

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

(повне найменування інституту, факультету)

КАФЕДРА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КЕРАМІКИ ТА СКЛА

(повна назва кафедри)

«На правах рукопису»
УДК _____

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ **Б.Ю. Корнілович**
(підпис) (ініціали, прізвище)

« ____ » _____ 2018 р.

**Магістерська дисертація
на здобуття ступеня магістра**

зі спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія»
(код та назва спеціальності)

за спеціалізацією «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів»

на тему: «Виготовлення декорованої керамічної плитки: вплив
поверхнево-активних речовин на ефективність пресування прес-порошку»

Виконав: студент 6 курсу, групи ХМ-71мп

Олесін Михайло Михайлович

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник: асистент, к.х.н. Пилипенко І.В.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультанти:

Автоматизація виробництва асистент Бородин В.І.

(назва розділу)

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Охорона праці

(назва розділу)

доцент, к.т.н. Полукаров Ю.О.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Економічна частина

(назва розділу)

доцент, к.е.н. Тюленєва Ю.В.

(вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному
проекті немає запозичень з праць інших
авторів без відповідних посилань

Студент _____

(підпис)

Київ - 2018 року
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

(повне факультету)

КАФЕДРА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ КЕРАМІКИ ТА СКЛА

(повна назва кафедри)

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

за **освітньо-професійною** програмою

Спеціальність – 161 «Хімічні технології та інженерія»

Спеціалізація – «Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Б.Ю. Корнілович
(підпис) (ініціали, прізвище)

« ___ » _____ 2018 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Олесіну Михайлу Михайловичу

1. Тема дисертації «Виготовлення декорованої керамічної плитки: вплив поверхнево-активних речовин на ефективність пресування прес-порошку»
науковий керівник дисертації асистент, к.х.н. Пилипенко І.В.

затверджені наказом по університету від «07» листопада 2018 р. № 4099-с

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження дільниця заводу з виготовлення декорованої керамічної плитки.

4. Предмет дослідження – вплив поверхнево-активних речовин ефективність пресування прес-порошку

5. Перелік завдань, які потрібно розробити _____

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу _____

7. Орієнтовний перелік публікацій _____

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
	Тюленєва Ю. В., доцент		
	Полукаров Ю. О., доцент		
	Бородін В. І., асистент		

9. Дата видачі завдання _____

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

Студент

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

(ініціали, прізвище)

РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація викладена на 115сторінках, містить 6 рисунків, 46 таблиць, 1 додаток, 32 літературних джерел та 8 креслень.

Мета роботи – проектування цеху по виробництву декорованої керамічної плитки продуктивністю 1,4 млн м² на рік.

Об'єкт розроблення – цех заводу з виготовлення декорованої керамічної плитки.

Предмет дослідження – вплив поверхнево-активних речовин на пресування прес-порошку та їх впровадження в виробництво для покращення якості продукції.

Проектом передбачено здійснення підбору сировини, розрахунку сировинних компонентів маси, проведення розрахунку основного технологічного устаткування, розгляд основних питань з охорони праці та техніки безпеки.

Також було проведено розрахунок інновації як стартап-проекту. Представлений матеріальний баланс виробництва та тепловий баланс роликової печі та її автоматизація у виробничій лінії.

ДЕКОРОВАНА КЕРАМІЧНА ПЛИТКА, ВИПАЛ ПЛИТОК,
ПОВЕРХНЕВО АКТИВНІ РЕЧОВИНИ, РОЛИКОВА ПІЧ, ТЕПЛОВИЙ
БАЛАНС, МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС, ГІДРОФОБІЗАТОР.

ABSTRACT

Thesis project is set out to 115 pages, including 8 figure, 46 tables, 1 application, 30 references and 8 drawings.

The purpose of the work: the section of plant designing the production of decorative ceramic tiles with an efficiency of 1.4 million square meters per year.

Object of the research: section of plant for the production of decorative ceramic tiles.

Subject of study: the influence of surfactants on the pressing of powder and their introduction into production to improve the quality of finish products.

The project is provided for the selection of raw materials, the calculation of raw material components, the calculation of the main technological equipment, consideration of basic issues of health protection and safety rules.

Also, the calculation of innovation as a startup project was carried out. The material balance of production and thermal balance of the roller furnace and its automation in the production line are presented.

DECORATIVE CERAMIC TILES, FIRING TILES SLIP, SURFACE ACTIVE SUBSTANCES, ROLLER FURNACE, HEAT BALANCE, MATERIAL BALANCE, HYDROPHOBIZATORS.

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1. ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ	10
1.1 Стан виробництва та основні напрямки розвитку технології виготовлення керамічних плиток	10
1.2 Огляд існуючих технологій або методів виготовлення продукції	12
Висновки до розділу 1	16
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	18
2.1 Вибір та обґрунтування точки будівництва	18
2.1.1 Фактори вибору точки будівництва	18
2.1.2 Характеристика обраної точки будівництва	18
2.1.3 Організація розташування основних будівель	19
2.2 Асортимент та вимоги діючих стандартів до продукції	20
2.3 Характеристика сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв	23
2.4 Обґрунтування вибору технологічної схеми та способу виробництва	27
2.4.1 Опис технологічної схеми. Теоретичні основи головних процесів виробництва	29
2.4.2 Транспортування, приймання і зберігання сировини й матеріалів	31
2.4.3 Приготування шлікеру	31
2.4.4 Приготування прес-порошку	33
2.4.5 Пресування плитки	33
2.4.6 Сушіння плитки	34
2.4.7 Декорування плиток	35
2.4.8 Випал плиток	36
2.4.9 Фазові та хімічні перетворення, що відбуваються при випалі	38
2.4.10 Сортування та пакування готової продукції	40
2.5 Матеріальний баланс виробництва	40
2.5.1 Розрахунок основного тепло-технологічного агрегату	50
2.6 Розрахунок основного тепло-технологічного агрегату	57
2.6.1 Розрахунок горіння палива	57
2.6.2 Розрахунок основних розмірів роликової печі	57

2.6.3 Тепловий баланс роликової печі.....	59
Висновки до розділу 2	66
3. КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА ТА АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ	67
3.1 Аналіз технологічного процесу випалу як об'єкту контролю та автоматизації.....	67
3.2 Опис розробленої схеми автоматизації процесу випалу керамічної глазурованої плитки для підлоги.....	69
Висновки до розділу 3	71
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ. ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЇ.....	72
4.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників. Заходи щодо охорони праці	72
4.1.1 Повітря робочої зони	72
4.1.2 Виробниче освітлення	75
4.1.3 Захист від виробничого шуму й вібрацій	76
4.1.4 Електробезпека.....	77
4.1.5 Безпека технологічних процесів і обслуговування устаткування... ..	78
4.2 Пожежна безпека.....	79
4.3 Аналіз безпеки об'єкта	82
Висновки до розділу 4	83
5 СТАРТАП-ПРОЕКТ.....	85
5.1. Резюме: конкретизація бізнес-ідеї, мети стартапу, об'єкту дослідження, місця розробки у інноваційному ланцюжку цінності	85
5.2 Аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища стартапу	88
5.3 Визначення ключових факторів успіху проекту.....	91
5.4 Визначення потенційних споживачів	93
5.5 Ціна інноваційної пропозиції на ринку.....	98
5.6 Аналіз джерел фінансування стартапу.....	105
5.7 Концепція бізнес-моделі проекту та карта бізнес-процесів реалізації проекту	106
5.8 Оцінка ризиків та страхування розробки	109
ВИСНОВКИ.....	111
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	113
ДОДАТКИ.....	115

ВСТУП

Керамічні плитки по довговічності і високим декоративним якостям перевершують багато видів оздоблювальних матеріалів для внутрішньої і зовнішньої обробки житлових, промислових і громадських будівель та споруд.

Незважаючи на великий вибір облицювальних матеріалів, керамічна плитка залишається найбільш затребуваним облицювальним матеріалом вже протягом декількох століть, адже практично жоден інший матеріал не об'єднує у собі стільки переваг.

Кращі властивості випливають з самої природи кераміки: плитка тверда, міцна, вогнетривка, при цьому гігієнічна і легко чиститься. Головні аргументи на її користь – нескінченна різноманітність форм і фарб і, з огляду на її довговічність, відносно невисока вартість.

За наявності достатньо багатих сировинних ресурсів в Україні, постає питання удосконалення їх розробки, видобування і переробки, що забезпечить задоволення внутрішнього попиту та сприятиме створенню нових підприємств з виготовлення керамічної плитки та підвищення конкурентоспроможності вже існуючих.

Тема виробництва керамічної плитки дуже актуальна, так як вироби з керамічної плитки все більше завойовують ринок будівельних матеріалів. Незважаючи на те, що випуск вітчизняних плиток в даний час невеликий, потреба в них зростає, і виробництво плиток постійно розширюється. Зростає необхідність випуску декорованих плиток для внутрішнього облицювання стін і великорозмірних офактурених підлогових та фасадних плиток.

Розвиток виробництва керамічної плитки в Україні супроводжується безперервним удосконаленням технології виробництва керамічної плитки, що дає можливість постійно покращувати й урізноманітнювати її властивості, а також розширювати область застосування.

Тому, в рамках даного дипломного проекту виконано проектування заводу з виробництва глазурованої керамічної плитки для підлоги, з використанням матеріалів та обладнання, яке дозволить випускати високоякісну продукцію, яка відповідатиме міжнародним стандартам.

Згідно зі завданням даного проекту завод вироблятиме керамічну плитку напівсухого пресування відповідно до ДСТУ Б В.2.7-117-2002 "Плитки керамічні для підлоги". Дана продукція матиме такі характеристики: розмір 400×400×8,5 мм. За якістю плитки ділитимуться на 3 сорти.

1. ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1 Стан виробництва та основні напрямки розвитку технології виготовлення керамічних плиток

Україна має достатньо високий потенціал для розвитку галузі виробництва керамічної плитки, що супроводжується безперервним удосконаленням технології виробництва, покращенням якості плитки, урізноманітненням властивостей, а також розширенням області застосування в архітектурі і будівництві.

Маючи унікальну сировинну базу (30-40% світових запасів глини[1]), в Україні досить обмежені потужності з її переробки. Лідерами виробництва керамічної плитки в Україні є ТОВ "Атем" (Київ), "Харківський плитковий завод", "Cersanit Invest" (Житомирська обл.) та ПрАТ "Інтеркерама" (Дніпропетровська обл.), сукупна частка яких становить більше 90 % від загального обсягу виробленої плитки. При цьому ТОВ "Атем" з'явилося на ринку в 2003 р., ПрАТ "Інтеркерама" - у 2007 р., "Cersanit Invest" - у 2008 р. Саме внаслідок появи нових виробників на ринку, виробництво керамічної плитки в Україні зросло від 12,6 млн м² у 2003 р. до 45,4 м² у 2016 р. Серед інших великих виробників керамічної плитки варто відзначити ТзОВ "Карпатська кераміка" (Івано-Франківська обл.), ПрАТ "Піастрелла" (Київ).

Спираючись на дані аналізу керамічної групи «GoldenTile», можна простежити динаміку виробництва і споживання керамічної плитки в Україні майже за 10 років[2].

Аналізуючи ринок загалом, з'ясовано, що плитка керамічна вітчизняного виробництва користувалася більшим попитом, ніж імпортна. У 2000 р. частка імпорту в споживанні плитки керамічної в Україні становила 55 % (8,4 млн м²), тоді як 2015 р. цей показник дорівнював 23 % (7,5 млн м²). Таку ситуацію на українському ринку плитки спричинили як підвищення обсягів виробництва та покращення якості та дизайну продукції вітчизняних виробників, так і більший ріст цін на імпортну продукцію порівняно із

продукцією українського виробництва, чому сприяло здешевлення української гривні відносно долара[2].

