

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА імені О. М. БЕКЕТОВА

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання курсового проєкту та
самостійної роботи
з навчальної дисципліни

«ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА ОДЕРЖАННЯ
ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН І МАТЕРІАЛІВ»

*(для студентів I курсу денної форми навчання
другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю
161 – Хімічні технології та інженерія)*

Харків
ХНУМГ ім. О. М. Бекетова
2020

Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту із навчальної дисципліни «Теорія та практика одержання хімічних речовин та матеріалів» (для студентів 1 курсу денної форми навчання другого (магістерського) рівня вищої освіти за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : Г. К. Воронов, О. В. Саввова, Ю. О. Смирнова, О. І. Фесенко. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 52 с.

Укладачі: канд. техн. наук, доц. Г. К. Воронов,
д-р техн. наук, доц. О. В. Саввова,
канд. техн. наук, ст. викл. Ю. О. Смирнова,
канд. техн. наук, асист. О. І. Фесенко

Рецензент

Т. Д. Панайотова, кандидат хімічних наук, доцент кафедри хімії та інтегрованих технологій Харківського національного університету міського господарства імені О. М. Бекетова

Рекомендовано кафедрою хімії та інтегрованих технологій, протокол № 1 від 28.08.2019.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Зміст курсового проєкту.....	5
2 Склад розрахунково-пояснювальної записки	6
2.1 Вступ	6
2.2 Аналітичний огляд.....	6
2.3 Технологічна частина	7
2.4 Розрахункова частина	8
2.5 Висновки.....	8
3 Розрахункова частина проєкту.....	9
3.1 Основні відомості про складання матеріального балансу виробництва.....	9
3.2 Матеріальний баланс виготовлення керамічних виробів (приклад).....	10
3.3 Матеріальний баланс виробництва скловиробів (приклад).....	36
4 Правила оформлення розрахунково-пояснювальної записки	47
Список рекомендованої літератури.....	48
Додаток А.....	49
Додаток Б.....	51

ВСТУП

Курсове проектування є одним із різновидів самостійної роботи студентів, що виконується на основі аналізу матеріалів лекцій і практичних занять, а також на базі самостійного вивчення підручників, навчальних посібників, монографій, періодичної і нормативної літератури тощо.

При виконанні курсових проєктів студенти повинні набути таких знань та умінь:

- навчитися самостійно працювати з навчальною і довідковою літературою, користуватися державними і галузевими стандартами та іншою нормативно-технічною документацією;

- засвоїти основні вимоги до сировини для виготовлення різних видів силікатних матеріалів, навчитися характеризувати сировину й визначати принципову можливість її використання в конкретному виробництві, а також пропонувати альтернативні види сировинних матеріалів, спираючись на вибір недефіцитної сировини та промислових відходів;

- оволодіти методами розрахунків складів сировинних сумішей для виготовлення різних силікатних матеріалів (кераміки, вогнетривів, стекол, емалей, полив);

- навчитися складати технологічні схеми виробництва силікатних матеріалів;

- оформлювати пояснювальні записки відповідно до вимог чинних стандартів.

Даний курсовий проєкт за дисципліною «Теорія та практика одержання хімічних речовин та матеріалів» призначений для студентів освітнього рівня «магістр» 161 – Хімічні технології та інженерія. Метою виконання курсового проєкту є розширення і закріплення теоретичних знань і практичних навичок студентів, поглиблене вивчення матеріалу та його систематизація в межах однієї теми.

1 ЗМІСТ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Тему курсового проєкту визначає викладач і видає студенту у вигляді завдання на початку семестру. Тематика курсових робіт повинна охоплювати різні технології силікатних архітектурно-будівельних матеріалів і враховувати сучасний стан розвитку силікатної промисловості як у нашій країні, так і за її межами.

За змістом і складом матеріалів курсовий проєкт частково наближається до технологічної інструкції. Перед студентом ставиться задача в межах запропонованої теми провести аналітичний огляд науково-технічної літератури за темою проєкту та на його основі обрати та обґрунтувати хімічний склад матеріалу; запропонувати й охарактеризувати основну і допоміжну сировину; описати технологічний процес виробництва за окремими стадіями; скласти технологічну схему виробництва; на підставі розрахунків шихти навести склад сировинної суміші для виготовлення матеріалу; навести схему розташування основного виробничого обладнання (цеху, ділянки, лінії тощо). Результати виконання курсового проєкту на кожному із зазначених етапів знаходять своє відображення у відповідних розділах розрахунково-пояснювальної записки.

Після завершення та оформлення роботи студент повинен її захистити у визначений навчальним планом строк (не пізніше залікового тижня). Захист проєкту відбувається у присутності двох викладачів, одним з яких є викладач-консультант. На захисті студент робить доповідь (не більше 5 хвилин), у якій коротко обґрунтовує обрану технологію виробництва і відповідає на питання викладачів. Формою звітності за виконаний курсовий проєкт є диференційований залік.

2 СКЛАД РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Розрахунково-пояснювальна записка є навчальним текстовим документом, який оформлюється відповідно до вимог чинних стандартів (див. розділ 5). Загальний обсяг записки не повинен перевищувати 25 сторінок машинного або машинописного тексту. Розрахунково-пояснювальна записка до курсового проєкту містить такі обов'язкові розділи: вступ, аналітичний огляд, технологічну частину, розрахункову частину, висновки. На початку записки наводять завдання до курсової роботи, зміст роботи, наприкінці – список використаних літературних джерел (список посилань) і додатки (якщо вони є). Графічна частина роботи може бути відображена у вигляді презентації. Нижче подано рекомендації щодо змісту кожного з розділів розрахунково-пояснювальної записки.

2.1 Вступ

Обсяг – 1 сторінка. У розділі коротко викладають перспективні напрямки розвитку галузі, з якою пов'язана тема курсової роботи, області використання даних виробів і матеріалів та їх значущість для народного господарства України.

2.2 Аналітичний огляд

Основою курсового проєкту є теоретична частина. В цьому розділі необхідно систематизовано висвітлити стан теми, якій присвячений проєкт, викласти загальну технологічну схему конкретного виробництва навести існуючі досягнення і недоліки у конкретній технології виробництва, проаналізувати можливі шляхи їх вирішення та визначити обладнання, що застосовується для реалізації обраної технології.

В цьому розділі відображається вміння студента узагальнювати доступну йому літературу з обраної ним теми. Для ґрунтовного висвітлення досліджуваної теми, студент опрацьовує не менше 10–15 літературних джерел.

2.3 Технологічна частина

Цей розділ містить два підрозділи:

- характеристику сировинної бази виробництва;
- обґрунтування і вибір способу виробництва.

Характеристика сировинної бази виробництва

Обсяг підрозділу – 4–5 сторінок. У підрозділі необхідно навести вибраний студентом або запропонований викладачем типовий хімічний склад матеріалу або якісний склад сировинної суміші для його виготовлення (залежно від виду матеріалу). Відповідно до наведеного вище складу матеріалу студент пропонує основну та допоміжну сировину і характеризує її властивості. При виборі сировинної бази виробництва слід максимально використовувати вітчизняну сировину та промислові відходи. Характеризуючи сировину, студент повинен зазначити:

- хімічний склад сировинного матеріалу з вказівкою допустимих для даного виробництва норм вмісту тієї, чи іншої шкідливої домішки;
- гранулометричний склад сировинного матеріалу із зазначенням розміру включень;
- мінералогічний склад сировинного матеріалу із зазначенням мінералів та шкідливих домішок, які містяться у переважній кількості;
- для глинистих матеріалів – пластичність, чутливість до сушіння, значення повітряної та вогневої усадки, температурний інтервал, вогнетривкість;
- родовище сировинного матеріалу (для природної сировини) або імовірне джерело постачання (для технічних продуктів);
- ступінь токсичності сировини.

Дані щодо сировини, краще оформлювати у вигляді таблиць. У списку посилань слід обов'язково наводити джерела, з яких ці дані було взято. На підставі характеристики сировини робиться висновок про можливість її використання в даному виробництві, в разі неможливості використання пропонується альтернативна сировина.

Обґрунтування і вибір способу виробництва

Обсяг підрозділу – 7–8 сторінок. У підрозділі студент розробляє технологічну схему виробництва з урахуванням вибраної раніше сировини. При визначенні способу виробництва студент повинен порівняти можливі варіанти виробництва, взявши до уваги досвід передових підприємств. Вибраний спосіб виробництва обґрунтовують та коротко описують за окремими стадіями, починаючи зі стадій підготовки сировини. При описі технології необхідно зазначати її особливості (наприклад, вологість сировини, температуру сушки сировини при її підготовці, номери сит, параметри формування виробів, температури термічної обробки матеріалів і виробів тощо). При описі стадій виробництва також вказують основне технологічне обладнання, але без його технічної характеристики.

На підставі вибраного способу виробництва студент складає технологічну схему, яку наводить на окремій сторінці підрозділу.

2.4 Розрахункова частина

Розрахунки складів сировинних сумішей для виготовлення матеріалів проводять згідно з поданими нижче рекомендаціями до виконання розрахункової частини роботи (див. розділ 4). При оформленні розрахунків слід дотримуватись такого правила: викладати лише основні етапи розрахунків, не перевантажуючи їх зайвими арифметичними діями. Після оформлення, цієї частини її обсяг не повинен перевищувати 3–4 сторінки.

2.5 Висновки

Обсяг підрозділу – 1 сторінка. У цьому розділі студент наводить основні результати проєкту, які відображають особливості розглянутого виробництва. Результати можуть бути подані у вигляді послідовно викладених коротких відомостей про хімічний склад матеріалу, вибрану сировину та технологію, а також склад сировинної суміші для виготовлення заданої кількості матеріалу.

3 РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА ПРОЄКТУ

Цей розділ містить відомості про порядок проведення матеріального балансу виробництва. Наведені приклади виконання матеріального балансу конкретних виробництв.

3.1 Основні відомості про складання матеріального балансу виробництва

Матеріальним балансом виробництва називається розраховане співвідношення між кількістю сировини та допоміжних матеріалів, які надходять у виробництво, і готовою продукцією, що відвантажується споживачу, з урахуванням механічних втрат і втрат за рахунок перебігу фізичних і хімічних процесів на усіх стадіях технологічного процесу.

Результати складання матеріального балансу за технологічними стадіями і по підприємству в цілому служать вихідними даними для підбору основного та допоміжного технологічного обладнання, розрахунку складських приміщень для зберігання сировини та допоміжних матеріалів, готових виробів і тари, визначення ємкості бункерів, а також розрахунок витратних коефіцієнтів сировини та допоміжних матеріалів на одиницю товарної продукції.

Для складання матеріального балансу підприємства (цеху, дільниці) необхідні такі вихідні дані:

- річна продуктивність підприємства за готовою продукцією (в асортименті та в цілому), яка приймається відповідно до завдання на проектування;
- технологічна схема виробництва, яке проектується;
- основні нормативні дані про вологість сировини, технологічних сумішей, напівфабрикатів до та після сушіння;
- процент браку і механічних втрат сировини, напівфабрикатів і готової продукції на окремих стадіях технологічного процесу, а також ступінь їх повернення у виробництво (ці дані приймаються згідно з нормами технологічного проектування цехів і заводів відповідної галузі);
- шихтовий склад матеріалів, хімічний склад готової продукції, хімічний склад основної та допоміжної сировини.

