.С. Мамыкин. - М.: Metallurgiya, 1988. – 528 с.
6. Стрелов К.К., Кашеев И.Д. Теоретические основы технологии огнеупорных материалов. М.: Metallurgiya, 1996. – 608 с.
7. Огнеупоры для промышленных агрегатов и топок. Справ. в 2-х кн. Кн. 1: Производство огнеупоров/ Под ред. И.Д. Кашеева. – М.: Интермет инжиниринг, 2000. – 663 с.
8. Мороз И.И. и др. Справочник по фарфоро-фаянсовой промышленности/ И.И. Мороз, М.С. Комская, Л.Л. Олейникова. – Т. 2. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 352 с.
9. Канаев В.К. Новая технология строительной керамики. – М.: Стройиздат, 1990. – 264 с.
10. Крупа А.А., Городов В.С. Химическая технология керамических материалов. – К.: В.ш., 1990. – 399 с.
11. Мороз И.Д. Фарфор, фаянс, майолика. – К.: Техника, 1975. – 352 с.
12. Августиник А.И. Керамика. – Л.: Стройиздат, 1975. – 592 с.
13. Байсоголов В.Г. Механическое и транспортное оборудование заводов огнеупорной промышленности. – М.: Metallurgiya, 1981. – 296 с.
14. Ильевич А.П. Машины и оборудование для заводов по производству керамики и огнеупоров. – М.: В.ш., 1979. – 343 с.

Додаток А
Титульний аркуш курсового проекту

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра “Прикладна екологія та охорона навколишнього середовища”

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

за спеціальністю
на тему:

“

_____”

Виконавець,
Студент групи _____ (підпис, дата) _____ (ініціали, прізвище)

Керівник
_____ (посада) _____ (підпис, дата) _____ (ініціали, прізвище)

Донецьк, 2004

Додаток Д
Приклади бібліографічного опису посилань

Книги

Химическая технология керамики и огнеупоров / Под ред. П.П. Будникова. – М.: Стройиздат, 1972. – 552 с.

Мороз И.И. и др. Справочник по фарфоро-фаянсовой промышленности/ И.И. Мороз, М.С. Комская, Л.Л. Олейникова. – Т. 2. – М.: Легкая индустрия, 1980. – 352 с.

Стрелов К.К. Теоретические основы технологии огнеупорных материалов. - М.: Metallurgy, 1985. – 480 с.

Стандарти

ДСТУ 3008-95. Государственный стандарт Украины. Документация. Отчеты в сфере науки и техники. Структура и правила оформления. – Киев: Госстандарт Украины, 1995. – 36 с.

Патентні документи

А. с. 1007970 СССР, МКИ³ В 25j 15/00/ Устройство для захвата неориентированных деталей валов/ В.С. Ваулин, В.Г. Кеймакин (СССР). - № 3360585/25-08; Заявлено 23.11.31., Оpubл. 30.03.83. Бюл. № 12. – 2 с.

Статті

Брон В.А., Петров К.Р. Флотационное обогащение магнезитов// Огнеупоры. – 1970. - № 7. – С. 1-5.

Звіти про НДР

Вивчення можливості отримання гідроалюмокарбонату калія із технічного поташу: Звіт про НДР/ Донецьк. політехн. ін-т (ДПІ); Керівник В.С. Масляєв. – Інв. № 183. – Донецьк, 1986. – 90 с.: іл.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту
за спеціальністю
(для студентів спеціальності 7.091606 “Хімічна технологія
тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів”)

Донецьк, ДонНТУ, 2004

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання курсового проекту
за спеціальністю
(для студентів спеціальності 7.091606 “Хімічна технологія
тугоплавких неметалевих і силікатних матеріалів”)

Автори:

БІЛОМЕРЯ Микола Йосипович
ШЕВЧЕНКО Алла Юріївна
ПАНАСЕНКО Анатолій Іванович