У 2016 р., порівняно з 2015 р., обсяги експорту зросли, а імпорту - зменшилися. Імпорт керамічної плитки в Україну в натуральному вираженні у 2016 р. становив 167709 т, це на 18,1 % більше, ніж у 2015 р. Загалом Україна почала експортувати керамічну плитку на зовнішні ринки у 2000 р. З 2001 по 2015 рр. обсяги експорту керамічної плитки зросли у 347 разів - від 53 тис. м² до 18386 тис. м². Також треба зазначити, що експорт в 1,5-2 рази перевищує імпорт, тобто в зовнішній торгівлі керамічною плиткою спостерігається позитивне сальдо, що свідчить про зростання конкурентоспроможності вітчизняної продукції порівняно із закордонними аналогами Проте , у 2019 році прогнозується ріст ринку на 8% - до 30 млн. м² у зв'язку з ростом економіки.

На можливість зростання обсягів виробництва керамічної плитки вплинуло також те, що кілька підприємств запустили на повну силу нові лінії виробничих потужностей, без яких неможливе підвищення якості продукції. Підприємства вимушені міняти морально застаріле устаткування на сучасніше. Відновивши устаткування для декорування плитки, яке пропрацювало вже 25-30 років, можна значно поліпшити якість плитки, збагатити асортимент продукції, та, як наслідок, не менше чим на 30% збільшити відпускну ціну та істотно розширити географію збуту[3].

В цілому частка імпортової продукції на ринку України знизилася і на сьогоднішній день складає близько 60%. Збільшенню частки плитки сприяв факт, що наші виробництва різко підвищили її якість, а невисока ціна зробила її більш доступною для дуже багатьох українських споживачів.

Останні два роки, у зв'язку із зростанням будівництва житла спостерігається тенденція збільшення попиту на плитку високої якості. Світові лідери в експортно орієнтованій галузі керамічної плитки - Італія та Іспанія щорічно експортують 100-200% від обсягу внутрішнього ринку. В Україні ж цей показник поки що становить лише 30%. Українська керамічна

плитка в найбільших обсягах в 2013-2015 роках експортувалася до Російської Федерації, Білорусі, Казахстану та Молдови.

Перспективи подальшого росту вітчизняного виробництва плиток пов'язані зі збільшенням виробничих потужностей «Харківський плитковий завод», компаніями «АТЕМ», ЗАТ «Агромат», ПрАТ «Зевс Кераміка», ПрАТ «Інтеркерам». При цьому підвищенню ефективності їх роботи має сприяти кооперація з ЗАТ «Керамічні маси Донбасу» і впровадження вітчизняних розробок складів мас.

В Україні є багато сировинних ресурсів, але мало розвиненої системи їх використання, найкраще вирішення даного питання є залучення інвестиційних коштів на переробку сировини, що забезпечить внутрішній попит на сировину в Україні, та сприятиме створенню нових заводів з виготовлення декорованої керамічної плитки та підвищення конкуренції існуючим підприємствам.

1.2 Огляд існуючих технологій або методів виготовлення продукції

Дослідження мікроструктури і щільності пресування дозволили встановити, що весь процес пресування заготовок можна умовно розділити на три основних етапи, що відрізняються один від одного стійкістю ансамблю структурних елементів ущільнення, можливістю їх конфігураційної перебудови або руйнування при досягненні критичних значень зовнішніх зусиль [4].

Процес пресування зазвичай поділяють на три стадії [5], [6]:

- стадія допресування (або ущільнення), де починається зближення частинок, але майже не відбувається їх деформація або руйнування; тиск пресування на цій стадії невеликий;

- друга стадія, відповідна вищим тискам пресування, що супроводжується деформуванням і частковим руйнуванням частинок, їх взаємним обтіканням і формуванням компактного пресованого об'єкта;

- третя стадія, на якій цей об'єкт перебуває перед об'ємним стисненням, і яка при надмірному тиску може закінчитися крихким руйнуванням матеріалу.

Очевидно, що остаточне формування заготовки відбувається при знятті зовнішнього тиску, коли під дією залишкових механічних напруг формуються дефекти мікроструктури (мікротріщини, розшарування.) На рисунку 1 приведена залежність щільності формуючої заготовки від тиску формування (пунктиром показані кордони між етапами) [4].

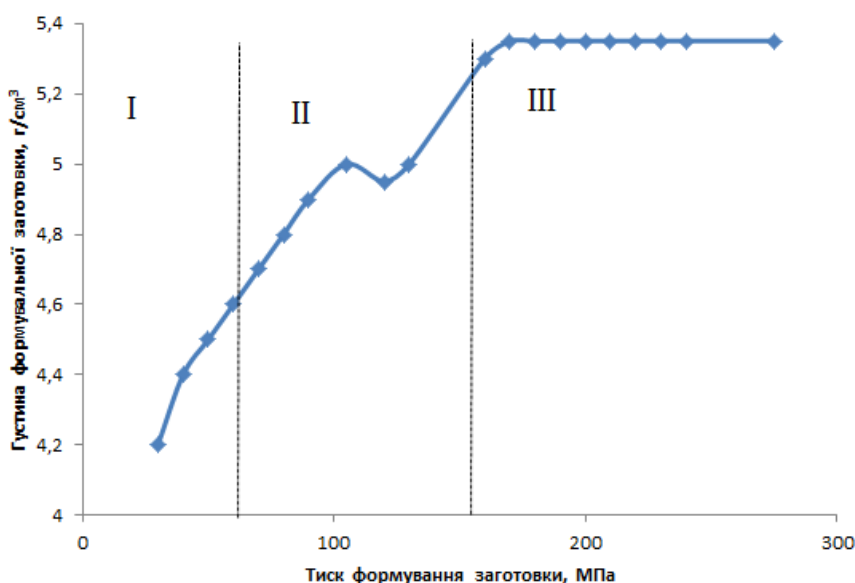


Рис.1 – Залежність густини формуючої заготовки від тиску пресування (за даними роботи[4])

На пресування порошкових матеріалів визначальний вплив мають такі фактори, як пластичність матеріалу частинок, їх розміри і форма, а також здатність частинок порошку до когезії, тобто до взаємного притягання. Зазвичай пресування матеріалу тим краще, чим більш складну форму мають частки порошку. Для поліпшення пресування в склад вводять ПАР та інші низькоплавкі, ковзаючі і змащувальні речовини.

В роботі [36], авторами було розглянуто вплив гідрофобізаторів, а саме: метилсілконату калію $(\text{CH-Si-OK})_n$, де $n = 1-2$, у вигляді 40% водного розчину та два продукта софексіл-1520 марки А та марки Б. Під час

експерименту в шлікер додавали гідрофобізатор, висушували та просіювали через сито з розміром отвору 63 мкм, при температурі 25°C.

Ущільненість порошків характеризували по діаграмі пресування, яка будувалася в координатах «щільність - тиск пресування».

Експерименти показали, що криві пресування $\rho=f(P)$ для обробленого прес-порошку мають схожий характер (рис. 2).

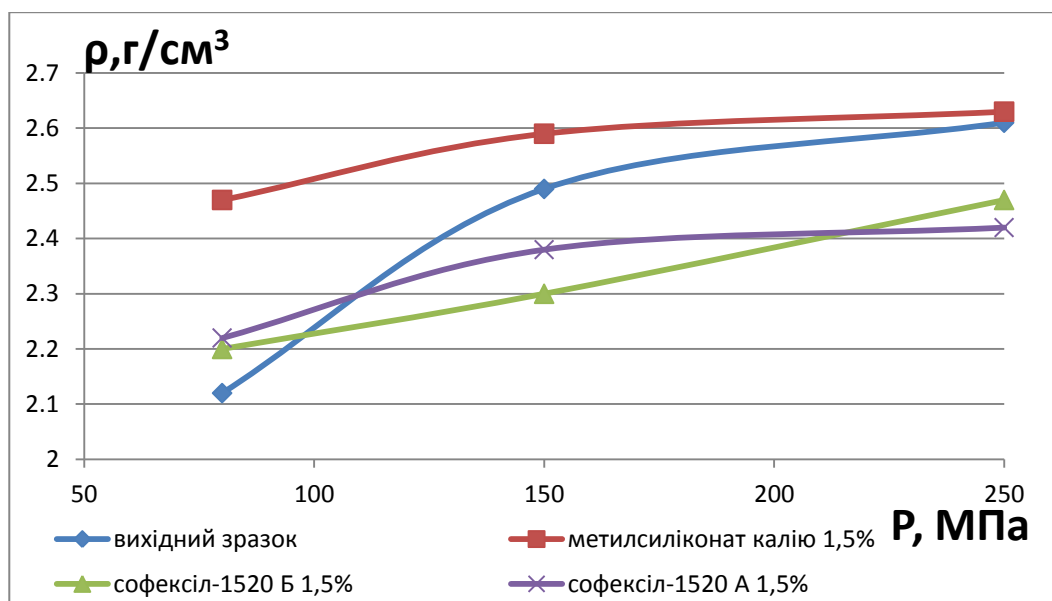


Рис. 2 Криві пресування прес-порошку (за даними роботи[7])

В області відносно низьких тисків щільність пресування з вихідного прес-порошку нижче, ніж у зразків з гідрофобізованих зразків. Можна припустити, що тут позначається різниця в насипній щільності порошків. Гідрофобізований прес-порошок заповнює прес-форму більш рівномірно, на початку його частинки розташовуються паралельно один одному.

З підвищенням тиску пресування щільність балочок з необробленого прес-порошку різко зростає, наближаючись при 250 МПа до граничних значень – щільності самого матеріалу. Щільність зразків, оброблених речовинами софексіл, не досягає цих значень. Навіть при високому тиску пресування в цих зразках зберігається досить висока пористість і не утворюється безперервної контактної поверхні між частинками. Це може

бути пов'язано з підвищенням міцності оброблених частинок, внаслідок чого вони менше руйнуються при стисненні [7].

З практичної точки зору важливо виявити зв'язок між механічною міцністю пресованих зразків і тиском пресування. Отримані дані представлені на рисунку 3.

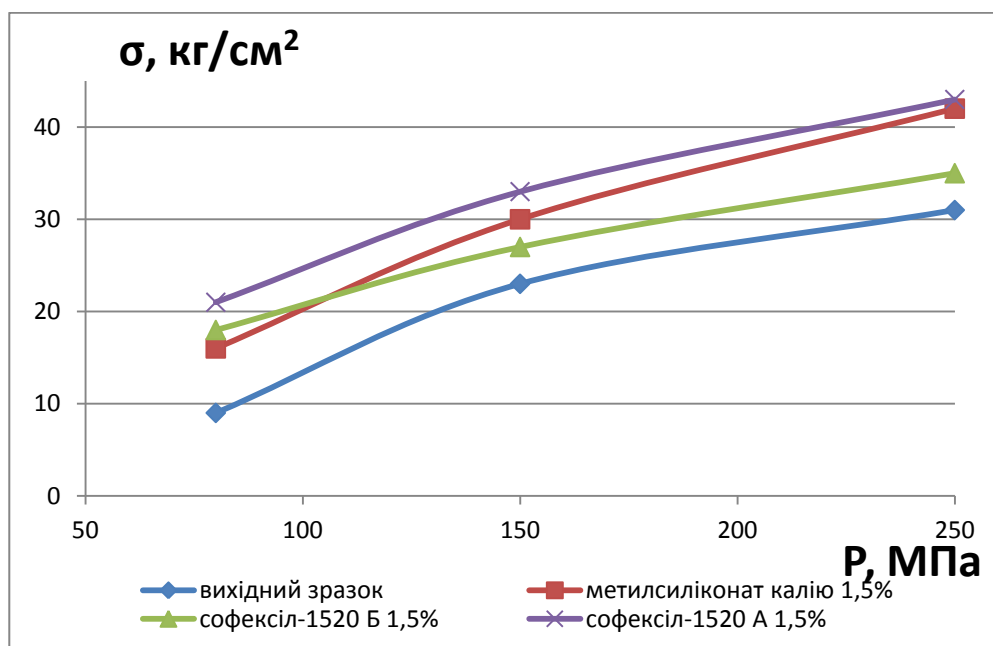


Рис. 3 Залежність міцності зразків від тиску пресування (за даними роботи [7])

Цікаво відзначити, що, незважаючи на більш низьку щільність, зразки з гідрофобізатором в усіх випадках виявилися міцнішими, ніж з вихідного матеріалу. Цю залежність можна наочно простежити на рисунку 4.