У таблицях А1–А4 додатка А наведені дані про втрати окремих видів сировини при її підготовці та технологічні показники деяких керамічних виробництв.

Стосовно шихтового складу матеріалу слід зазначити, що він може бути розрахований, виходячи з даних про хімічний склад матеріалу (це стосується таких видів силікатних матеріалів, як скло, емалі, поливи, деякі види вогнетривів), а може задаватися, виходячи з необхідності дотримання вимог до формувальних властивостей керамічної маси, реологічних властивостей керамічного шлікеру (груба будівельна та тонка кераміка). Щодо хімічного складу готової продукції, то він може регламентуватися відповідною нормативно-технічною документацією (електроізоляційна кераміка, стекла, емалі), але частіш за все він розраховується на підставі даних про шихтовий склад матеріалу і хімічний склад сировини.

Розрахунок матеріального балансу обов'язково має закінчуватися складанням підсумкової таблиці, яка містить дві статті – приходну та витратну. У статтю «приход» у річному розрізі заносяться усі види сировини і допоміжних матеріалів, необхідних для випуску продукції, у статтю «витрати» – готова продукція, усі види побічних продуктів, а також механічні та фізико-хімічні втрати, які утворюються на різних стадіях технологічного процесу і не повертаються у виробництво. Відхил балансу не повинен перевищувати 0,5 %, що буде свідчити про правильний облік сировини і матеріалів при плануванні виробництва.

3.2 Матеріальний баланс виготовлення керамічних виробів (приклад)

Для ілюстрації порядку проведення розрахунків матеріального балансу керамічних виробництв наводимо варіант, який відображає найбільш поширені технології виготовлення виробів кераміки, зокрема виробництва електроізоляційного фарфору (фарфорових ізоляторів).

Першим кроком при складанні матеріального балансу виробництва є вибір технологічної схеми, в якій досить детально представлені усі стадії підготовки кожного з сировинних матеріалів, а також етапи виготовлення технологічної суміші, формування напівфабрикату та термообробки виробів. Необхідними є також відомості про обраний склад шихти, хімічний склад сировини, а також втрати на різних стадіях технологічного процесу виготовлення виробів.

Розрахунок матеріального балансу підприємства з виготовлення електроізоляційної кераміки. Технологічні схеми процесів виробництва наведені на рисунках 3.1–3.3.

Завдання: розрахувати матеріальний баланс виробництва фарфорових ізоляторів. Вихідні дані та особливості виробництва, що проєктується:

– проєктна потужність заводу складає 7 000 тонн фарфорових ізоляторів на рік (маса надана тільки для ізоляційної деталі без урахування ваги металевої арматури). Планується, що підприємство вироблятиме широку номенклатуру ізоляторів: лінійні підвісні ізолятори тарілкового типу, лінійні штирові ізолятори та лінійні стрижневі ізолятори (разом 2 000 т), опорно-стрижневі ізолятори, прохідні ізолятори для внутрішніх та зовнішніх установок та ізолятори-покришки (разом 5 000 т);

– керамічна маса для виготовлення ізоляторів має такий шихтовий склад: глина Дружківська – 16 %, каолін – 34 %, пегматит – 30 %, кварцові відходи збагачення первинних каолінів – 17 %, фарфоровий бій – 3 %;

– вироби обов'язково покриватимуться прозорою поливою. При середньо-статистичній товщині поливного шару на ізоляторі (0,2 мм) і середній товщині ізолятора (1 см) маса поливи на виробі становить 2 % від маси кераміки. Тоді загальна маса поливи для виробництва 7000 т ізоляторів становитиме:

$$7\,000 \cdot 0,02 = 140 \text{ т,}$$

а маса фарфорового матеріалу:

$$7\,000 - 140 = 6\,860 \text{ т.}$$

Дані про шихтовий склад керамічної маси і поливи, вологість сировинних матеріалів і технологічних сумішей, а також норми технологічних втрат будуть наведені нижче на відповідних етапах розрахунків.

Враховуючи багатостадійність і складність технологічного процесу виготовлення електроізоляційної кераміки, в даному завданні доцільним буде складання двох окремих матеріальних балансів – для фарфорового матеріалу і для поливи. Результати цих розрахунків за окремими видами сировини в разі необхідності можуть підсумовуватися. Основою для складання балансів служать технологічні схеми виробництва фарфорових ізоляторів та поливи, наведені на рисунках 1–3. Розрахунки виконуються з урахуванням втрат матеріалів на усіх етапах виготовлення виробів згідно з технологічною схемою виробництва (у зворотному порядку). Почнемо з розрахунку матеріального балансу фарфорових ізоляторів.

На складі готової продукції має знаходитися 6 860 т фарфорового матеріалу на рік. Ізолятори потрапляють на склад після їх вибірки під час електромеханічних випробовувань. Прийmemo, що при таких ретельних випробовуваннях брак становитиме 3 %. З урахуванням цього браку на вибірку та сортування виробів має надійти:

$$\frac{6860 \cdot 100}{100 - 3} = 7072 \text{ т.}$$

Брак виробів на цих стадіях у натуральному виразі становитиме:

$$B_1 = 7072 - 6860 = 212 \text{ т.}$$

З урахуванням 3 % -их втрат при випалі напівфабрикатів необхідно мати перед випалом:

$$\frac{7072 \cdot 100}{100 - 3} = 7291 \text{ т.}$$

Брак випалу таким чином становить:

$$B_2 = 7291 - 7072 = 219 \text{ т.}$$

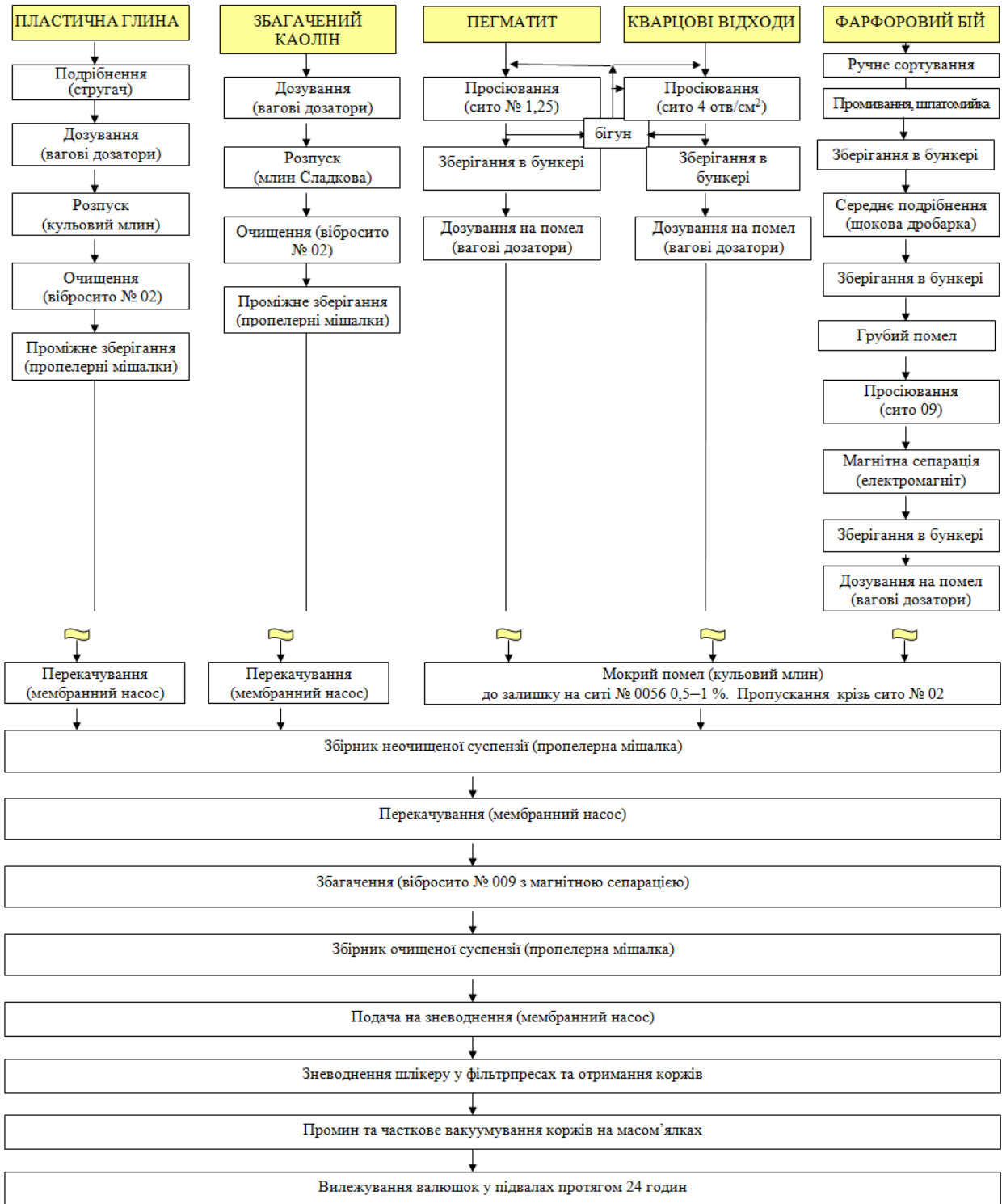


Рисунок 3.1 – Технологічна схема підготовки керамічної маси

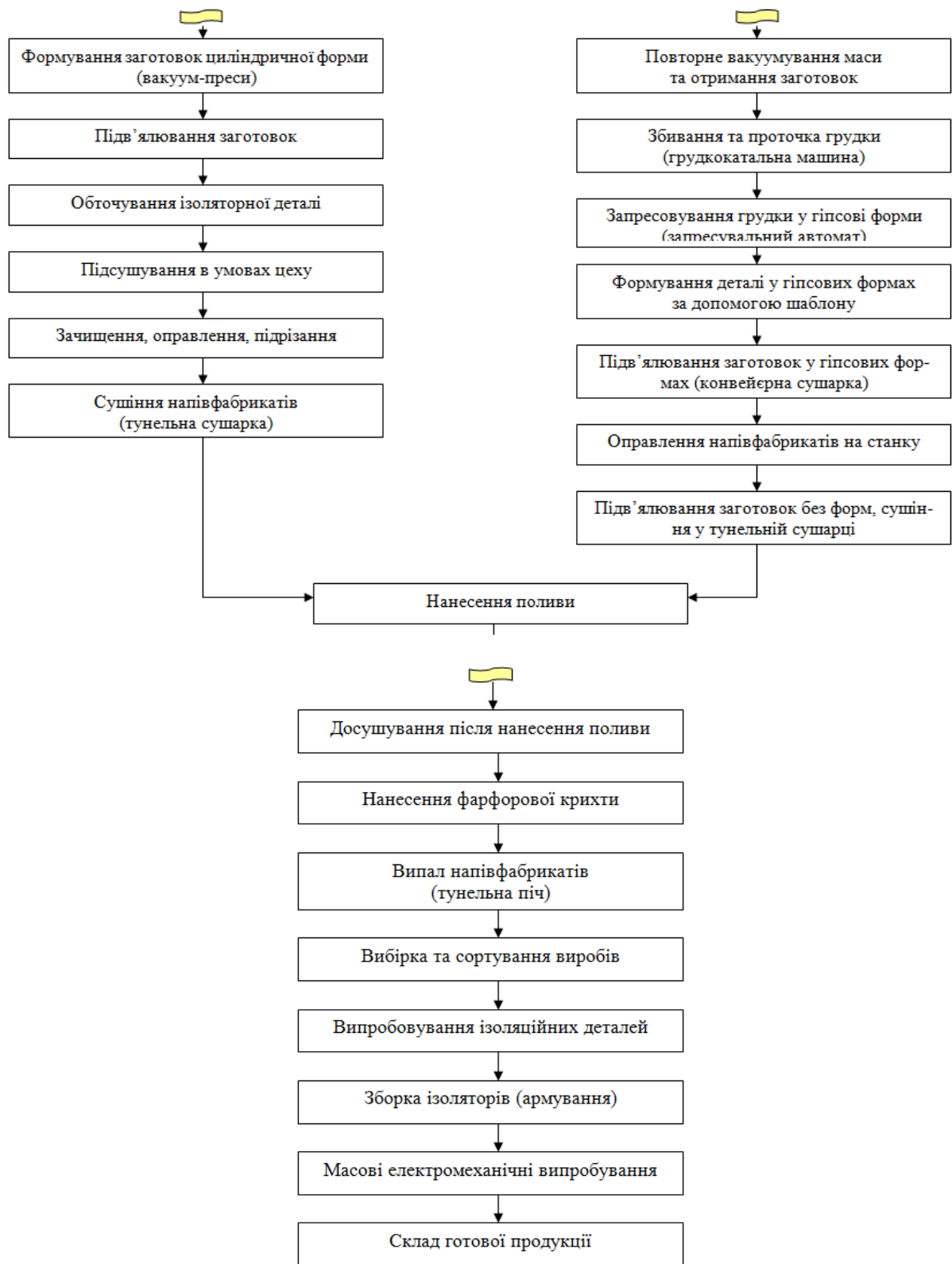


Рисунок 3.2 – Технологічна схема виробництва керамічних напівфабрикатів

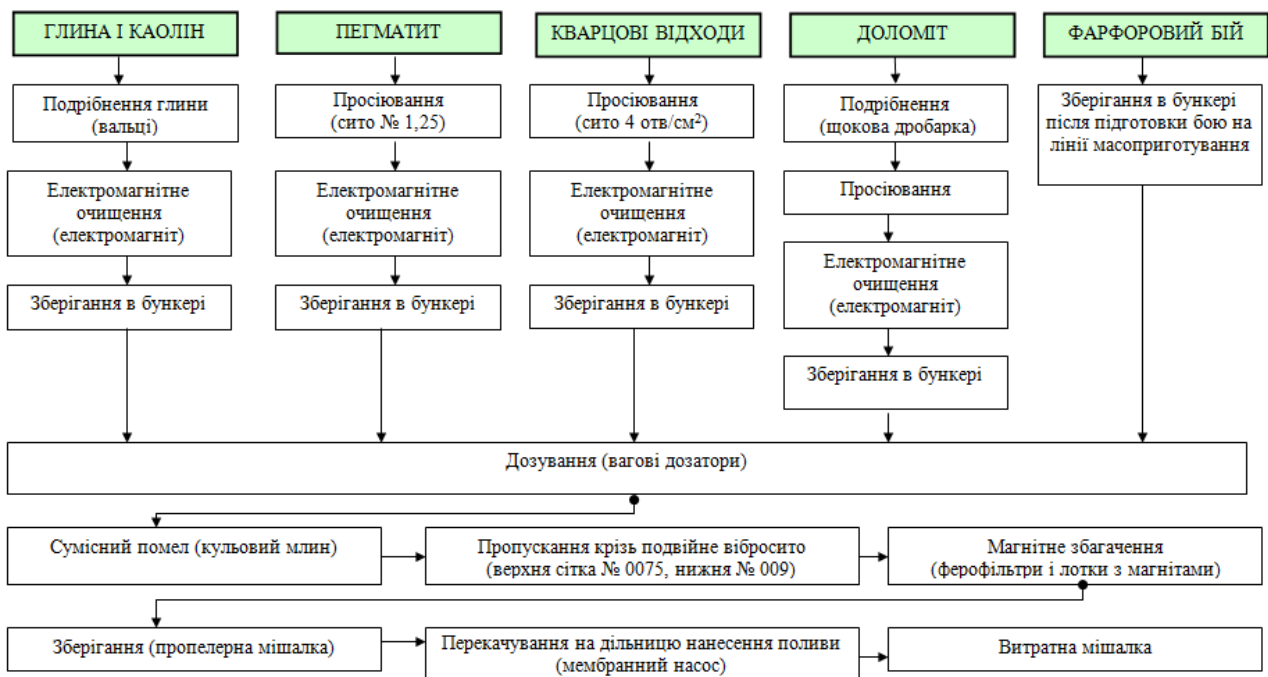


Рисунок 3.3 – Технологічна схема виробництва поливи

Втрати при прожарюванні керамічного матеріалу (в. п. п.) залежать від втрат при прожарюванні сировини та її вмісту в шихті. Втрати при прожарюванні сировини становлять, мас. %: для глини – 12; для каоліну – 13,5; для пегматиту – 0,21; для кварцових відходів – 1,5. Бій випалених виробів втрат при прожарюванні не має.

Виходячи з шихтового складу керамічної маси та втрат при прожарюванні сировини, загальні втрати маси, пов'язані з фізико-хімічними процесами, що відбуваються при випалі, будуть такими:

$$\text{в. п. п. маси} = 16 \cdot 0,12 + 34 \cdot 0,135 + 30 \cdot 0,0021 + 17 \cdot 0,015 = 6,83 \%$$

З урахуванням цих втрат маса матеріалу, який надходить на випал, становить:

$$\frac{7291 \cdot 100}{100 - 6,83} = 7\,826 \text{ т.}$$

У натуральному виразі втрати при прожарюванні маси складають:

$$П_1 = 7\,826 - 7\,291 = 535 \text{ т}$$

З урахуванням остаточної вологості сирцю після сушіння 2 % на випал у тунельну піч повинно потрапляти фарфорових напівфабрикатів:

$$\frac{7826 \cdot 100}{100 - 2} = 7\,986 \text{ т.}$$

Маса видаленої при випалі води: $В_1 = 7\,986 - 7\,826 = 160 \text{ т.}$

Сушіння напівфабрикатів проводиться у тунельній сушарці. Цьому процесу передують технологічні стадії, послідовність яких залежить від виду ізоляторів і способу їх формування – пресування у гіпсових формах чи, наприклад, обточки. Тому на цьому етапі розрахунків доцільно розділити потоки напівфабрикатів залежно від способу їх формування. У завданні зазначено номенклатуру виробів, з якої виходить, що методом формування у гіпсових формах будуть вироблятися лінійні підвісні ізолятори тарілкового типу, лінійні штирові ізолятори та лінійні стрижневі ізолятори, що становить разом 2 000 т (28,6 % від загальної кількості виробів). Методом екструзії заготовки з наступною обточкою вироблятимуться опорно-стрижневі ізолятори, прохідні ізолятори для внутрішніх та зовнішніх установок та ізолятори-покришки, маса яких разом становить 5 000 т (71,4 % від загальної кількості виробів).

Отже, після сушіння на випал буде надходити:

– фарфорових напівфабрикатів з вологістю 2 %, отриманих методом формування у гіпсових формах:

$$7\,986 \cdot 0,286 = 2\,284 \text{ т;}$$

– фарфорових напівфабрикатів з вологістю 2 %, отриманих методом екструзії та обточки:

$$7\,986 \cdot 0,714 = 5\,702 \text{ т.}$$

Далі розглядаються приклади розрахунку для випадку виготовлення фарфорових напівфабрикатів методом формування у гіпсових формах.

На підв'ялювання заготовок без гіпсових форм та їх наступне сушіння у тунельній сушарці має надійти заготовок з вологістю 12 %:

$$Q_{w=12\%} = \frac{2284 \cdot (100 - 2)}{100 - 12} = 2\,544 \text{ т.}$$

При підв'ялюванні заготовок та їх сушінні від вологості 12 % до 2 % видалиться вологи:

$$B_2 = 2544 - 2284 = 260 \text{ т.}$$

З урахуванням браку при сушінні 1,5 % на сушіння має надходити заготовок з вологістю 12 %:

$$\frac{2544 \cdot 100}{100 - 1,5} = 2\,583 \text{ т}$$

$$\text{Брак сушіння становить: } B_3 = 2583 - 2544 = 39 \text{ т.}$$

На підв'ялювання заготівок у гіпсових формах та їх наступне оправлення має надійти заготовок з вологістю 16 %:

$$Q_{w=16\%} = \frac{2583 \cdot (100 - 12)}{100 - 16} = 2\,706 \text{ т.}$$

При підв'ялюванні заготівок від вологості 16 % до вологості 12 % видалиться вологи:

$$B_3 = 2\,706 - 2\,583 = 123 \text{ т.}$$

Аналогічні розрахунки здійснюємо для фарфорових напівфабрикатів, отриманих методом екструзії та обточки.

На сушіння у тунельній сушарці після зачистки та оправлення має надійти заготовок з вологістю 12 %:

$$Q_{w=12\%} = \frac{5702 \cdot (100 - 2)}{100 - 12} = 6350 \text{ т.}$$

При сушінні заготовок від вологості 12 % до вологості 2 % видалиться ВОЛОГИ:

$$B_4 = 6350 - 5702 = 648 \text{ т.}$$

З урахуванням браку при сушінні 1,5 % на сушіння повинно надійти заготовок з вологістю 12 %:

$$\frac{6350 \cdot 100}{100 - 1,5} = 6447 \text{ т.}$$

$$\text{Брак сушіння становить: } B_4 = 6447 - 6350 = 97 \text{ т.}$$

Після підсушування в умовах цеху на зачищення, оправлення та підрізання з урахуванням 1 % втрат на цій стадії повинно надійти заготовок з вологістю 12 %:

$$\frac{6447 \cdot 100}{100 - 1} = 6512 \text{ т.}$$

$$\text{Брак на цій стадії складає: } B_5 = 6512 - 6447 = 65 \text{ т.}$$

Визначаючи кількість матеріалів, які надходять на формування напівфабрикатів, спочатку проведемо розрахунки для фарфорових напівфабрикатів, отриманих методом формування у гіпсових формах.