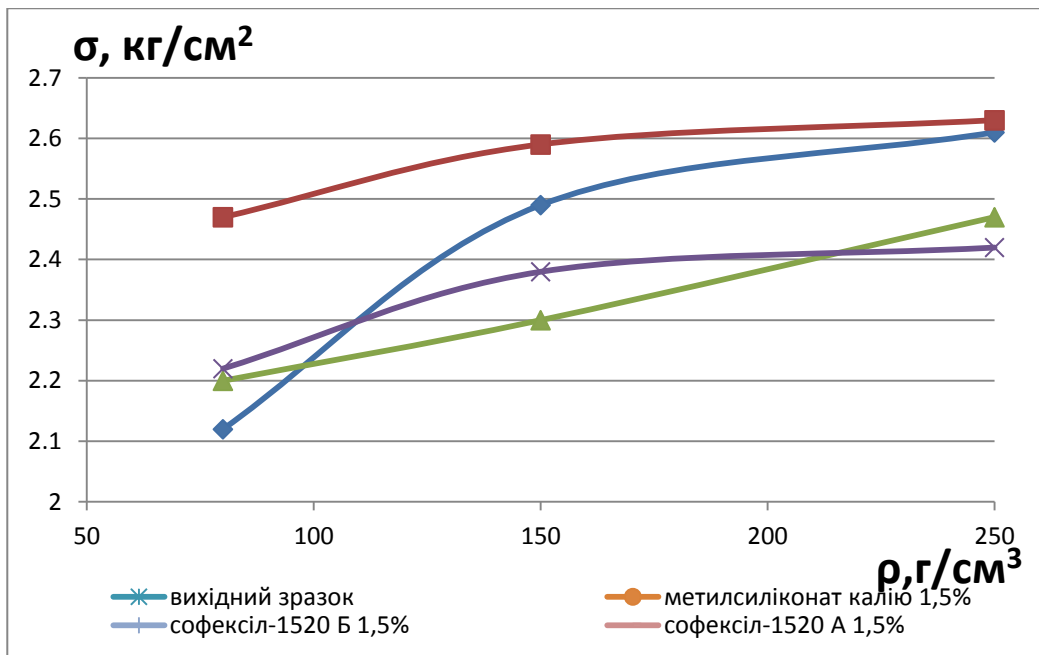


Рис. 4 Залежність міцності зразків від їх щільності (за даними роботи [7])

Гідрофобізовані зразки мають меншу насипну щільність, тобто пластинки в них спочатку упаковані паралельно один одному, тоді як в вихідному прес-порошку вони при пересипанні утворюють структури типу карткового будиночка. В останньому випадку при пресуванні відбувається руйнування значно більшого числа частинок, що в підсумку негативно позначається на міцності пресованого виробу. Ці дані корелюють і з результатами визначення електрокінетичного потенціалу гідрофобізованих частинок прес-порошку [8].

Висновки до розділу 1

Оцінено вплив природи і концентрації гідрофобізатора[7] на пресування прес-порошку і міцність пресованих зразків. Проаналізовано зв'язок міцності зразків з насипною щільністю порошку і електрокінетичним потенціалом частинок. Показано, що гідрофобізація поверхні частинок прес-порошку не тільки підвищує сипучість порошку, але і покращує його пресування, а також підвищує міцність готового продукту.

За результатами проведеного дослідження на основі літературних даних[7] у якості добавки для зниження тиску пресування було розглянуто три різних гідрофобізатори, з яких доцільніше обрати метилсиліконат калію (ГКЖ-11К) у вигляді 40% водного розчину, доданого в шлікер в басейн з пропелерною мішалкою. Дане рішення пов'язане з його нижчою ціною, ніж у досліджених аналогів, вищою ефективністю пресування прес-порошку та вищими величинами щільності та міцності зразків при використанні ГКЖ-11К при менших показниках тиску пресування, що, в цілому, забезпечить кращу якість готового виробу та дає можливість конкурувати з міжнародними виробниками.

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір та обґрунтування точки будівництва

2.1.1 Фактори вибору точки будівництва

Хімічне виробництво кераміки – це багатотоннажне виробництво, його потужності займають велику територію, а для точки будівництва існує багато факторів [9].

1. Наближеність до родовищ основної сировини;
2. Наявність добре розвинутої транспортної розв'язки і бажано наявність залізничної гілки;
3. Наближеність до водних ресурсів;
4. Наближеність до населеного пункту для забезпечення робітниками ;
5. Наявність ринку збуту;
6. Ділянка під будівництво не має бути відведена під сільсько-господарські угіддя, не повинна бути рекреаційною зоною, зоною лісового фонду;
7. Підприємство має бути побудовано за межами населеного пункту, на околиці, що знаходиться з протилежної від підвітренної сторони.

2.1.2 Характеристика обраної точки будівництва

Основної сировиною при виробництві сортового посуду з опалового скла є глина. Найкращими для виробництва декорованої керамічної плитки є глини каолінит-гідрослюдистого складу , а також, глини з невеликим вмістом монтморилоніту включаючи в себе Al_2O_3 18-35%.

Даним характеристикам відповідає глина Веселовського родовища, яке знаходиться в Донецькій області.

Для зменшення транспортних витрат краще обирати точку будівництва поблизу родовища сировини, яку будуть використовувати.

Поблизу міста Дружківка, Костянтинівського району знаходиться Веселовське родовище, тому буде доцільно обрати це місто для вибору точки будівництва.

Для мінімальної шкоди населенню будівництво підприємства може проводитись на Південному Сході, Північному Сході, Південному Заході, Заході.

Була обрана територія на західній околиці міста Дружківка розміром 5,3 га. На цій території земля не відведена під сільсько-господарські угіддя, не є рекреаційною зоною, і також не є зоною лісового фонду. Персонал для підприємства можна забезпечити безпосередньо з міста Дружківка .

Місце розташування знаходиться за 295м до гілки Донецької залізниці та 4,9 км до траси національного значення Н-20.

Для технологічних процесів виробництва потребує великої кількості води. За 345 метрів від території будівництва підприємства протікає річка Казений Торець. Це відповідає вимогам при будівництві підприємства не ближче 150 метрів до берегової лінії. Річка є проточною та повноводною , що дозволить здійснювати водовідведення.

2.1.3 Організація розташування основних будівель

Для виробництва керамічної плитки будівлі на території підприємства необхідно розташовувати по ходу технологічних операцій, які відповідають схемі:



Біля головної прохідної, у південно-західній частині ділянки, розміщено адміністративний корпус.

Для організації змінної цілодобової роботи біля головного цеху передбачено побутові приміщення – санітарні вузли, душові блоки , роздягальні та кімнати відпочинку.

На південний-схід від масо-заготівельного відділу було збудовано склад готової продукції, який, для розвантажувально-завантажувальних робіт був облаштований двома рампами.

На території заводу передбачена гілка залізної дороги, що проходить біля ССМ та СГП .

Зі сторони протікання річки (південно-східна частина території), розміщено дільницю водоочищення, біля якої розташована друга прохідна.

Газорозподільчий пункт та електропідстанція розведені по території, і побудовані так, щоб легко завести комунікації з населеного пункту. Для робітників заводу , біля адміністративного пункту передначена автомобільна парковка.

2.2 Асортимент та вимоги діючих стандартів до продукції

В дипломному проекті представлено проектування заводу з виробництва декорованої керамічної плитки для підлоги.

Згідно з ДСТУ Б В.2.7-282:2011 «Плитки керамічні. Технічні умови» плитки підрозділяють на основні та бордюрні, за формою – на квадратні, прямокутні, багатогранні та фігурні. Квадратні плитки випускають наступних розмірів: 500x500 мм, 400x400 мм, 330x330 мм, товщиною не менше 7,5 мм. Довжина бордюрних плиток повинна відповідати довжині (ширині) основних плиток. Граничні відхилення повинні бути не більше: за довжиною і шириною $\pm 1,5$ мм, за товщиною $\pm 0,5$ мм.

Відхилення від розмірів не повинні перевищувати: 1,0 мм за довжиною та шириною; $\pm 0,5$ мм за товщиною. На лицьовій поверхні не допускаються тріщини, цек, а також дефекти: щербини й зазублини шириною в напрямку,

перпендикулярному ребру, не більше 1 мм, загальної довжини не більше 10 мм; посечки не більше 10 мм.

Залежно від зносостійкості декоровані плитки мають різні галузі використання. Для підлог житлових будинків у ванних і туалетних кімнатах використовують керамічну плитку зі ступенем зносостійкості 1-4; для покриття підлог, душових, туалетних кімнатах та промислових будівель використовують декоровану плитку зі ступенем зносостійкості 3-4; для покриття підлог туалетних кімнатах громадських будівель використовують керамічну плитку зі ступенем зносостійкості 4. На поверхні плиток (монтажній) повинні бути рифлення. Кількість рифлень, розміри та форму встановлює підприємство-виробник, при цьому висота рифлень повинна бути не менше 0,5 мм [10].

Лицьова поверхня плиток і деталей фасонів може бути гладкою або рельєфною, одноколірною або багатоколірною. Глазур повинна бути блискучою.

Колір, відтінок кольору, малюнок і рельєф лицьової поверхні плиток повинні відповідати зразкам-еталонам, затвердженим в установленому порядку.

Колір, відтінок кольору, малюнок і рельєф лицьової поверхні плиток, що випускаються по окремих замовленнях, повинні відповідати еталонам, злагодженим із споживачем[11].

При виготовленні на лицьовій поверхні плиток не допускаються тріщини, хвилястість глазури, лисини, плями, цек, мушки, нерівномірність забарвлення глазури, нечіткість малюнка, недопал фарб.

Фізико-механічні показники плиток повинні відповідати вимогам, які вказані у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Фізико-механічні показники плиток для підлог

Основні властивості плитки	Значення
Водопоглинання, % не більше	0,5
Границя міцності при вигині, МПа, не менше для плиток товщиною: до 7,5 мм включно	25,0
понад 7,5 мм	32,0
Зносостійкість, ступінь	1-4
Термічна стійкість глазури, °С	125
Твердість глазури за Моосом, не менше	5

Товарний знак підприємства-виробника повинен бути на монтажній поверхні кожної плитки. Маркування повинна мати кожна упакована одиниця. Маркування має бути нанесено на упаковання або етикетку. також Може бути проведене За допомогою ярликів, що прикріплюють до пакування, також може бути проведене маркування.

Маркування має бути чітким та містити в собі наступні пункти: найменування, адресу підприємства-виробника і товарний знак; умовне позначення плиток і повне їх найменування; м²; кількість плиток; номер партії та дату виготовлення; знак відповідності при доставці сертифікованої продукції [10].

Підприємство, яке виготовляє керамічну плитку має право наносити на упаковку додаткову інформацію, яка не суперечитиме вимогам ДСТУ Б В.2.7-282:2011[10] та в змозі ідентифікувати продукцію та її виробника. При формуванні транспортного пакета у пакувальні одиниці повинні бути укладені так, щоб маркування на них було видно. Гарне місце повинне мати транспортне маркування, на якому мають бути нанесені маніпуляційні знаки: «Берегти від вологи» та «Крихке. Обережно!», якщо плитки упаковані в картонну тару.

Всю плитку постачають в упакованому вигляді. Плитки упаковують у картонні коробки, картонні ящики, або в термоусадкову плівку. Щоб забезпечить зберігання плиток при транспортуванні, можливо, за

узгодженням зі споживачем, інші види упакування,. У кожній упаковці повинні бути плитки одного форми і розміру, виду лицьової поверхні та кольору малюнка.

Приймання плиток проводять партіями. Керамічні плитки Партія повинна складатись з плиток одного розміру, форми, кольору, малюнка, виду лицьової поверхні, виготовлених за однією технологією та з одних і тих самих матеріалів.

Об'єм партії встановлюють у кількості не більше випуску однієї технологічної лінії за добу.

Кожна партія плиток повинна бути прийнята службою технічного контролю підприємства відповідно до вимог даного стандарту. Приймальний контроль здійснюють проведенням приймально-здавальних заходів за наступними показниками: зовнішній вигляд, розміри та правильність форми, водопоглинання.

Підприємство повинне проводити випробування керамічних плиток по одній партії з кожної лінії не рідше 1 разу на місяць за наступними показниками: зносостійкість; границя міцності при вигині; твердість глазури за шкалою Мооса; термічна та хімічна стійкість глазури.

Партію приймають, якщо в ній не менше 96% плиток, відібраних для контролю, відповідають вимогам.

2.3 Характеристика сировини, допоміжних матеріалів, енергетичних носіїв

Сировина, що використовується на підприємстві керамічних виробів, підрозділяється на допоміжну та основну. Основна сировина підрозділяється на пластичну і непластичну.

Пластичні матеріали – каолінові, тугоплавкі й легкоплавкі глини, вогнетривкі, в тому числі пластифікуючі добавки - бентоніти. Непластичні в залежності від характеру дії поділяються на опіснюючі (шамот, одержаний шляхом випалу каолінів та глин, кварцовий пісок, бій випалених виробів) і

плавні (польовий шпат або його замітники, крейда, тальк, пегматити, доломіт, тощо). Як опіснюючі добавки в сирій масі діють плавні [12].

Глини складаються з мінералів переважно силікатного походження. Глини – високодисперсний продукт розкладу та вивітрювання найрізноманітніших гірських порід (розмір часток – менше 0,02 мм). Гірські породи здатні утворювати у присутності води пластичну масу, яка зберігає надану їй форму, а після випалу і сушки набуває каменеподібних властивостей.

Високоякісні пластичні глини – є найкращою глинистою сировиною у виробництві плиток для підлоги ті, які мають високу зв'язну здатність та спікаються при низьких температурах.

Основною сировиною для виготовлення декорованої плитки є глиниста сировина. Глини поділяються на полі- і мономінеральні. Каолінітові глини малопридатні для виготовлення декорованої плитки, через те, що вони не спікаються при випалі до 1300 °С, в них присутні в незначній кількості луги. Також, каолінит-монтморилонітові та монтморилоніт-каолінітові глини є малопридатною сировиною для виробництва декорованої плитки. Маси з цих глин чутливі до випалу і сушіння. Ці глини містять велику кількість лужноземельних оксидів, тому ці маси мають короткий інтервал випалу.

Найкращими для виробництва є глини каолінит-гідрослюдистого та гідрослюдисто-каолінітового складу, та глини вказаного типу з невеликим вмістом монтморилоніту з вмістом Al_2O_3 18-35%. Ці глини є високодисперсними з великим вмістом часток розміром менше 1 мкм [13].

Маси на основі таких глин мають хороші сушильні властивості, добре пресуються, широкий інтервал випалу та мають низьку температуру спікання.

Для виробництва використовується глина Веселовського родовища. Це родовище розташоване недалеко (15 км) від міста Слов'янська, що в Донецькій області. Запаси сягають близько 13 мільйонів тон. Глиниста

товща родовища складена 2 шарами – нижнім та верхнім, кожен із них укладений між шарами різно-зернистих пісків і суглинків. Середня товщина кожного шару глин, складає 6-8 м.

Глина Веселовського родовища за складом є каолініт-гідрослюдиною з домішками кварцу, також можливі включення рутилу, циркону, анатазу, ільменіту, що говорить, про те, що вони належать до групи полімінеральних глин. Мінералогічний склад глини: каолін 48%, гідрослюда 29%, кварц 23%. Веселовська глина тонкодисперсна, тобто вміст часток з розмірами менше 1 мкм складає 62,3%. Якість декорованої плитки значною мірою залежить від вмісту фракцій менше одного мкм в масі. Оптимальна кількість даної фракції повинна лежати в межах 65-75%. Гранулометричний склад глини наступний: 1-0,5 мм – 0,12%, 0,5-0,2 мм – 0,74%, 0,2-0,05 мм – 5,21%, 0,05-0,01 мм – 3,98%, 0,01-0,005мм – 6,70%, 0,005-0,001 мм – 21,04%, менше 0,001мм – 62,21%.

На технологічні властивості сировини впливає її склад глинистих матеріалів - повітряну й вогневу усадку, пластичність, температуру, вогнетривкість, інтервал спікання, і визначає області можливого використання глини.

Хімічний склад Веселовської глини наведений в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Хімічний склад Веселовської глини

Назва матеріалу	Вміст оксидів, %								в. п. п, %	Σ	W, %
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O			
Веселовська глина	52,68	31,47	0,75	0,55	0,9	1,4	1,75	0,58	10,17	100	2,43

Як тугоплавкі так і вогнетривкі глини в якійсь мірі запісочені. Вплив кожної складової мінералогічного складу глинистих матеріалів визначається не тільки кількісно, а також фізичним станом цієї складової.

Дана глина має високий вміст SiO_2 , що вказує на те, що глина запісочена, отже готовий продукт буде мати високу міцність у висушеному та випаленому стані.

Високий відсотковий вміст Al_2O_3 (31,47%) зумовлює вогнетривкість глин. Після спікання Веселовської глини вона характеризується наступними показниками: при $t=1050^\circ\text{C}$ водопоглинання складає - 12,4%, при $t=1100^\circ\text{C}$ - 8,0%, при $t=1150^\circ\text{C}$ - 1,9%, при $t=1200^\circ\text{C}$ - 1,9%.

Сполуки Fe_2O_3 , які входять в склад глини у вигляді гідроксидів заліза - магнетиту, лимоніту, які знаходяться у тонко дисперсному стані, не мають негативний вплив, а також сприяють ранньому спіканню глини, знижують вогнетривкість глини та розширюють інтервал випалу.

Кварцовий пісок, нефеліновий сієніт та бій плитковий також входить складу сировинної суміші глини.

Нефеліновий сієніт ($\text{Na}[\text{AlSiO}_4]$) використовують в якості плавня, який являється гірською породою, в якій окрім мінералу нефеліну, міститься альбіт, мікроклін, слюди та інші мінерали. Починає спікатись нефеліновий сієніт при $t=1060^\circ\text{C}$, твердість по шкалі Мооса 6. В залежності від вмісту лугів, нефеліновий сієніт плавиться в інтервалі температур від 1150 до 1200°C . за рахунок власного переходу в розплав нефеліновий сієніт утворює розтоп. При випалі плавні утворюють легкоплавкої фази, знижують температуру випалу виробів, підвищують міцність черепка, густину випаленого виробу, та водопоглинання.

Кварцовий пісок - рихла сипуча порода, яка складається із зерен різного розміру та дрібних уламків, наявність сторонніх включень не допускається, вміст зерен розміром більше 10 мм не має перевищувати 1% по масі.

Бій плитковий та кварцовий пісок вводять як опіснювачі для того, щоб знизити садки при сушці та випалі, також вони беруть активну участь

в формуванні структури черепка виробу, але і в зміні властивостей маси, впливаючи на їх фізико-хімічні властивості.

2.4 Обґрунтування вибору технологічної схеми та способу виробництва

Метою магістерської дисертації є проектування заводу з виробництва декорованої плитки продуктивністю 1,4 млн. м² на рік. Актуальність даної проблеми визначається перспективою зросту попиту, а відповідно і зросту вимог до будівельної кераміки в усьому світі, а також постійному збільшенню об'ємів будівництва в країні.

Так як Україна прагне до закордонних стандартів, то й виробництво декорованої плитки буде здійснюватись за новими європейськими технологіями. Розмір плитки 400x400x8,5 мм. Плитки повинні мати правильну геометричну форму, точні розміри, чіткі кути та грані. Глазур не повинна мати пропусків, напливів, пухирців, недоливів. Колір глазури однотонних плиток має бути рівним, без плям. Щоб забезпечити краще зчеплення з цементним розчином зворотна сторона плиток виконується рельєфною.

Плитка формування методом напівсухого пресування, з прес-порошку вологістю 7%, що забезпечує економію енергії в процесі сушіння[14].

Глазурування розширює асортимент виробів та підвищує довговічність плиток. Декорована керамічна плитка має підвищені вимоги щодо глазури, в тому числі і до її зносостійкості та твердості.

Передбачено щільовий метод глазурування плиток за допомогою пристрою «Vela». За допомогою цього методу забезпечується найбільш якісне покриття. Пристрій дає можливість використовувати глазур підвищеної густини і застосовувати одно- і двостадійне нанесення глазури, не потрапляючи на зворотну сторону плитки. Це дозволяє уникнути операцій

зачистки та виключити можливість потрапляння глазури на ролики печі, що продовжить термін їх служби.

Якщо використовувати спосіб поливу при глазуруванні плиток, то витрата глазури зменшиться на 23-26%, у порівнянні, коли глазурування проводиться розпилювальним методом. Використовуючи метод поливу ми покращимо якість глазурованого покриття, також збільшимо сортність виробленої продукції.

Для здійснення випалу використовується роликова піч фірми «SACMI» з максимальною температурою випалу 1200 °С. Економія палива та енергозатрат здійснюється за рахунок використання енергозберігаючих пічних агрегатів [15].

Шлікерним способом готується прес-порошок з подальшим зневодненням в БРС (баштово-розпилювальній сушарці). Даний спосіб забезпечує високу ступінь помелу при багатоконпонентній шихті та високу однорідність маси, як за кольором, так і за властивостями. Цей спосіб найбільш надійний для виготовлення декорованих плиток, а також для використання глини непостійного складу, які в процесі підготовки прес-порошку усереднюють.

Порошок, який отримують в БРС, є практично монофракційним тому що розмір гранул від 0,05 до 0,5 мм. Порошок з баштово-розпилювальної сушарки не зависає в бункерах, менше розшаровується при транспортуванні, рівномірно заповнює прес-форми, це забезпечує отримання рівномірної поверхні плиток.

Витрати сировини на виготовлення продукції та зменшити її собівартість забезпечує технологічна схема, яка враховує використання відходів пресування та сушіння.

Покращенню переробки сировини, якості продукції, що випускається та усуненню важкої ручної праці буде приділена основна увага при проектуванні заводу.

2.4.1 Опис технологічної схеми. Теоретичні основи головних процесів виробництва

Технологічна схема виробництва декорованої плитки зображена на рисунку 2.1.