Після повторного вакуумування маси її вологість має становити 23 %. Кількість керамічної маси з такою вологістю становить:

$$Q_{w=23\%} = \frac{2706 \cdot (100 - 16)}{100 - 23} = 2952 \text{ т.}$$

При підв'ялюванні сформованих заготовок до вологості 16 % видалиться вологи:

$$B_5 = 2\,952 - 2\,706 = 246 \text{ т.}$$

З урахуванням 3 % загальних втрат керамічної маси на стадіях повторного вакуумування, збивання грудки, запресування заготовки у форми та формування напівфабрикатів необхідно мати маси з вологістю 23 %:

$$\frac{2952 \cdot 100}{100 - 3} = 3\,043 \text{ т.}$$

Втрати у натуральному виразі на цій стадії складають:

$$П_2 = 3\,043 - 2\,952 = 91 \text{ т.}$$

Аналогічно розраховуємо кількість маси, що надходить на формування фарфорових напівфабрикатів, отриманих методом протягування і обточки. На обточку ізоляторної деталі подається маса з вологістю 17 %. З такою вологістю має надійти маси:

$$Q_{w=17\%} = \frac{6512 \cdot (100 - 12)}{100 - 17} = 6\,904 \text{ т.}$$

Після підсушування обточених заготовок в умовах цеху з вологості 17 % до вологості 12 % видалиться вологи:

$$B_6 = 6\,904 - 6\,512 = 392 \text{ т.}$$

З урахуванням відходів маси при її обточці (10 %) на обточку має надійти маси з вологістю 17 %:

$$\frac{6904 \cdot 100}{100 - 10} = 7\,671 \text{ т.}$$

Відходи маси при обточці у натуральному виразі становлять:

$$П_3 = 8\,122 - 6\,904 = 767 \text{ т.}$$

Циліндричні заготовки надходять на підв'ялювання з вологістю 21 %, тоді маси з такою вологістю необхідно мати:

$$Q_{w=21\%} = \frac{7671 \cdot (100 - 17)}{100 - 21} = 8\,059 \text{ т.}$$

При підв'ялюванні заготовок з вологості 21 % до вологості 17 % видалиться вологи:

$$В_7 = 8059 - 7671 = 388 \text{ т.}$$

З урахуванням втрат при формуванні циліндричних заготовок на вакуум-пресах (1,5 %) на цю стадію має надійти маси з вологістю 21 %:

$$\frac{8059 \cdot 100}{100 - 1,5} = 8\,182 \text{ т.}$$

Втрати при формуванні у натуральному виразі становлять:

$$П_4 = 8\,182 - 8\,059 = 123 \text{ т.}$$

Далі визначаємо кількість матеріалів, які беруть участь при виготовленні фарфорової маси. Для фарфорових напівфабрикатів, отриманих методом формування у гіпсових формах, маса валюшок з вологістю 24 % після їх вилежування у підвалі має становити:

$$Q_{w=24\%} = \frac{3043 \cdot (100 - 23)}{100 - 24} = 3\,083 \text{ т.}$$

При повторному вакуумуванні маси видалиться вологи:

$$В_8 = 3\,083 - 3\,043 = 40 \text{ т.}$$

Вагова кількість коржів з вологістю 25 % після зневоднення шлікеру має становити:

$$Q_{w=25\%} = \frac{3083 \cdot (100 - 24)}{100 - 25} = 3\,124 \text{ т.}$$

При проминанні та частковому вакуумуванні коржів видалиться вологи:

$$B_9 = 3\,124 - 3\,083 = 41 \text{ т.}$$

З урахуванням 0,5 % втрат коржів при їх проминанні на масом'ялках коржів з вологістю 25 % необхідно мати:

$$\frac{3124 \cdot 100}{100 - 0,5} = 3\,140 \text{ т.}$$

Втрати маси при проминанні у натуральному виразі становлять:

$$П_5 = 3\,140 - 3\,124 = 16 \text{ т.}$$

Аналогічні розрахунки здійснюємо для фарфорових напівфабрикатів, отриманих методом екструзії. Маса валюшок з вологістю 22 % після їх вилежування має становити:

$$Q_{w=22\%} = \frac{8182 \cdot (100 - 21)}{100 - 22} = 8\,287 \text{ т.}$$

При екструзії заготовок у вакуум-пресах видалиться вологи:

$$B_{10} = 8\,287 - 8182 = 105 \text{ т.}$$

Вагова кількість коржів з вологістю 23 % після зневоднення шлікеру має становити:

$$Q_{w=23\%} = \frac{8287 \cdot (100 - 22)}{100 - 23} = 8\,395 \text{ т.}$$

При частковому вакуумуванні коржів видалиться вологи:

$$B_{11} = 8\,395 - 8\,287 = 108 \text{ т.}$$

З урахуванням 0,5 % втрат коржів при їх проминанні на масом'ялках коржів з вологістю 23 % необхідно мати:

$$\frac{8395 \cdot 100}{100 - 0,5} = 8\,437 \text{ т.}$$

Втрати маси при проминанні в натуральному виразі становлять:

$$П_6 = 8\,437 - 8\,395 = 42 \text{ т.}$$

Далі необхідно визначити кількість матеріалів, які використовуються при приготуванні керамічного шлікеру з вологістю 50 %. Виходячи з того, що шлікер зневоднюється до різних значень вологості для виробів, які формуються методом пластичного формування у гіпсових формах і методом обточки, визначимо кількість шлікеру для кожного потоку виробів окремо.

Для виробів, що отримуються методом формування у гіпсових формах, вагова кількість шлікеру з вологістю 50 % становитиме:

$$Q_{w=50\%} = \frac{3140 \cdot (100 - 25)}{100 - 50} = 4\,710 \text{ т.}$$

Кількість води, яка видалиться при зневодненні шлікеру, складає:

$$B_{12} = 4\,710 - 3\,140 = 1\,570 \text{ т.}$$

Для виробів, що отримують методом обточки, вагова кількість шлікеру з вологістю 50 % становитиме:

$$Q_{w=50\%} = \frac{8437 \cdot (100 - 23)}{100 - 50} = 12\,993 \text{ т.}$$

Кількість води, яка видалиться при зневодненні шлікеру, становить:

$$V_{13} = 12\,993 - 8\,437 = 4\,556 \text{ т.}$$

Разом шлікеру з вологістю 50 % повинно бути:

$$4\,710 + 12\,993 = 17\,703 \text{ т.}$$

З урахуванням 0,5 % втрат шлікеру при перекачуванні, збагаченні та зберіганні у мішалках його має бути:

$$\frac{17\,703 \cdot 100}{100 - 0,5} = 17\,792 \text{ т.}$$

Втрати шлікеру становлять:

$$P_7 = 17\,792 - 17\,703 = 89 \text{ т.}$$

Визначення необхідної кількості сухих компонентів фарфорової маси

Суха частина шлікеру з вологістю 50 % становить:

$$17\,792 \cdot 0,5 = 8\,896 \text{ т.}$$

У складі керамічної маси (на суху речовину) міститься, мас. %: глини пластичної – 16; каоліну – 34; пегматиту – 30; кварцових відходів – 17; фарфорового бою – 3. Звідси у 8896 т буде міститися така кількість означених сухих компонентів:

- глини пластичної $8\,896 \cdot 0,16 = 1\,423,36 \text{ т.}$
- каоліну $8\,896 \cdot 0,34 = 3\,024,64 \text{ т.}$
- пегматиту $8\,896 \cdot 0,3 = 2\,668,8 \text{ т.}$
- кварцових відходів $8\,896 \cdot 0,17 = 1\,512,32 \text{ т.}$
- фарфорового бою $8\,896 \cdot 0,03 = 266,88 \text{ т.}$

Визначення необхідної кількості технологічної води

Це та кількість води, яка необхідна для розпуску глинистих компонентів маси і мокрого помелу кам'янистих матеріалів. Враховуючи вологість (50 %), у 17 792 т шлікеру буде міститися така кількість води:

$$Q_{\text{води}} = 17\,792 \cdot 0,5 = 8\,896 \text{ т.}$$

У цій загальній кількості води можна визначити її частину, необхідну для мокрого помелу кам'янистих матеріалів, таким чином.

Знехтувавши вологістю пегматиту (дуже незначна вологість цього матеріалу) і враховуючи нульову вологість фарфорового бою, можна вважати, що ці матеріали завантажуються у млин сухими. Оскільки загальна кількість сухих пегматиту і фарфорового бою становить $2\,668,8 + 266,88 = 2\,935,6$ т, то для отримання з цих матеріалів шлікеру з вологістю 50 % необхідно мати води:

$$\frac{2935,6 \cdot 100}{100 - 50} - 2\,935,6 = 2\,935,6 \text{ т.}$$

Кварцові відходи при завантаженні у млин мають вологість 5 %, що має бути враховано при визначенні кількості води для їх помелу. Для отримання шлікеру з вологістю 50 % із сухих кварцових відходів води необхідно мати:

$$\frac{1512,32 \cdot 100}{100 - 50} - 1\,512,32 = 1\,512,32 \text{ т.}$$

При вологості відходів 5 % їх вагова кількість, що буде надходити на помел, становитиме:

$$\frac{1512,32 \cdot 100}{100 - 5} = 1\,591,92 \text{ т.}$$

У цій кількості кварцових відходів міститься вологи:

$$1\,591,92 - 1\,512,32 = 79,6 \text{ т.}$$

Отже, на помел потрібно додавати води менше, ніж для сухого матеріалу, а саме:

$$1\,512,32 - 79,6 = 1\,432,72 \text{ т.}$$

Збагачений каолін, що надходить на підприємство, характеризується низькою вологістю, яку можна не враховувати. Тоді для отримання каолінового шлікеру з вологістю 50 % із 3024,64 т практично сухого каоліну необхідно мати води:

$$\frac{3024,64 \cdot 100}{100 - 50} - 3\,024,64 = 3\,024,64 \text{ т.}$$

Пластична глина має природну вологість на рівні 15 % і не висушується при її розпуску. Волога у глині на стадії її розпуску має бути врахована таким чином. Для отримання глинистого шлікеру з вологістю 50 % з сухої глини необхідно мати води:

$$\frac{1423,36 \cdot 100}{100 - 50} - 1\,423,36 = 1\,423,36 \text{ т.}$$

При вологості глини 15 % її вагова кількість, що буде надходити на розпуск, становитиме:

$$\frac{1423,36 \cdot 100}{100 - 15} = 1\,674,54 \text{ т.}$$

У 1 674, 54 т глини, що знаходиться на розпуск, міститься вологи:

$$1\,674,54 - 1\,423,36 = 251,18 \text{ т.}$$

Отже, для розпускання вологої глини потрібно додавати води:

$$1\,423,36 - 251,18 = 1\,172,18 \text{ т.}$$

Нарешті розраховуємо потребу в сировинних матеріалах для виготовлення фарфору. Приймаючи, що втрати фарфорового бою при його подрібненні

складають 2 %, для забезпечення річної продуктивності заводу має бути фарфорового бою:

$$\frac{267 \cdot 100}{100 - 2} = 271,4 \text{ т.}$$

Втрати бою у натуральному виразі становлять:

$$П_8 = 271,4 - 267 = 4,4 \text{ т.}$$

Враховуючи, що вологість кварцових відходів складає 5 %, їх необхідно мати:

$$\frac{1512,32 \cdot 100}{100 - 5} = 1\,592 \text{ т.}$$

Річна потреба кварцових відходів з урахуванням 3 % втрат при їх підготовці:

$$\frac{1592 \cdot 100}{100 - 3} = 1\,641 \text{ т.}$$

Втрати кварцових відходів в натуральному виразі становить:

$$П_9 = 1641 - 1592 = 49 \text{ т.}$$

Знехтувавши незначною вологістю пегматиту (зазвичай становить до 1 %) і враховуючи 3 % втрат пегматиту при його підготовці, визначаємо річну потребу в сухому пегматиті:

$$\frac{2669 \cdot 100}{100 - 3} = 2\,752 \text{ т.}$$

Втрати пегматиту в натуральному виразі складають:

$$П_{10} = 2\,752 - 2\,669 = 83 \text{ т.}$$

Річна потреба сухого збагаченого каоліну з урахуванням його втрат (2 %) становить:

$$\frac{3025 \cdot 100}{100 - 2} = 3\,087 \text{ т.}$$

Втрати каоліну у натуральному виразі складають:

$$П_{11} = 3\,087 - 3\,025 = 62 \text{ т.}$$

Як було зазначено вище, при вологості глини 15 % її вагова кількість, що буде надходити на розпуск, становить $\approx 1\,675$ т. З урахуванням втрат вологої глини при підготовці (1,5 %) її необхідно мати:

$$\frac{1675 \cdot 100}{100 - 1,5} = 1\,701 \text{ т.}$$

Втрати вологої глини у натуральному виразі складають:

$$П_{12} = 1\,701 - 1\,675 = 26 \text{ т.}$$

Далі необхідно здійснити розрахунок річної потреби у допоміжних матеріалах. При розпуску глинистих компонентів для розрідження шлікеру використовують електроліти, з яких частіше за все використовують органічну речовину танін у кількості 1 % за сухою вагою матеріалу. Глину та каолін розпускають в окремих млинах, тому і кількість таніну розрахуємо окремо.