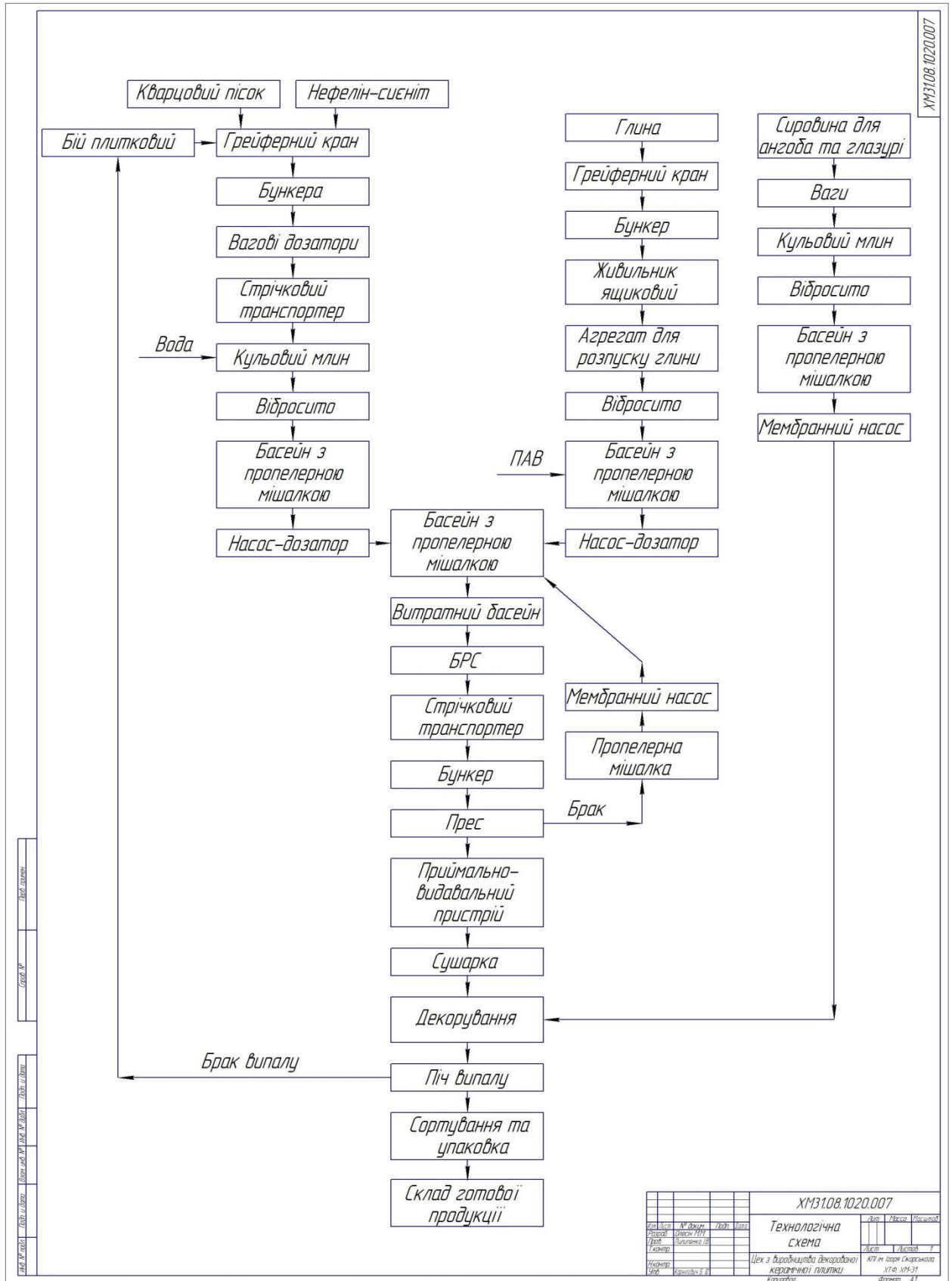


Рисунок 2.1 – Технологічна схема виробництва глазурованої плитки для підлоги.

2.4.2 Транспортування, приймання і зберігання сировини й матеріалів

За допомогою залізничного та автомобільного транспорту сировинні матеріали доставляються на завод.

Відділом технічного контролю здійснюється вхідний контроль сировини. Встановленою процедурою визначаються параметри контролю, вид і періодичність контролю, обсяг вибірки проб. На складах або на відкритих площадках з бетонними підлогами й перегородками зберігають прийняті матеріали та сировину, відповідно норм, конкретно для даного виду матеріалів та сировини, роздільно за видами і марками. Матеріали та сировина, які надходять повинні зберігатися в закритих складських приміщеннях окремо за марками й видами. Зберігання та транспортування сировинних матеріалів відбувається відповідно до технологічної інструкції для транспортування й зберігання сировинних матеріалів.

Розвантаження сировини відбувається відповідно до тех. інструкції по розвантаженню матеріалів та сировини. Залізнична лінія ретельно очищатися після кожного розвантаження. Сировини на складі повинно бути не менше, ніж на 1 місяць.

2.4.3 Приготування шлікеру

Грейферним краном глина з глиноскловища подається у бункер, звідки за допомогою ящикового живильника подається у камеру дроблення для розпуску глини. Для розпуску глини вода використовується з міської мережі. Після розпуску глиниста суспензія зливається в басейн, в якій знаходиться пропелерна мішалка, звідки, подається для зберігання у вертикальні силоси за допомогою пускового насоса.

Параметри глинистої суспензії: вологість 47 - 55 %; залишок на ситі №0063 не більше 0,9 - 1,6%.

Приготування маси передбачається роздільним методом. В мішалках з підігрівом, протягом 2 годин, глинисті компоненти розпускаються, що інтенсифікує процес розпуску.

Подрібнювання кам'янистих матеріалів відбувається в кульових млинах протягом 10 годин з проціджуванням через вібросито й змішуванням в басейні з глинистою суспензією.

За допомогою грейферного крану пісок зі складу сировини подається в бункери запасу. З бункерів сировинні матеріали відбираються встановленими порціями ваговими дозаторами і подаються на стрічковий транспортер. Потім сировина подається до кульових млинів.

Помел здійснюється за допомогою уралітових куль з діаметром 30 мм, процес помелу здійснюється протягом 10 год. Матеріал надходячи у млин, подрібнюється мелючими тілами, і переходить від завантажувального отвору до розвантажувального під тиском матеріалу, що надходить безупинно до агрегату. Параметри подрібненого шлікеру матеріалів: вологість 37 - 45%; залишок на ситі №0063 4-8%. В басейні із пропелерними мішалками проводиться злив подрібненого шлікеру, через пересувне вібросито-деферезатор. Для одержання однорідного шлікеру потрібно перемішувати компоненти у басейні протягом 15-20 хв.

Мембранним насосом готовий шлікер перекачується з басейну у вертикальний силос для зберігання через вібросито із сіткою 830 отворів/см². Параметри готового шлікеру: вологість 48-53%; залишок на ситі №0063 6-9%.

2.4.4 Приготування прес-порошку

Баштово-розпилювальну сушарку використовують для сушіння шлікеру, в ній поєднані усі процеси: гранулоутворення, зневоднення та просіювання. В башту розпилювальної сушарки подається шлікер, розпилюється, взаємодіє з теплоносієм і за декілька секунд висушується до заданої вологості. Порошок має стабільний гранулометричний склад, хороші пресувальні якості і рівномірну вологість. Шаруватість при цьому зменшується.

Продукти згорання природного газу використовують в якості теплоносія, які поступають в сушильну камеру від пальників.

В табл. 2.3 показані технологічні параметри режиму зневоднення шлікеру.

Таблиця 2.3 – Технологічні параметри режиму зневоднення шлікеру

БРС	Температурний режим	Гідравлічний режим
Верх	250-300 °С	0-0,5 кгс/м ²
Середина	300-350 °С	1-2 кгс/м ²
Низ	100-150 °С	15-20 кгс/м ²

На виході з баштової розпилювальної сушарки вологість прес-порошку становить 5-7%.

Підготовлений прес-порошок після баштової розпилювальної сушарки надходить у бункери запасу прес-порошку, де витримується не менше 8 годин. Якщо цього не дотримуватись, то під час процесу пресування – з'являються зриви на лицьовій поверхні.

2.4.5 Пресування плитки

Для просіювання та відбору частинок, які злиплись з бункеру запасу стрічковим транспортером, стрічковим живильником і елеватором прес-порошок подається на сито.

Після просіювання прес-порошок стрічковим транспортером проходить в прийомний бункер преса. Пресування здійснюється за допомогою гідравлічних пресів фірми SACMI PH500XL з загальним та питомим тиском відповідно 310-350 та 140-160 бар. Всі механізми та пристрої преса регулюються перед початком пресування. Пресування відбувається в дві стадії.

Рифлення повинне бути чітким. Бічні та лицьові поверхні штампів повинні бути гладкими та рівними. Товарний знак повинен бути зазначений на верхньому пуансоні.

Розміри відпресованих плиток, мм:

довжина – $400 \pm 0,3$;

ширина – $400 \pm 0,3$;

товщина – $8,5 \pm 0,25$.

Готові відпресовані плитки повинні мати чіткі грані й кути, правильну геометричну форму, не мати тріщин, опуклостей, щербин на лицьовій поверхні та зазубрин. Монтажна поверхня повинна бути з рифленням висотою не менш 0,3 мм.

Відпресовані плитки проходять очищення механічними щітками та проходять на наступний технологічний етап. В кульові млини повертаються відходи прес-порошку. У сушарку надходить відпресована плитка з вологістю 7%, де відбувається її сушіння.

2.4.6 Сушіння плитки

За допомогою приймально-розподільного механізму відпресована плитка розкладається в потоки перед подачею в сушарку. Для сушіння керамічних плиток розміром 400x400 мм призначена роликів сушарка, яка висушує виріб до вологості 1 %. Для сушіння плиток використовують повітря нагріте до 250°C, що в канали сушарки нагнітається вентиляторами.

Корпус сушарки складається з 7 металевих секцій з оснащених рециркуляційним вентилятором, теплоізоляцією, системою трубопроводів,

автоматичним пальником та термопар, які контролюють температуру повітря, що подається.

Витяжний вентилятор встановлений на 1 секції сушарки. На 5 секції встановлена система для охолодження висушеної плитки.

Газові блокові пальники MB.O.BS3AB фірми NBP (Італія) використовуються для нагрівання повітря. Блок пальника вмонтований у корпус, де встановлені електродвигун та вентилятори, вогнева частина, повітряна заслінка з ручною настройкою, реле тиску повітря, блок керування із кнопкою блокування.

Технічне обслуговування включає операції, які забезпечують нормальні робочі умови та оптимальну ефективність виробничого і контрольного обладнання.

Головні операції: контроль натяжки ременів приводу; контроль з'єднання між валами приводу; контроль цілісності пружин в бусолі ролика; контроль зносу конусних шестерень; змазка підшипників вентиляторів; контроль герметичної ізоляції.

Висушений напівфабрикат системою транспортерів подаються на глазурування та випал у роликовій печі.

2.4.7 Декорування плиток

Плитка декорується методом поливу. При методі поливу використовується глазур підвищеної густини, що не дає глазури потрапляє на зворотну сторону плитки. Завдяки цьому не потрібно робити зачистку тильної сторони плитки і глазур не потрапляє на ролики печі при випалі, що збільшує термін їх служби. Декорування випалених плиток здійснюється на декорувальному конвеєрі довжиною 50 м. На лінію готовий декор надходить із цеху масозаготівлі. Перед подачею на лінію його перемішують в ємностях протягом 10 хвилин. Декор, який знаходиться в басейні з пропелерною мішалкою перекачується мембранним насосом в камеру для декорування методом поливу. Декор наноситься струменем, що рівномірно витікає через

щілину пристрою для декорування. Для зрошення плитки водою на початку декорувального конвеєра знаходиться камера. Залежно від температури плитки та водопоглинання в лабораторії встановлюється інтенсивність зволоження. Декор наноситься за допомогою пристрою «ROTOCOLOR». Рольгангом здійснюється транспортування виробів, що приводиться в рух приводом.