Для розпуску 1 423,36 т ($\approx 1\,424$ т) глини знадобиться таніну:

$$\frac{1\,424 - 100 \%}{X - 1 \%}$$

Звідси $X = 14,24$ т.

Так само знаходимо кількість таніну, необхідну для розпуску 3 024,64 т ($\approx 3\,025$ т) каоліну, яка складе 30,35 т. Разом таніну знадобиться:

$$14,24 + 30,35 = 44,59 \text{ т} \approx 45 \text{ т.}$$

При випалі напівфабрикатів танін як органічна речовина розкладатиметься та вигорятиме. Ці втрати слід віднести до статті (фізико-хімічні втрати) підсумкової таблиці.

На завершення розрахунку матеріального балансу виробництва визначають величину відхилу балансу. У таблиці 1 наведено приход та витрати основних та допоміжних матеріалів.

Таблиця 1 – Прихід та витрата матеріалів

Приход, т		Витрати, т	
Матеріал	Кількість, т	Матеріал	Кількість, т
1. Сировина на складі:		1. Товарна продукція	
Дружківська глина –	1 701	2. Брак виробництва:	6 860
каолін	3 087	брак при випробовуваннях (Б ₁)	212
пегматит	2 752	брак випалу виробів (Б ₂)	219
кварцовий відхід	1 641	загальний брак при сушці: (Б ₃ +Б ₄)	136
фарфоровий бій	271,4	брак зачистки,оправлення та підрізання	
2. Технологічна вода:		(Б ₅)	65
для розпуску глини	1 172,2	3. Виробничі втрати:	
для розпуску каоліну	3 024,6	загальні втрати маси при проминці	
для мокрого помелу		коржів, отриманні заготовок та	
кварцових відходів	1 432,7	формуванні (П ₂ +П ₃ +П ₄ +П ₅ +П ₆)	1 039
для мокрого помелу		шлікеру (П ₇)	89
пегматиту і фарфорового		фарфорового бою (П ₈)	4,4
бою	2 935,6	кварцових відходів (П ₉)	49
3. Допоміжні матеріали:		пегматиту (П ₁₀)	83
танін	45	каоліну (П ₁₁)	62
		глини (П ₁₂)	26
		4. Фізико-хімічні втрати:	
		при прожарюванні маси (П ₁)	535
		випаровування вологи при випалі (В ₁)	160
		видалення вологи при вакуумуванні	
		маси, зневодненні шлікеру,	
		підв'ялюванні та сушінні	
		напівфабрикатів:	8 477
		(В ₂ +В ₃ +В ₄ +В ₅ +В ₆ +В ₇ +В ₈	45
		+В ₉ +В ₁₀ +В ₁₁ +В ₁₂ +В ₁₃)	
		розкладання та вигоряння таніну	
Разом	18 062,5 т	Разом	18 061,4 т

За даними розрахунків відхил матеріального балансу виробництва фарфорових ізоляторів незначний і становить:

$$\frac{|18062,5 - 18061,4|}{18062,5} \cdot 100 = 0,006 \%$$

Наступним кроком розрахунку матеріального балансу виробництва електрофарфору є розрахунок балансу при виготовленні поливи, який здійснюється таким чином.

Як зазначалося, на складі готової продукції безпосередньо на виробах має знаходитися 140 т поливи. Брак при вибракуванні ізоляторів під час випробувань ізоляційних деталей та при електромеханічних випробуваннях ізоляторів після їх зборки становить 3 %, брак при випалі матеріалу становить 3 %. З урахуванням цих видів браку поливи має бути (у вигляді покриття на виробах):

$$\frac{140 \cdot 100}{100 - 6} = 148,94 \text{ т.}$$

Втрата поливи на цих стадіях у натуральному виразі становитиме:

$$B_1 = 148,94 - 140 = 8,94 \text{ т.}$$

Втрати при прожарюванні (в. п. п.) поливи залежать від її шихтового складу та в.п.п. сировинних матеріалів. Шихтовий склад поливи становить, мас. %: глина Дружківська – 5; каолін Просянівський – 5; пегматит Єлисеївський – 32; кварцові відходи – 27; доломіт – 9; фарфоровий бій – 22. Втрати при прожарюванні сировини становлять для: глини – 12 %, каоліну – 13,5 %, пегматиту – 0,21 %, кварцових відходів – 1,5 %, доломіту – 43,6 %. Бою випалених виробів втрат при прожарюванні немає. Звідси маємо:

$$B_{\text{в. п. п. поливи}} = 5 \cdot 0,12 + 5 \cdot 0,1351 + 32 \cdot 0,0021 + 27 \cdot 0,015 + 9 \cdot 0,436 + 22 \cdot 0 = 5,67 \%$$

З урахуванням втрат при прожарюванні поливи її суха маса, яка буде поступати на випал, становитиме:

$$\frac{148,94 \cdot 100}{100 - 5,67} = 13 \text{ т.}$$

У натуральному вигляді втрати при прожарюванні поливи складають:

$$П_1 = 157,89 - 148,94 = 8,95 \text{ т.}$$

Полива надходить на випал з остаточною вологістю 2 %. Маса вологої прозорої поливи, яка буде надходити на випал, становитиме:

$$\frac{157,89 \cdot 100}{100 - 2} = 161,1 \text{ т.}$$

Тоді волога, яка видалятиметься на першій стадії випалу, становить:

$$В_1 = 161,1 - 157,89 = 3,21 \text{ т.}$$

При підсушуванні заготовок після нанесення поливи брак на цій стадії становить 0,1 %. Тоді поливи з вологістю 2 % необхідно мати:

$$\frac{161,1 \cdot 100}{100 - 0,1} = 161,26 \text{ т.}$$

У натуральному виразі брак становить:

$$Б_2 = 161,26 - 161,1 = 0,16 \text{ т.}$$

Поливна суспензія, яка наноситься на теплий виріб, має вологість 45 %. При нанесенні суспензії волога частково потрапляє у верхні шари виробу і частково випаровується, а отже, вологість шару поливи зменшується приблизно на 50 %. На підсушування після нанесення поливи буде надходити виріб з вологістю поливного шару приблизно 22 %.

Тоді на стадію підсушування після нанесення поливи буде надходити полива з вологістю шару 22 %:

$$Q_{w=22\%} = \frac{161,26 \cdot (100 - 2)}{100 - 22} = 202,61 \text{ т.}$$

Кількість води, яка видалиться при підсушуванні поливного шару поливи, становить:

$$B_2 = 202,61 - 161,26 = 41,35 \text{ т.}$$

Як вже зазначалося, поливна суспензія, яка наноситься на виріб, має вологість 45 %. Виходячи з цього, необхідно мати поливної суспензії:

$$Q_{w=45\%} = \frac{202,61 \cdot (100 - 22)}{100 - 45} = 287,34 \text{ т.}$$

Кількість вологи, яка увійде із поливної суспензії у верхні шари висушеного сирцю, становить:

$$B_3 = 287,34 - 202,61 = 84,73 \text{ т.}$$

При нанесенні поливи втрати суспензії становлять 1,5 %. З урахуванням цього поливної суспензії необхідно мати:

$$\frac{287,34 \cdot 100}{100 - 1,5} = 291,7 \text{ т.}$$

Тоді втрати суспензії складають:

$$П_2 = 291,7 - 287,34 = 4,36 \text{ т.}$$

На стадії переробки та зберігання керамічної суспензії після помелу можливі втрати суспензії, які оцінюються у 3 %. З урахуванням цього суспензії необхідно мати:

$$\frac{291,7 \cdot 100}{100 - 3} = 300,72 \text{ т.}$$

Втрати суспензії у натуральному виразі складають:

$$П_3 = 300,72 - 291,7 = 9,02 \text{ т.}$$

Далі визначаємо кількість матеріалів для отримання поливної суспензії на стадії помелу сировини. В 300,72 т суспензії з вологістю 45 % міститься сухої речовини:

$$\frac{300,72 \cdot (100 - 45)}{100} = 165,4 \text{ т.}$$

Кількість технологічної води, яку необхідно додати на помел сировини при отриманні поливної суспензії, становить:

$$Т_1 = 300,72 - 165,4 = 135,32 \text{ т.}$$

Далі визначаємо кількість сухої сировини для виготовлення поливи. Виходячи з шихтового складу поливи, кількість сухих компонентів у 165,4 т сухої частини шлікеру становитиме:

– глина Дружківська	$165,4 \cdot 0,05 = 8,27 \text{ т;}$
– каолін Просянівський	$165,4 \cdot 0,05 = 8,27 \text{ т;}$
– пегматит Єлисеївський	$165,4 \cdot 0,32 = 52,93 \text{ т;}$
– кварцові відходи	$165,4 \cdot 0,27 = 44,66 \text{ т;}$
– доломіт	$165,4 \cdot 0,09 = 14,89 \text{ т;}$
– фарфоровий бій	$165,4 \cdot 0,22 = 36,39 \text{ т.}$

Уточнюємо кількість технологічної води, необхідної для помелу з урахуванням природної вологості сировини. Для отримання поливної суспензії деякі види сировини використовуються зі своєю природною вологістю. До такої сировини належить глина (вологість 15 %), кварцові відходи (вологість 5 %) та доломіт (вологість 8 %). Ця волога, яка вноситься означеною сировиною у суспензію, має бути врахована при визначенні остаточної кількості технологічної води. Інша сировина має незначну вологість, якою можна знехтувати.