2.4.8 Випал плиток

Випал декорованої плитки відбувається в роликовій газовій печі в окиснювальному середовищі, без видимого факела полум'я, з надлишком повітря ($K = 1,1$), при повному згорянні палива. Тривалість випалу складає 45 хв при $t=1200^{\circ}\text{C}$. Роликова газова піч FMS фірми SACMI встановлена для випалу плитки, яка використовується для випалу керамічних плиток розміром від 150x150 мм до 600x600 мм.

Корпус основного агрегату складається з 50 секцій. Кожна секція, яка складається з металічного каркасу футерованого шамотним легковагом, від робочої температури всередині секції залежить ширина футерівки. Зовні секція облицьована металічними листами.

До складу печі входить система подачі, система приводу ролика та регулювання газу, система подачі повітря на горіння, система відводу димових газів, система охолодження продукції, що випускається, комплект газових пальників SITI 61400. Роликова піч має один канал, відбувається випал керамічних виробів. Рольгангом здійснюється транспортування продукції по каналу печі, який приводиться в рух приводом, котрий складається з редуктора, варіатора та електродвигуна. Обертальні рухи від електродвигуна, через ланцюгову передачу, передаються на вал, від якого на ролики[16].

За температурною кривою «температура-час» відбувається процес випалу, тому піч поділена на 4 технологічні зони: відбору відпрацьованих газів; попереднього підігріву; випалу; охолодження.

Нагрівання плиток починається в 1 зоні. Повітря в печі відбирається в зворотному до напрямку руху плиток в ній. Тут відпрацьовані гази поступають на керамічну плитку, де проходить її перший нагрів шляхом конвекції за умов відсутності полум'я. В присутності полум'я на стадію поступового нагріву зі стадії конвекційного нагріву керамічна плитка переходить в зоні попереднього підігріву. Плитка нагрівається до температури 900°C. В даній зоні система спалення газу передбачає встановлення пальників під рольгангом для того, щоб плавного нагрівання плиток[17].

Після зони підігріву починається зона для випалу, в якій досягається максимальний показник температури – 1200°C. Щоб досягти швидко необхідної температури, в даній зоні пальники встановлюються під та над рольгангом. Пальники фірми SITI 61400 встановлюються на роликівій печі.

По повітряному та газовому колектору відбувається підвід повітря та газу. Від повітряного та газового колектора до кожного пальника зроблено окремий отвір. При будь-якій аварійній ситуації передбачено пристрій безпеки, через який подається газ, який припиняє його подачу.

Шторками називаються так звані пороги за допомогою яких відбувається розділення зон випалу та охолодження. Відразу після зони випалу у роликівій печі відбувається охолодження матеріалу відповідно до кривої випалу, через це охолодження плитки відбувається в різних зонах: в зоні швидкого охолодження, в зоні швидкого охолодження, в зоні модульного охолодження, в зоні протиточного охолодження та в зоні остаточного охолодження.

Вентилятором подається відфільтроване та чисте повітря в зону швидкого охолодження, яке складається з кільця повітряного колектора. Подача повітря регулюється заслонкою. Виріб охолоджується прямим потоком повітря, де, в кінці цієї зони температура виробу набуває 600°C.

З кільця повітряного колектора також складається модульне охолодження. За допомогою витяжного вентилятора по трубах з отворами

відбувається відбір теплого повітря. В даній зоні відбувається перетворення вільного кварцу. Система охолодження в цій зоні служить також як сполучна ланка, а значить, і для вирівнювання перепадів температури кривої випалу. Охолоджувальна дія відбувається безперервно і продовжується до ти, поки температура не знизиться до рівня, приблизно 500°C.

В зону протиточного охолодження подається повітря під тиском для того, щоб покращити швидкісне охолодження перетвореного матеріалу, що подається та нагрівається внаслідок тепловіддачі.

Вентиляторами, які встановлені на стінках каналу подається багато холодного повітря в камеру, яка являє собою зоною остаточного охолодження.

2.4.9 Фазові та хімічні перетворення, що відбуваються при випалі

Від хімічного та фазового складу глинистих компонентів та наявності домішок при нагріванні та спіканні глини структура зазнає змін. Виділяють 6 основних типів реакцій:

- виділення води з глинистої маси;
- згорання домішок (органічних речовин);
- виділення води (конституційної) з кристалічної частини глиноутворюючих мінералів;
- розклад продуктів дегідратації мінералів;
- шляхом взаємної дифузії іонів утворюється евтектичний розплав;
- виникнення нових кристалічних фаз.

Біля 800°C починається реакція декарбонізації карбонат кальцію, що міститься у глинах і досягає максимального значення ендоефекту при 900 - 950°C.

В інтервалі температур 100 - 200°C дуже бурхливо виділяється велика кількість водяної пари, що виділяється з гігроскопічної вологи, це може погано вплинути на виріб, а саме – розірвати його з характерним звуком лопання. Цей процес є найбільш небезпечний для виробу на етапі

швидкісного випалу. Але його можна усунути з режиму випалу, якщо сушку плитки завершити при температурі 200-220°C і у випал поступить повністю висушений виріб[18].

При $t=300^{\circ}\text{C}$ та $t=400^{\circ}\text{C}$ проходить 2 реакція – згорання органічних домішок, яка має екзотермічний ефект. Часто частина домішок проявляється та залишається у вигляді темно-сірої серцевини в зламі виробу. Дана реакція має здатність гальмувати швидкісний випал при сповільненому згорянні органічних включень, коли вони обвуглюються і переходять в графіт.

Період 3 реакції – дегідратація повинна проходити повільно тільки тоді, коли у вузькому інтервалі температур виділяється конституційна вода. Цей період знаходиться в інтервалі температур від 450 до 700°C.

Від початку температури дегідратації до 900°C проходить реакція виділення аморфної речовини, яка є продуктом розпаду кристалічних глиноутворюючих мінералів.

При температурі 700 - 750°C проходить утворення поліевтектичного розплаву та дозрівання виробу, що є 5 – найважливішою реакцією. Найкращі умови реакції при температурі витримки виробу 960 - 985°C, завершальна стадія це – період «гартування», коли починається охолодження виробу.

Реакції 6 типу – утворення нових кристалічних фаз які в незначних кількостях виражені у виробках, що обпалюються до 1000°. Проте такі реакції все ж таки можуть мати місце: кристалізація гематиту Fe_2O_3 , вюститу FeO і утворення фаяліту $2\text{FeO}\cdot\text{SiO}_2$ при температурах близьких до 900°C. В інтервалі 850 - 1050°C з'являється фаза кристаболіту та з 950 - 1000°C – фаза шпінелі за наявності в глині магнезитової складової. До реакцій даного типу входять оборотний перехід β - α -кварц, який має велике значення для якості виробу з сильно запісоченої глини.

2.4.10 Сортування та пакування готової продукції

Плитка ретельно сортується перед поступанням на ділянку пакування та на склад. При сортуванні вирішується три основні завдання:

- забраковка дефектних виробів;
- розподіл плитки на перший та нижчі сорти;
- Збирання кожного сорту плитки в партії.

Контроль якості готових виробів відбувається візуально на ділянці дефектоскопа. Плитку мітять маркерами на браковану і другосортну, після чого брак утилізують, а решту розділяють по сортності і пакують.

Сортування продукції відбувається за зовнішнім виглядом передньої поверхні за допомогою сортувальника на сортувальній лінії.

Плитки одного кольору, розміру, тону, і сорту пакується в картонні коробки, укладається вертикально на грань близько один до одного. Упаковані в коробки плитки складаються на піддони.

На нижню поверхню кожної плитки має бути проштампований товарний знак виробника. Кожна коробка повинна бути заклеєна ярликом, на якому вказуються: назва і товарний знак виробника; назва виробу; дата виготовлення і зміну; рисунок, колір, сорт, розміри; кількість виробів, м² (шт.); маркування стандарту; попереджувальні знаки «Обережно, крихке!», «Боїться вологи». На ярлику вказується: «При обробних роботах не рекомендується використовувати клей «Бустілат» і інші синтетичні клеї і мастики». Ярлик має бути міцно приклеєний на коробці.

Упаковані плитки мають зберігатися в умовах захисту від механічних пошкоджень, впливу низької і високої температури і агресивного середовища. Висота штабелю не має перевищувати: транспортними пакетами два яруси; в коробках десять ярусів[10].

2.5 Матеріальний баланс виробництва

Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу виробництва представлені в табл. 2.4 та 2.5 .

Таблиця 2.4 - Основні параметри виробництва

Параметри	Позначення	Значення
Продуктивність цеху, м ² /рік	<i>P</i>	1 400 000
Маса 1 м ² плиток, кг	<i>m</i>	20,3
Вміст поливи на керамічному черепку, %	<i>П</i>	5,0
Вологість прес-порошку, %	<i>W₁</i>	7
Вологість шлікеру, %	<i>W_ш</i>	48
Вогневе і повітряне зсідання плиток, %	<i>ЗС</i>	6
Густина шлікеру, кг/м ³	<i>ρ_ш</i>	1470
Насипна маса прес-порошку, кг/м ³	<i>ρ_п</i>	1150

Таблиця 2.5.- Норми браку та витрат

Види браку і витрат	Позначення	Значення, %
Складські втрати продукції	<i>B₁</i>	0,1
Брак під час випалу	<i>B₂</i>	3
Брак під час пресування і сушіння	<i>B₃</i>	3,5
Зворотні втрати	<i>B₃₁</i>	95,5
Втрати в бункерах під час транспортування	<i>B₄</i>	0,2
Втрати в масозаготівельному цеху	<i>B₅</i>	0,4
Втрати на складі сировини	<i>B₆</i>	0,2

Склад і характеристика компонентів маси представлені в табл. 2.6

Таблиця 2.6 - Склад і характеристика компонентів маси

Назва матеріалу	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	В.П.П.	сума	склад маси,
Веселовська глина	52,68	31,47	0,75	0,55	0,9	1,4	1,75	0,58	10,17	100	63,7%
Бій плитки	63,58	30,43	0,88	0,64	1,1	0,8	1,83	0,74	–	100	3,2%
Кварц. пісок	97,7	0,78	0,48	0,081	0,44	0,05	0,31	0,019	0,14	100	22,4%
нефеліновий сієніт	57,5	25,3	0,08	–	0,7	0,1	5,1	10,5	0,72	100	10,7%

Розрахуємо хімічний склад шихти:

Хімічний склад шихти для виробництва керамічної плитки представлений в табл. 2.7

Таблиця 2.7 -Хімічний склад шихти для виробництва плитки

Назва	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	В.П.П.	Σ
%	63,63	23,9	0,62	0,38	0,78	0,93	1,79	1,52	6,45	100

Розрахуємо матеріальний баланс виробництва керамічної плитки[19]:

1. Маса глазурованої плитки для підлоги, що виробляється за рік становитиме

$$M_p = mP$$

$$M_p = m1400000$$

де m - маса 1 м² плитки, кг/м²;

P - річна продуктивність цеху, м²/рік.

$$M_p = 20,3 \cdot 1400000 = 28420000 \text{ кг/рік} = 28420 \text{ т/рік}$$

2. Маса і кількість (площа) плитки, яка надходить на склад із врахуванням відсотку втрат під час транспортування і зберігання готової продукції (B_1) становитиме:

$$M_1 = \frac{M_p \cdot 100}{100 - B_1}$$

$$M_1 = \frac{28420000 \cdot 100}{100 - 0,1} = 28448448 \text{ кг/рік}$$

площа цієї ж плитки дорівнює:

$$N_1 = \frac{P \cdot 100}{100 - B_1}$$

$$N_1 = \frac{1400000 \cdot 100}{100 - 0,1} = 1401401 \text{ м}^2/\text{рік}$$

3. Маса і площа плитки, що виходять з печі з врахуванням відсотку браку під час випалу (B_2) складе (без врахування В.П.П.):

$$M_2 = \frac{M_1 \cdot 100}{100 - B_2}$$

$$M_2 = \frac{24448448 \cdot 100}{100 - 3} = 29328297 \text{ кг/рік}$$

площа плитки, що виходить з печі дорівнює (без врахування зсідання при випалі):

$$N_2 = \frac{N_1 \cdot 100}{100 - B_2}$$

$$N_2 = \frac{1401401 \cdot 100}{100 - 3} = 1444743,3 \text{ м}^2 / \text{рік}$$

маса браку випалу за рік становитиме:

$$M_{BB} = M_2 - M_1$$

$$M_{BB} = 29328297 - 28448448 = 879849 \text{ кг} / \text{рік}$$

4. Маса плитки, яка виходять з печі без полив'яного покриття із врахуванням відсотку вмісту поливи на керамічному черепку (П) складе:

$$M_3 = \frac{M_2 \cdot (100 - П)}{100}$$

$$M_3 = \frac{29328297 \cdot (100 - 5)}{100} = 27861882,15 \text{ кг} / \text{рік}$$

маса поливу на керамічній плитці становитиме:

$$M_{II} = M_2 - M_3$$

$$M_{II} = 29328297 - 27861882,15 = 1466414,85 \text{ кг} / \text{рік}$$

5. Маса абсолютно сухого матеріалу (без полив'яного покриття), що надходить на випал із врахуванням втрат при прожарюванні (В.П.П.) маси буде дорівнювати:

$$M_4 = \frac{M_3 \cdot 100}{100 - В.П.П.}$$

$$M_4 = \frac{27861882,15 \cdot 100}{100 - 6,45} = 29782877,77 \text{ кг} / \text{рік}$$

6. Маса сирцю, який надходить у сушарку з вологістю (W_1) складе:

$$M_5 = \frac{M_4 \cdot 100}{100 - W_1}$$

$$M_5 = \frac{29782877,77 \cdot 100}{100 - 7} = 32024599,75 \text{ кг} / \text{рік}$$

7. Маса прес-порошку, що надходить на пресування і кількість відпресованої плитки з врахуванням відсотку браку під час пресування і сушіння (B_3) становитиме:

$$M_6 = \frac{M_5 \cdot 100}{100 - B_3}$$

$$M_6 = \frac{32024599,75 \cdot 100}{100 - 3,5} = 33186113,73 \text{ кг/рік}$$

ця ж кількість плитки в одиницях площі дорівнює:

$$N_3 = \frac{N_2 \cdot 100}{100 - B_3}$$

$$N_3 = \frac{1444743,3 \cdot 100}{100 - 3,5} = 1497143,31 \text{ м}^2/\text{рік}$$

об'єм прес-порошку для пресування:

$$V_{П1} = \frac{M_6}{\rho_{П}}$$

$$V_{П1} = \frac{33186113,73}{1150} = 28857,5 \text{ м}^3/\text{рік}$$

де $\rho_{П}$ - насипна густина прес-порошку, кг/м³.

маса браку пресування і сушіння ($M_{БПС}$) буде дорівнювати:

$$M_{БПС} = M_6 - M_5$$

$$M_{БПС} = 33186113,73 - 32024599,75 = 1161513,98 \text{ кг/рік}$$

у тому числі зворотні втрати при цих операціях:

$$M_{31} = \frac{M_{БПС} \cdot B_{31}}{100}$$

$$M_{31} = \frac{1161513,98 \cdot 95,5}{100} = 1109245,85 \text{ кг/рік}$$

площа відпресованої сирієї плитки, враховуючи відсоток вогневого і повітряного зсідання (ZC) становитиме:

$$N_4 = \frac{N_3 \cdot 100}{100 - 3C}$$

$$N_4 = \frac{1497143,31 \cdot 100}{100 - 6} = 1592705,65 \text{ м}^2 / \text{рік}$$

8. Маса прес-порошку, що виходить з баштової сушарки з врахуванням відсотку втрат його в бункерах і під час транспортування

$$M_7 = \frac{M_6 \cdot 100}{100 - B_4}$$

$$M_7 = \frac{33186113,73 \cdot 100}{100 - 0,2} = 33252619 \text{ кг} / \text{рік}$$

9. Маса шлікеру, який подають у баштову сушарку при вологості шлікеру (W_{III}) становитиме:

$$M_8 = \frac{M_6 \cdot (100 - W_1)}{100 - W_{III}}$$

$$M_8 = \frac{33186113,73 \cdot (100 - 7)}{100 - 48} = 59352088 \text{ кг} / \text{рік}$$

об'єм шлікеру, що подається в баштову сушарку:

$$V_{III1} = \frac{M_8}{\rho_{III}}$$

де ρ_{III} - густина шлікеру, $\text{кг}/\text{м}^3$

$$V_{III1} = \frac{59352088}{1470} = 40375,57 \text{ м}^3 / \text{рік}$$

10. Маса шлікеру, яку необхідно приготувати з врахуванням зворотних втрат під час пресування і сушіння складе:

$$M_9 = M_8 - \frac{M_{31} \cdot (100 - W_1)}{100 - W_{III}}$$

$$M_9 = 59352088 - \frac{1109245,85 \cdot (100 - 7)}{100 - 48} = 57368244,46 \text{ кг} / \text{рік}$$

об'єм шлікеру, що потрібно приготувати:

$$V_{Ш2} = \frac{M_9}{\rho_{Ш}}$$

$$V_{Ш2} = \frac{57368244,46}{1470} = 39026 \text{ м}^3 / \text{рік}$$

11. Маса шлікеру, яку необхідно приготувати з врахуванням відсотку втрат на масозаготівельній ділянці (B_5) буде дорівнювати:

$$M_{10} = \frac{M_9 \cdot 100}{100 - B_5}$$

$$M_{10} = \frac{57368244,46 \cdot 100}{100 - 0,4} = 57598639 \text{ кг} / \text{рік}$$

12. Маса компонентів, які необхідно подати на масозаготівельну ділянку, в абсолютно сухому виді розраховуємо за формулою:

$$M_{11} = \frac{M_{10} \cdot (100 - W_1)}{100}$$

$$M_{11} = \frac{57598639 \cdot (100 - 48)}{100} = 29951292,28 \text{ кг} / \text{рік}$$

Після цього згідно із шихтовим складом маси розраховуємо річну потребу у кожному компоненті в абсолютно сухому стані за загальною формулою:

$$M_i = M_{11} \cdot k_i$$

де: M_i - маса і-го компонента, k_i доля і-го компонента в шихті.

Веселівська глина

$$M_{ГЛ} = 29951292,28 \cdot 0,637 = 19078973,2 \text{ кг} / \text{рік}$$

Бій плитки

$$M_{БП} = 29951292,28 \cdot 0,032 = 958441,35 \text{ кг} / \text{рік}$$

Кварцевий пісок

$$M_{КП} = 29951292,28 \cdot 0,224 = 6709089,5 \text{ кг} / \text{рік}$$

Нефеліновий сієніт

$$M_{HC} = 29951292,28 \cdot 0,107 = 3204788,23 \text{ кг/рік}$$

З врахуванням вологості в масозаготівельний цех слід подати:

$$M_{ГЛ}^w = \frac{M_{ГЛ} \cdot 100}{100 - W_{ГЛ}}$$

де $W_{ГЛ}$ — відносна вологість глини, %.

Веселівська глина

$$M_{ГЛ}^w = \frac{19078973,2 \cdot 100}{100 - 19} = 23554288,27 \text{ кг/рік}$$

Бій плитки

$$M_{БП}^w = \frac{958441,35 \cdot 100}{100 - 0,5} = 963257,64 \text{ кг/рік}$$

Кварцевий пісок

$$M_{КП}^w = \frac{6709089,5 \cdot 100}{100 - 6} = 7137329,25 \text{ кг/рік}$$

Нефеліновий сієніт

$$M_{HC}^w = \frac{3204788,23 \cdot 100}{100 - 4} = 3338321 \text{ кг/рік}$$

13. Маса компонентів, які необхідно подати на склад сировини з врахуванням відсотку втрат B_6 буде дорівнювати:

$$M_{12}^{ГЛ} = \frac{M_{ГЛ}^w \cdot 100}{100 - B_6}$$

Веселівського глина

$$M_{12}^{ГЛ} = \frac{23554288,27 \cdot 100}{100 - 0,2} = 23601491,25 \text{ кг/рік}$$

Бій плитки

$$M_{12}^{БП} = \frac{963257,64 \cdot 100}{100 - 0,2} = 965188 \text{ кг} / \text{рік}$$

Кварцовий пісок

$$M_{12}^{КП} = \frac{7137329,25 \cdot 100}{100 - 0,2} = 7151632,5 \text{ кг} / \text{рік}$$

Нефеліновий сієніт

$$M_{12}^{НС} = \frac{3338321 \cdot 100}{100 - 0,2} = 3345011 \text{ кг} / \text{рік}$$

14. Питомі витрати сировини на 1 м² плиток складуть:

$$Q_{ГЛ} = \frac{M_{12}^{ГЛ}}{P}$$

Веселівська глина

$$Q_{ГЛ} = \frac{23601491,25}{1400000} = 16,85 \text{ кг} / \text{м}^2$$

Бій плитки

$$Q_{БП} = \frac{965188}{1400000} = 0,69 \text{ кг} / \text{м}^2$$

Кварцевий пісок

$$Q_{КП} = \frac{7151632,5}{1400000} = 5,1 \text{ кг} / \text{м}^2$$

Нефеліновий сієніт

$$Q_{НС} = \frac{3345011}{1400000} = 2,38 \text{ кг} / \text{м}^2$$

Таблиця 2.8 – Матеріальний баланс виробництва

№ п/п	Технологічна стадія	Режим роботи цеху			Одиниці виміру	Подати матеріалів				
		днів у році	змін у добу	годин у зміну		на рік	на місяць	на добу	за зміну	за годину
1	Подача на склад сировини:	270	2	8						
	Веселівська глина				т	23601,49	1966,79	87,41	43,71	5,46
	Бій плитки				т	965,19	80,43	3,57	1,79	0,22
	Кварцовий пісок				т	7151,63	595,97	26,49	13,24	1,66
	нефеліновий сієніт				т	3345,01	278,75	12,39	6,19	0,77
2	Подача глини на розпуск	350	3	8	т	23601,49	1966,79	67,43	22,48	2,81
3	Подача в кульовий млин:	350	3	8						
	Бій плитки				т	965,19	80,43	2,76	0,92	0,11
	Кварцовий пісок				т	7151,63	595,97	20,43	6,81	0,85
	нефеліновий сієніт				т	3345,01	278,75	9,56	3,19	0,40
4	Приготування шлікеру	350	3	8	т	57368,24	4780,69	163,91	54,64	6,83
					м ³	39026,00	3252,17	111,50	37,17	4,65
5	Подача шлікеру в БРС	350	3	8	т	59352,09	4946,01	169,58	56,53	7,07
					м ³	40375,57	3364,63	115,36	38,45	4,81
6	Подача прес-порошку на преси	350	3	8	т	33186,11	2765,51	94,82	31,61	3,95
					м ³	28857,50	2404,79	82,45	27,48	3,44
7	Відпресувати плиток	350	3	8	т	33186,11	2765,51	94,82	31,61	3,95
					м ²	1497143,31	124761,94	4277,55	1425,85	178,23
8	Подача виробів на сушіння та випал	350	3	8	т	32024,60	2668,72	91,50	30,50	3,81
					м ²	1592705,65	132725,47	4550,59	1516,86	189,61
9	Подача плиток на склад	350	3	8	т	28448,45	2370,70	81,28	27,09	3,39
					м ²	1401401,00	116783,42	4004,00	1334,67	166,83

ХМЗ1.11.1020.001 ПЗ

2.5.1 Розрахунок основного тепло-технологічного агрегату

1. Масозаготівельна частина:

Для завантаження сировини зі складу в бункери використовуємо грейферний кран[20].