Таким чином, для отримання поливи з використанням Дружківської глини з природною вологістю 15 % необхідно мати:

$$\frac{8,27 \cdot 100}{100 - 15} = 9,73 \text{ т.}$$

У цій кількості міститься води:

$$9,73 - 8,27 = 1,46 \text{ т.}$$

Для отримання поливи з використанням кварцових відходів з природною вологістю 5 % необхідно мати:

$$\frac{44,66 \cdot 100}{100 - 5} = 47,01 \text{ т.}$$

У цій кількості відходів міститься води:

$$47,01 - 44,66 = 2,35 \text{ т.}$$

Для отримання поливи з використанням доломіту з природною вологістю 8 % необхідно мати:

$$\frac{14,89 \cdot 100}{100 - 8} = 16,18 \text{ т.}$$

У цій кількості доломіту міститься води:

$$16,18 - 14,89 = 1,29 \text{ т.}$$

Разом з вологими матеріалами у суспензію увійде води:

$$1,46 + 2,35 + 1,29 = 5,1 \text{ т.}$$

Отже, на помел потрібно додавати води менше, ніж для сухого матеріалу, а саме:

$$T_1 - 5,1 = 135,32 - 5,1 = 130,22 \text{ т.}$$

Нарешті розраховуємо потреби у сировинних матеріалах для приготування поливи.

З урахуванням втрат при підготовці сировинних матеріалів та їх дозуванні на помел (3 %) для отримання поливи необхідно мати сировини:

– глини Дружківської з вологістю 15 %: $\frac{9,73 \cdot 100}{100 - 3} = 10,03$ т;

– практично сухого каоліну Просянівського: $\frac{8,27 \cdot 100}{100 - 3} = 8,52$ т;

– практично сухого пегматиту Єлисеївського: $\frac{52,93 \cdot 100}{100 - 3} = 54,57$ т;

– кварцових відходів з вологістю 5 %: $\frac{47,01 \cdot 100}{100 - 3} = 48,46$ т;

– доломіту з вологістю 8 %: $\frac{16,18 \cdot 100}{100 - 3} = 16,68$ т;

– фарфорового бою: $\frac{36,39 \cdot 100}{100 - 3} = 37,52$ т.

Втрати сировини при її підготовці в натуральному виразі становлять:

$$B_4 = (10,03 - 9,73) + (8,52 - 8,27) + (54,47 - 52,93) + (48,46 - 47,01) + (16,68 - 16,18) + (37,52 - 36,39) = 5,27 \text{ т}$$

Завершуючи розрахунок матбалансу виготовлення поливи, визначаємо величину відхилу балансу.

У таблиці 2 наведено приход та витрати основних та допоміжних матеріалів, які необхідні для виготовлення поливи.

За даними розрахунків відхил матеріального балансу становить:

$$\frac{|306 - 305,99|}{306} \cdot 100 = 0,003 \%$$

Таблиця 2 – Прихід та витрата матеріалів при виробництві поливи

Прихід, т		Витрати, т	
Матеріал	Кількість, т	Матеріал	Кількість, т
1. Сировина на складі:		1. Товарна продукція	140
глина Дружківська	10,03	2. Брак виробництва:	
каолін	8,52	брак при випробовуваннях та випалі	
пегматит	54,57	виробів (Б ₁) –	8,94
кварцовий відхід	48,46	брак при підсушуванні	
доломіт	16,68	напівфабрикатів	
фарфоровий бій	37,52	після нанесення поливи (Б ₂) –	0,16
2. Технологічна вода:		3. Виробничі втрати:	
вода для помелу		поливної суспензії при нанесенні	4,36
сировини	130,22	поливи (П ₂)	
		поливної суспензії при її зберіганні та	9,02
		обробці (П ₃)	5,27
		сировини при підготовці поливи (В ₄)	
		4. Фізико-хімічні втрати:	8,95
		при прожарюванні шару поливи (П ₁)	
		випаровування вологи з поливи при	3,21
		випалі виробів (В ₁)	
		випаровування вологи при	41,35
		підсушуванні	
		напівфабрикатів (В ₂)	84,73
		випаровування вологи при нанесенні	
		поливи на підігріті вироби (В ₃)	
Разом	306 т	Разом	305,99 т

На наступному етапі розрахунків проводиться визначення витратних коефіцієнтів для основних та допоміжних матеріалів. За наведеними розрахунковими даними матеріального балансу виробництва фарфорового матеріалу та поливи для кожного виду сировини та допоміжних матеріалів визначаються витратні коефіцієнти на тонну готової продукції:

- для глини Дружківської $\frac{(1701+10,03)}{7000} = 0,244$ т/т продукції;
- для каоліну Просянівського $\frac{(3087+8,52)}{7000} = 0,442$ т/т продукції;
- для пегматиту Єлисеївського $\frac{(2752+54,57)}{7000} = 0,4$ т/т продукції;

- для кварцового відходу $\frac{(1641+48,46)}{7000} = 0,24$ т/т продукції;
- для доломіту $\frac{16,68}{7000} = 0,002$ т/т продукції;
- для фарфорового бою $\frac{(271,4+37,52)}{7000} = 0,044$ т/т продукції;
- для таніну $\frac{45,00}{7000} = 0,006$ т/т продукції;
- для технологічної води $\frac{(8565,1+130,22)}{7000} = 1,24$ т/т продукції.

Отримані витратні коефіцієнти використовуються в економічному обґрунтуванні проекту при визначенні собівартості продукції.

3.3 Матеріальний баланс виробництва скловиробів (приклад)

Розрахунок матеріального балансу виробництва скловиробів проводиться для таких видів продукції: листове скло (загартоване, поліроване, безпечне), а також скло тарне, медичне, хіміко-лабораторне. Для сортового скла, а також спеціальних видів стекол (електровакуумного, світлотехнічного, антибактеріального, біосумісного) втрати чітко регламентуються. Особливо це стосується таких сировинних матеріалів, як PbO, As₂O₃, CeO₂, V₂O₅, CdO, ZnO та ін. Втрати на окремих технологічних етапах визначаються використовуваною на підприємстві сучасною технологією.

Розрахунок матеріального балансу виробництва скловиробів здійснюється за такими вихідними даними:

- вид продукції;
- продуктивність виробництва;
- склад скла та шихти;
- втрати на окремих етапах виробництва.

На першому етапі необхідно обрати технологічну схему виробництва.

У тому випадку, якщо відомий лише склад скла, необхідно провести розрахунок шихти для його отримання. Порядок розрахунку складу шихти скловиробів за хімічним складом скла та сировинних матеріалів наведений в методичних рекомендаціях до виконання самостійної, контрольної та розрахунково-графічної роботи з навчальної дисципліни «Теорія та практика одержання хімічних речовин та матеріалів» (для студентів 5 курсу денної форми навчання освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія).

Слід також визначити кількість скла, що виготовляється у відповідність із заданою продуктивністю, у ваговому еквіваленті. В разі, якщо розглядається виробництво тарного, медичного або хіміко-лабораторного скла, розрахунки здійснюються за формулю:

$$A = m_{\text{виробу}} \cdot N,$$

де m – вага одиниці продукції, кг;

N – річна продуктивність виробництва, шт.

Якщо ж розрахунок стосується виробництва листового, полірованого, армованого або візерунчастого скла, річну продуктивність у ваговому еквіваленті розраховують, враховуючи вагу 1 м² скла, яка визначається таким чином:

$$m = \rho \cdot s \cdot h,$$

де m – вага 1 м² скла;

ρ – щільність скла, кг/м³;

s – площа скла, що виробляється, м²;

h – товщина стрічки скла, м.

Тоді формула для визначення продуктивності виробництва у натуральному виразі набуває вигляду:

$$A = m \cdot N = \rho \cdot s \cdot h \cdot N,$$

де N – річна продуктивність виробництва, м².

У подальшому розрахунок матеріального балансу виробництва різних скловиробів відбувається ідентично з тією лише різницею, що в кожному окремому розрахунку використовують відомості про втрати матеріалів на різних технологічних етапах для конкретного виробництва. Порядок розрахунку полягає у такому.

Визначаємо вагу скла, яке потрапляє на сортування (A_1), з урахуванням втрат від бою скла (X_1):

$$A_1 = \frac{A \cdot 100}{100 - X_1}, \text{ т скла.}$$

Кількість склобою B_1 в натуральному виразі:

$$\dot{A}_1 = A_1 - \dot{A}, \text{ т скла.}$$

Визначаємо вагу скла, яке надходить на механічну обробку, з урахуванням втрат на цій стадії (X_2):

$$A_2 = \frac{A_1 \cdot 100}{100 - X_2}, \text{ т скла.}$$

Кількість браку скла при механічній обробці B_2 в натуральному виразі:

$$\dot{A}_2 = A_2 - A_1, \text{ т скла.}$$

Визначаємо вагу скломаси, яка потрапляє на формування виробів і відпал скла (з урахуванням втрат на цій стадії X_3):

$$A_3 = \frac{A_2 \cdot 100}{100 - X_3}, \text{ т скла.}$$

Кількість браку при формуванні виробів і випалі B_3 у ваговому виразі:

$$\dot{A}_3 = A_3 - \dot{A}_2, \text{ т скла.}$$

Для визначення кількості сухої шихти (A_4) необхідно звернутися до даних про шихтовий склад скла. Зокрема, треба знати сумарну кількість шихти для отримання 100 мас. ч. скла $C_{ш}$. Приклад розрахунку наведений у розділі 2 (п. 2.4).

$$C_{ш} - 100 \text{ мас. ч. скла};$$

$$100 \text{ мас. ч. шихти} - C_c \text{ мас. ч. скла.}$$

З урахуванням отриманого виходу скла C_c розраховуємо кількість сухої шихти, що подається в піч A_4 :

$$100 \text{ мас. ч. шихти} - C_c \text{ мас. ч. скла};$$

$$A_4 \text{ т шихти} - A_3 \text{ т скла.}$$

Втрати при варінні скломаси B_4 в натуральному виразі становитимуть:

$$\dot{A}_4 = \dot{A}_4 - \dot{A}_3.$$

Визначаємо загальну кількість сухих сировинних матеріалів, які надходять до дозувально-змішувального відділення складального цеху (з урахуванням втрат на цій стадії) X_4 :

$$A_5 = \frac{A_4 \cdot 100}{100 - X_5}.$$

Втрати в натуральному виразі складають:

$$\dot{A}_5 = \dot{A}_5 - \dot{A}_4, \text{ т шихти.}$$

Визначаємо вагову кількість кожного із сировинних матеріалів у сухому стані у складі шихти, які повинні надійти до дозувально-змішувального відділення, складаючи і вирішуючи відповідні пропорції. Наприклад, для визначення кількості сухого піску така пропорція матиме вигляд:

$$C_{ш} - \text{кількість піску в шихті};$$

$$\text{кількість сухої шихти } A_5 - X \text{ сухого піску.}$$

Аналогічним чином розраховуємо кількість усіх сировинних матеріалів у сухому стані.

У подальшому визначаємо річні витрати природної сировини, яка потрапляє до підготовчого відділення складового цеху з урахуванням кар'єрної вологості. Наприклад, для піску:

$$B_{\text{піску}} = \frac{X_{\text{сух.піску}} \cdot 100}{100 - W_{\text{піску}}}$$

Аналогічним чином розраховуємо річні витрати для решти сировинних матеріалів.

Загальна кількість вологої сировини визначається як:

$$A_6 = \sum B_3.$$

Далі визначається кількість вологої сировини, яка надходить до підготовчого відділення складального цеху з урахуванням втрат при транспортуванні та сушінні, наведених у таблиці 3. Для синтетичної сировини високої вартості (наприклад, плюмбієвого сурику, цинкових білил, кріоліту тощо), а також тих матеріалів, що використовуються як допоміжні (барвників, освітлювачів, заглушувачів, знебарвлювачів), втрати у підготовчому відділенні складального цеху не перевищують 0,05 % та 0,01 % відповідно.

Таблиця 3 – Річні витрати сировини у підготовчому відділенні складального цеху

Назва матеріалу	Річні витрати вологої сировини, т	Втрати при транспортуванні		Втрати при сушінні		Загальні річні витрати сировини з урахуванням втрат, т
		%	т	%	т	
пісок	B ₁	20	T ₁	2	C ₁	P ₁
доломіт	B ₂	8	T ₂	7	C ₂	P ₂
глинозем	B ₃	10	T ₃	–	C ₃	P ₃
сода	B ₄	4	T ₄	–	C ₄	P ₄
крейда	B ₅	9	T ₅	8	C ₅	P ₅
Всього	A ₆		T		C	A ₇

На наступному етапі розрахунків необхідно розрахувати річні витрати кожного виду сировини з урахуванням відповідних втрат. Наприклад, для піску вони становлять:

$$T_1 = \frac{B_1 \cdot 20}{100};$$

$$C_1 = \frac{T_1 \cdot 2}{100};$$

$$P_1 = B_1 + T_1 + C_1.$$

Аналогічним чином розраховуємо річні витрати інших видів сировини з урахуванням втрат при транспортуванні і сушінні.

Загальні річні витрати сировини з урахуванням втрат сировини при транспортуванні і сушінні:

$$A_7 = P_1 + P_2 + \dots + P_n.$$

Отже, для виробництва віконного скла з продуктивністю N , м² на рік, загальна кількість сировинних матеріалів з урахуванням втрат від браку виробів та технологічних втрат становить A_7 .

Тоді втрати при транспортуванні та сушінні B_6 в натуральному виразі складають:

$$\dot{A}_6 = A_7 - \dot{A}_6.$$

Втрати від браку виробів: $B_1 + B_2 + B_3$, т скла.

Втрати при склоутворенні (вигорання шихти): B_4 , т шихти.

Втрати при підготовці сировини та складанні шихти: $B_5 + B_6$, т сировини.

Втрати від браку виробів на стадії сортування, механічної обробки та відпалу мають бути повернені у виробництво у вигляді склобою. Це дозволить істотно знизити загальні втрати при виробництві продукції.

Приклад розрахунку

Розрахувати матеріальний баланс заводу з виробництва листового скла 10 млн. м² на рік. Склад шихти, мас. %: сода – 27,3; доломіт – 17,8; крейда – 6,8; пісок кварцовий – 71,73; технічний глинозем – 0,153. Кількість шихти для виготовлення 100 мас. ч. скла $C_{ш}=123,8$ мас. ч.

Для даного прикладу обрано таку технологічну схему виробництва листового скла (рис. 3.4).

Визначаємо вагу скла, яке повинно знаходитися на складі готової продукції. Для цього спочатку визначаємо масу 1 м² скла.

$$m = \rho \cdot v = 1 \text{ м}^2.$$

При густині скла $\rho = 2\,200$ кг/м³ і товщині $h = 5$ мм маса 1 м² буде дорівнювати:

$$m = 2\,200 \cdot s \cdot h = 0,011, \text{ т/м}^2 \text{ скла.}$$

Визначаємо вагу скла, яке виробляється згідно із заданою продуктивністю:

$$A = 0,011 \cdot 10\,000\,000 \text{ м}^2 = 110\,000, \text{ т скла.}$$

Визначаємо вагу скла, яке повинно потрапити на сортування A_1 , якщо врахувати, що 10 % продукції втрачається від бою скла ($X_1=10$ %):

$$A_1 = \frac{A \cdot 100}{100 - X_1} = \frac{110000 \cdot 100}{100 - 10} = 122000, \text{ т скла.}$$

Вагова кількість склобою B_1 становитиме:

$$B_1 = A_1 - A = 122000 - 110000 = 12000 \text{ т скла.}$$

Визначаємо вагу скла, яке потрапляє на механічну обробку з урахуванням втрат на цій стадії ($X_2 = 3$ %):

$$A_2 = \frac{A_1 \cdot 100}{100 - X_2} = \frac{122000 \cdot 100}{100 - 3} = 126000 \text{ т скла.}$$

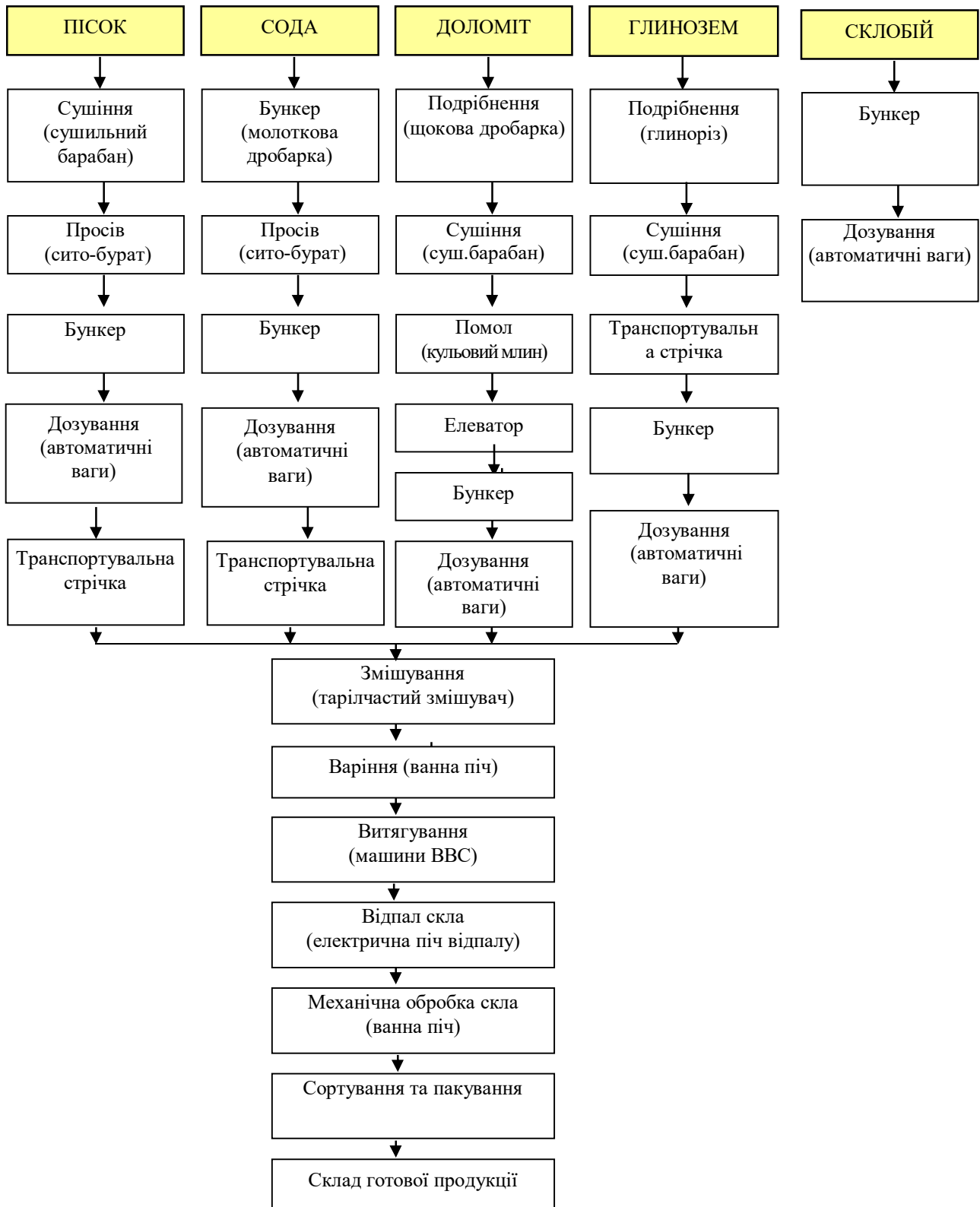


Рисунок 3.4 – Технологічна схема виготовлення листового скла

Кількість браку скла при механічній обробці у натуральному виразі B_2 становить:

$$B_2 = A_2 - A_1 = 126000 - 122000 = 4000 \text{ т скла.}$$

Визначаємо вагу скломаси, яка потрапляє на формування виробів і відпал скла з урахуванням втрат на цих стадіях ($X_3 = 5\%$):

$$A_3 = \frac{A_2 \cdot 100}{100 - X_3} = \frac{126000 \cdot 100}{100 - 5} = 133000 \text{ т скла.}$$

Кількість браку при формуванні виробів і випалі у ваговому виразі B_3 :

$$B_3 = A_3 - A_2 = 133000 - 126000 = 7000, \text{ т скла.}$$

Для визначення кількості сухої шихти A_4 необхідно знати вихід скла C_c , який розраховуємо, вирішуючи пропорцію:

$$\begin{array}{rcl} 123,8 & - & 100 \text{ мас. ч. скла,} \\ 100 \text{ мас.ч. шихти} & - & C_c \text{ мас. ч. скла} \end{array}$$

Звідси $C_c = 80,8$.

З урахуванням виходу скла розраховуємо кількість сухої шихти, що подається в піч A_4 :

$$\begin{array}{rcl} 100 \text{ мас. ч. шихти} & - & 80,8 \text{ мас. ч. скла} \\ A_4 \text{ т шихти} & - & 133000 \text{ т скла} \end{array}$$

Звідси $A_4 = 166250$ т шихти.

Втрати на вигорання шихти в натуральному виразі складуть:

$$B_4 = A_4 - A_3 = 166250 - 133000 = 33250 \text{ т.}$$

Визначаємо загальну кількість сухих сировинних матеріалів, які надходять до дозувально-змішувального відділення складального цеху з урахуванням втрат на цій стадії ($X_4 = 5\%$):

$$A_5 = \frac{A_4 \cdot 100}{100 - X_5} = \frac{166250 \cdot 100}{100 - 5} = 175000 \text{ т шихти.}$$

Втрати матеріалів на цій стадії в натуральному виразі складають:

$$B_5 = A_5 - A_4 = 175\,000 - 166\,250 = 8\,750 \text{ т.}$$

Визначаємо кількість кожного із сировинних матеріалів у сухому стані, які потрапляють до дозувально-змішувального відділення, у відповідних пропорціях. Наприклад, для піску:

$$\begin{array}{rcl} 123,8 \text{ мас. \%} & - & 71,73 \text{ мас. \%} \\ 175\,000 \text{ т шихти} & - & X \text{ т піску} \end{array}$$

Звідси $X = 101\,395,39$ т піску.

Аналогічним чином розраховуємо для решти сировинних матеріалів:

- доломіту – 24 184,78 т;
- глинозему – 207,87 т;
- соди – 37 092,23 т;
- крейди – 9 239,09 т.

Далі треба визначити загальну кількість природної сировини, яка потрапляє до підготовчого відділення складового цеху з урахуванням кар'єрної вологості. Для піску кар'єрна вологість може становити 10 %, для доломіту – 10 %, для глинозему – 0,5 %, для соди – 7 %, для крейди – 15 %.

Розраховуємо загальну кількість (річні витрати) сировини з урахуванням вологості матеріалів. Наприклад, для піску:

$$B_1 = \frac{X_{т.піску} \cdot 100}{100 - W} = \frac{X_{т.піску} \cdot 100}{100 - 10} \text{ т.}$$

Аналогічним чином розраховуємо річні витрати для решти матеріалів:

- доломіту – 26 871, 97 т;
- глинозему – 208,91 т;
- соди – 39 884,11 т;
- крейди – 10 869,5 т.

Таким чином, загальна кількість вологої сировини становить:

$$A_6 = 112\,661,54 + 26\,871,97 + 208,91 + 39\,884,11 + 10\,869,5 = 190\,496,04 \text{ т.}$$

Визначаємо кількість вологої сировини, яка потрапляє до підготовчого відділення складального цеху з урахуванням втрат при транспортуванні та сушінні. Результати розрахунків зводимо до таблиці (табл. 4).

Таблиця 4 – Річні витрати сировини з урахуванням втрат

Матеріал	Річні витрати вологої сировини, т	Механічні втрати		Втрати при сушінні		Загальні річні витрати сировини з урахуванням втрат, т
		%	т	%	т	
Пісок	112661,54	20	22532,3	2	450,706	135646
Доломіт	26871,97	8	2149,75	7	150,48	29172,2
Глинозем	203,91	10	20,391	–	–	225,3
Сода	39884,11	4	1595,36	–	–	41481
Крейда	10869,5	9	978,225	8	78,258	11927
Всього	190496,04		27276,05		679,444	218451,5

Загальні річні витрати сировини з урахуванням втрат складають:

$$A_7 = 135\,646 + 29\,172,2 + 225,3 + 41\,481 + 11\,927 = 218\,451,5 \text{ т}$$

Втрати при транспортуванні та сушінні складають:

$$B_6 = A_7 - A_6 = 218451,5 - 190496,04 = 27955,46 \text{ т}$$

Отже, для виробництва віконного скла на заводі з продуктивністю 10 млн м² на рік загальна кількість сировинних матеріалів з урахуванням втрат від браку виробів та технологічних втрат становить 235 861,72 т шихти.

Втрати від браку виробів: $B_1 + B_2 + B_3 = 21,0$ т скла.

Втрати при склоутворенні (вигорання шихти): $B_4 = 33\,250$ т шихти.

Втрати при підготовці сировини та складанні шихти: $B_5 + B_6 = 8\,750$ т сировини.

4 ПРАВИЛА ОФОРМЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ

Записку оформлюють на білих аркушах формату А4 із розмірами 297 мм × 210 мм. З усіх боків необхідно залишити береги: розмір лівого, нижнього та верхнього берегів – не менше 20 мм, правого – не менше 10 мм.

Текст записки виконують на одному боці аркуша одним із способів: машинним (за допомогою комп'ютерної техніки) – рекомендований шрифт – Times New Roman Cyr; кегль 12–14; інтервал – 1,5.

Назви розділів виконують великими літерами та розташовують симетрично до тексту. Назви підрозділів і пунктів виконують малими літерами з першою великою і розташовують з абзацу. Після номера розділу, підрозділу крапка не ставиться. Крапка наприкінці назви розділу, підрозділу також не ставиться. Кожний розділ документа рекомендується починати з нового аркуша.

Сторінки записки нумерують арабськими цифрами, які проставляють у правому верхньому куті аркуша без будь-яких розділових знаків. На першому титульному аркуші номер не ставлять, але включають його в загальну нумерацію сторінок. Рисунки і таблиці, які розташовані на окремих аркушах, список посилань, додатки (якщо вони є) також включень до загальної нумерації сторінок. Нумерація повинна бути скрізною.

Титульний аркуш, який є першою сторінкою записки, повинен бути оформлений за зразком, наведеним у додатку Б. Другою сторінкою записки є завдання до курсової роботи, яке було видано викладачем. Третьою сторінкою записки є зміст. У ньому послідовно перераховують найменування розділів і підрозділів, список посилань, додатки і зазначають номери сторінок, на яких вони розташовані. Далі послідовно розташовують вступ, технологічну частину, розрахункову частину, висновки, список посилань, додатки.

Записка повинна бути скріплена та мати обкладинку.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Зубехин А. П. Основы технологий тугоплавких неметаллических и силикатных материалов / А. П. Зубехин, С. П. Голованова, Е. А. Яценко и др. – Новочеркасск, 1999. – 280 с.
2. Общая технология силикатов / Под ред. А. А. Пашенко. – К.: Вища школа, 1983. – 406 с.
3. Технология эмали и защитных покрытий: учеб. пособие / Под ред. Л. Л. Брагиной, А. П. Зубехина. – Харьков : НТУ «ХПИ»; Новочеркасск: ЮРГТУ(НПИ), 2003. – 484 с.
4. Бутт Ю. М. Общая технология силикатов / Ю. М. Бутт, Г. Н. Дудеров, М. А. Матвеев, – Л. : Стройиздат, 1976. – 599 с.
5. Крупа А. А. Химическая технология керамических материалов / А. А. Крупа, В. С. Городов. – К. : Вища школа, 1990. – 399 с.
6. Стрелов К.К. Технология огнеупоров: учебник для техникумов / К. К. Стрелов, И. Д. Кашеев, Ц. С. Мамакин. – М.: Металлургия, 1988. – 528 с.
7. Будников П. П. Химическая технология керамики и огнеупоров / П. П. Будников, Д. Н. Полубояринов. – М. : Стройиздат, 1972. – 551 с.
8. Захаров А. И. Основы технологии керамики / А. И. Захаров. – М. : РХТУ, 1999. – 80 с.
9. Химическая технология стекла и ситаллов / Под ред. Н. М. Павлушкина. – М. : Стройиздат, 1983. – 432 с.
10. Бутт Ю. М. Практикум по химической технологии вяжущих материалов / Ю. М. Бутт, В. В. Тимашев. – М. : Высшая школа, 1973. – 498 с.
11. Петцольд А. Эмаль и эмалирование: справочник. / А. Петцольд, Г. Пешманн. – М. : Металлургия, 1990. – 573 с.
12. Справочник по производству стекла / Под ред. И. И. Китайгородского – М., 1963. – 1026 с.

ДОДАТОК А

Довідкові дані для розрахунків матеріального балансу виробництв

Таблиця А 1 – Норми механічних втрат основних сировинних матеріалів при виробництві кераміки та вогнетривів

Технологічна операція	Втрати матеріалів, %				
	Глина грудкова, збагачений каолін	Шамот кусковий	Магнетитовий порошок	Матеріали для приготування полив	Матеріали для приготування шлікерів для тонкої кераміки
Розвантаження та зберігання сировини на складі	1,2	0,5	0,5	0,8	0,8
Подрібнення та розсіювання сировини	0,5	0,3	0,1	0,2	0
Помел сировини	0,5	0,3	0,3	0,2	0,2
Транспортування сировини у процесі переробки	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Перемішування сировини	0,4	0,3	0,3	0,1	0
Втрати сировини в аспіраційних установках	1,2	0,3	0,8	0,5	0

Таблиця А 2 – Норми механічних втрат основних матеріалів при виробництві вогнетривких виробів

Технологічна операція	Втрати сировини, %				
	мелена глина	кусковий шамот	магнезит (порошок)	випалений доломіт	хроміт
Розвантаження сировини	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Розбирання і сортування	–	0,3	–	0,3	1,0
Подрібнення і фракціонування	0,3	0,3	0,1	0,3	0,2
Помел	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Вилежування	–	–	0,1	–	–
Транспортування при переробці	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Змішування і формування	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
Випал виробів, сортування	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6

Таблиця А 3 – Технологічні показники виробництва деяких видів керамічних виробів

Найменування норм	Одиниці вим.	Види продукції			
		личкувальна плитка	плитка для підлоги	фасадна плитка	санітарно-технічні вироби
Брак при випалі виробів:	%				
Випал у тунельних печах:					
1) утільний	%	0	0	4	7,5
2) политий	%	0	0	4	5,5
Конвеєрні лінії (сушіння та випал)	%	10	4	4	0
Брак при формуванні виробів	%	1	1	1	3
Втрати сировини на складі і в процесі попередньої переробки	%	2	2	2	2
Втрати в процесі масоприготування	%	3	3	3	3
Втрати в аспірацій-них установках, в тому числі у розпилувальних сушарках	%	3	3	2	0,5
Втрати сировини в процесі приготування поливи	%	2	2	2	2
Вологість шлікеру	%	40	50 – 55	40 – 45	30 – 32
Вологість прес-порошку	%	6 – 8	6 – 8	6 – 8	0
Вологість напівфабрикатів, що надходять на сушіння	%	6 – 8	6 – 8	6 – 8	18

Таблиця А 4 – Норма механічних втрат при випалі вогнетривкої сировини

Технологічна операція	Втрати сировини, %		
	глина та каолін	магнезит	доломіт
Розвантаження сировини	0,5	0,5	0,5
Зберігання сировини на складі	1,0	1,0	1,0
Подрібнення і фракціонування	0,3	0,3	0,3
Транспортування в процесі переробки	0,2	0,2	0,2
Подрібнення і фракціонування випаленого матеріалу	0,1	0,1	0,1
Упаковка і відвантаження	0,1	0,1	0,1

ДОДАТОК Б

Зразок оформлення титульного аркуша курсового проекту

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет міського господарства імені
О. М. Бекетова

КУРСОВИЙ ПРОЕКТ

з дисципліни «Теорія та практика одержання хімічних речовин та
матеріалів»

на тему: **«Розрахунок матеріального балансу цеху виробництва
фарфорових ізоляторів»**

Виконав: ст. гр. МХіТк 2019-1

Максименко І. С.

Перевірив: доцент Воронов Г.К.

Харків, 2020

Виробничо-практичне видання

Методичні рекомендації
до виконання курсового проекту
з навчальної дисципліни

**«ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА ОДЕРЖАННЯ
ХІМІЧНИХ РЕЧОВИН ТА МАТЕРІАЛІВ»**

*(для студентів для студентів I курсу денної форми навчання
другого (магістерського) рівня вищої освіти
за спеціальністю 161 – Хімічні технології та інженерія)*

Укладачі: **ВОРОНОВ** Геннадій Костянтинович,
САВОВА Оксана Вікторівна,
ФЕСЕНКО Олексій Ігорович,
СМИРНОВА Юлія Олегівна

Відповідальний за випуск *І. С. Зайцева*

За авторською редакцією

Комп'ютерне верстання *Г. К. Воронов*

План 2020, поз. 109 М.

Підп. до друку 16.07.2020. Формат 60 × 84/16.

Друк на ризографі. Ум. друк. арк. 1,9.

Тираж 50 пр. Зам. № .

Видавець і виготовлювач :

Харківський національний університет
міського господарства імені О. М. Бекетова,
вул. Маршала Бажанова, 17, Харків, 61002.

Електронна адреса : rectorat@kname.edu.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи :

ДК № 5328 від 11.04.2017.