Технічна характеристика крану В-660:

– вантажопідйомність, т	5
– місткість ковша, м ³	2
– загальна потужність, кВт	55
– число обертів, об/хв.	1500

Розрахуємо кількість кранів, яка забезпечить дану продуктивність, при 8-ми годинному робочому дні.

$$N = \frac{M_r}{g \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot n}, \text{ шт}$$

де, M_r – годинна витрата маси матеріалу;

g – паспортна продуктивність устаткування;

K_1 – коефіцієнт експлуатації устаткування;

K_2 – коефіцієнт завантаження устаткування;

n – кількість циклів завантаження на годину (приймаємо – 5)

$$N = \frac{5,46 + 0,22 + 1,66 + 0,77}{5 \cdot 0,9 \cdot 0,95 \cdot 5} = 0,379$$

Обираємо один грейферний кран

Розрахуємо об'єм бункерів запасу з урахуванням зберігання 8 годин:

$$V = \frac{m \cdot \tau}{\rho \cdot K}$$

де: m – маса сировини, що надходить на склад за годину;

τ – нормативна тривалість зберігання сировини в бункері;

ρ – густина матеріалу;

K – коефіцієнт заповнення бункера (0,8 – 0,9);

Для Веселівської глини

$$V = \frac{5,46 \cdot 1}{1,8 \cdot 0,9} = 3,37 \text{ м}^3$$

Для кварцового піску

$$V = \frac{1,66 \cdot 4}{2 \cdot 0,9} = 3,69 \text{ м}^3$$

Для нифелін-сієніту

$$V = \frac{0,77 \cdot 8}{2,6 \cdot 0,7} = 3,38 \text{ м}^3$$

Для бою плиточного

$$V = \frac{0,22 \cdot 8}{2,1 \cdot 0,9} = 0,93 \text{ м}^3$$

Для кожного виду сировини встановлюємо окремий бункер об'ємом 4 м³.

2. Приготування глиняного шлікеру.

Розраховуємо кількість ящикових живильників:

Технічна характеристика ящикового живильника СМ – 1092

- продуктивність, м³/год 14
- об'єм ящика, м³ 2,9
- електродвигун N=4 кВт, n=750 об/хв.

Кількість живильників на для глини розраховуємо за формулою:

$$N = \frac{m}{P \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot \rho}$$

P – продуктивність, м³/год;

ρ – густина матеріалу;

K₁, K₂ – коефіцієнти;

$$N_{\text{гл}} = \frac{5,46}{15 \cdot 0,9 \cdot 0,8 \cdot 1,8} = 0,28$$

Встановлюємо 1 ящиковий живильник для кожного сировинного матеріалу.

Під кожним бункером запасу підвішується ваговий стрічковий дозатор марки СВ – 110.

Технічні характеристики вагового стрічкового дозатора:

- продуктивність, т/год 5

- електродвигун $N = 0,6$ кВт, $n = 1500$ об/хв.

Виходячи з матеріального балансу виробництва розрахуємо кількість дозаторів для кожного сировинного матеріалу по тому, який використовується найбільше:

$$N = \frac{m}{P \cdot K_1 \cdot K_2}$$

P – продуктивність м³/год;

K_1, K_2 – коефіцієнти;

$$N = \frac{1,66}{5 \cdot 0,95 \cdot 0,9} = 0,39$$

Встановлюємо по 1 дозатору для кожного компонента.

Вибираємо для помелу матеріалів кульовий млин TNMP – 24.

Технічні характеристики млина:

- корисний об'єм камери, м³ 8,2
- загрузка матеріалу по сухій вазі, кг 4200
- електродвигун (потужність), кВт 14

Продуктивність млина:

$$P = \frac{m}{\tau_n} = \frac{4200}{8} = 525 \text{ , кг/год}$$

Кількість млинів становить:

$$n = \frac{M_r}{P} = \frac{0,22 + 1,66 + 0,77}{0,525} = 5,22 \text{ , шт.}$$

Встановлюємо 6 робочих млинів і один запасний.

Шлікер з млинів через вібросито і насоси поступає в спеціальні ємності для зберігання шлікеру.

Технічна характеристика вібросита СМ – 478

- продуктивність, м³/год 30
- електродвигун $N = 0,5$ кВт, $n = 1700$ об/хв.

$$N = \frac{V_{шлік}}{P \cdot K_1 \cdot K_2}$$

$$N = \frac{5,16}{30 \cdot 0,8 \cdot 0,9} = 0,238$$

Встановлюємо 4 вібросита з насосами по 1 на 2 млини.

Після кульового млина, пройшовши через вібросито, глинистий шлікер поступає в басейн з пропелерною мішалкою RVP-750. Час перебування шлікеру в басейні складає 30 хв. Там відбувається перемішування його з гідрофобізатором.

Технічна характеристика басейну з пропелерною мішалкою CM - 900:

- діаметр гвинта, мм 750
- об'єм, м³ 12
- електродвигун N = 11 кВт, n = 319,8 об/хв.

$$n = \frac{V \cdot \tau}{24 \cdot V_p \cdot K_3}$$

V – подати шлікеру, м³ за добу;

V_p – об'єм басейну по паспорту, м³;

K₃ – коефіцієнт використання;

τ – час перебування шлікеру в басейні, год.

$$n = \frac{123,91 \cdot 0,5}{24 \cdot 12 \cdot 0,9} = 0,24 \text{шт}$$

Встановлюємо 1 басейн з об'ємом 12 м³.

Для відкачування шлікеру з басейна вибираємо відцентровий насос 5ПВ10 з характеристикою:

- продуктивність, м³/год 20
- електродвигун N = 30 кВт, n = 90 об/хв.

$$n = \frac{m/4 \cdot 0,5}{P \cdot K \cdot g_{шлік}}$$

m – подати шлікеру, т на добу;

P – продуктивність;

K – коефіцієнт використання;

g_{шлік} – маса шлікеру, що виготовляється за добу

$$n = \frac{123,91 / 4 \cdot 0,5}{20 \cdot 0,9 \cdot 1,5} = 0,57 \text{шт}$$

Встановлюємо 1 насос.

3. Приготування прес-порошку.

Розрахуємо кількість баштових розпилюючих сушарок.

Технічна характеристика БРС:

- продуктивність, т/год. 11
- об'єм сушильної башти, м³ 690.

$$n = \frac{m}{P \cdot K_1 \cdot K_2}$$

m – подати прес-порошку, т на годину;

P – продуктивність;

K₁, K₂ – коефіцієнти;

$$n = \frac{4,39}{11 \cdot 0,95 \cdot 0,9} = 0,46 \text{ шт}$$

Встановлюємо 1 БРС.

Визначаємо об'єм бункера запасу прес-порошку для 3-х добового зберігання:

$$V = 1,11 \frac{P \cdot \tau}{\rho}$$

τ – нормативна тривалість зберігання сировини в бункері;

ρ – насипна густина матеріалу;

P – продуктивність по прес-порошку, т/год.

$$V = 1,11 \frac{4,39 \cdot 72}{1,150} = 305,08 \text{ м}^3$$

Встановлюємо 3 бункери діаметром 6 м та висотою 6 м.

4. Пресування плитки

Технічна характеристика преса VIS1000:

- кількість пресувань, шт./хв. 25
- кількість прес-форм, шт. 3

За одну годину прес формує:

$$3 \cdot 25 \cdot 60 = 3000 \text{ шт./год.}$$

Переведемо продуктивність преса в м²:

$$3000 \cdot 0,09 = 270 \text{ м}^2/\text{год.}$$

$$n = \frac{S}{S_x \cdot K}$$

S – кількість плиток, яку необхідно відпресувати, m^2 за годину;

S_x – продуктивність преса, m^2 за годину;

K – коефіцієнт.

$$n = \frac{190,96}{270 \cdot 0,98} = 0,72шт$$

Встановлюємо один робочий прес і один запасний.

Встановлюємо одну поточно-конвеєрну лінію.

5. Сушіння плитки

Робимо розрахунок сушарки. Питома продуктивність сушарки:

$$G = \frac{Q \cdot 100 \cdot Z_1}{Z_2 \cdot (100 - m)}$$

Q – продуктивність сушарки, $m^2/рік$;

Z_1 – час сушіння, год;

Z_2 – річний фонд часу роботи, год.;

m – відсоток браку при сушінні, %.

$$G = \frac{1592705,65 \cdot 100 \cdot 0,08}{8400 \cdot (100 - 4)} = 15,8m^2$$

Корисна площа сушарки:

$$S_n = \frac{G_n}{\rho}$$

ρ – щільність садки, m^2/m^2 ;

$$S_n = \frac{15,8}{0,9} = 17,55m^2$$

Довжина сушарки:

$$L = \frac{S_n}{B}$$

B – ширина каналу;

$$L = \frac{18,8}{1,5} = 12,53m$$

6. Розрахунок площ складів сировини:

Площу відсіку обчислюють за формулою:

$$S = \frac{Q_v \cdot n_c}{h \cdot K_p}$$

Q – добова витрата сировини, m^3 ;

n_c – нормативний запас сировини, діб;
 h – висота засипання сировини, м;
 K_p – коефіцієнт розпушування сировини (0,4 – 0,6).

Для Веселівської глини

$$S = \frac{92,64 / 1,7 \cdot 30}{5 \cdot 0,5} = 653,92 \text{ м}^2$$

Для кварцового піску

$$S = \frac{30,88 / 2 \cdot 30}{5 \cdot 0,5} = 185,28 \text{ м}^2$$

Для нифелін-сієніту

$$S = \frac{15,44 / 2,6 \cdot 30}{5 \cdot 0,5} = 71,26 \text{ м}^2$$

Для бія плиточного

$$S = \frac{3,72 / 2,1 \cdot 30}{5 \cdot 0,5} = 21,25 \text{ м}^2$$

Площа (S_{MAT}), відведена під сировину, розраховується як сама сума площ відсіків усіх сировинних матеріалів. Площа складу зайнята під обладнання (S_{OBL}) і транспортні під'їзні шляхи (S_{TP}) визначається відповідно за формулами[18]:

$$S_{MAT} = S_{gl} + S_{nic} + S_{неф-с} + S_{біі}$$

$$S_{MAT} = 653,92 + 185,28 + 71,26 + 21,25 = 931,71 \text{ м}^2$$

$$S_{OBL} = 0,35 \cdot S_{MAT}$$

$$S_{OBL} = 0,35 \cdot 931,71 = 326,1 \text{ м}^2$$

$$S_{TP} = 0,45 \cdot S_{MAT}$$

$$S_{TP} = 0,45 \cdot 931,71 = 419,27 \text{ м}^2$$

Загальна площа складу визначається як сума площ, відведених під складування матеріалів, площ, відведених під обладнання та транспортні шляхи та під'їзди:

$$S_{ЗАГ} = S_{MAT} + S_{OBL} + S_{TP}$$

$$S_{ЗАГ} = 931,71 + 326,1 + 419,27 = 1677,08 \text{ м}^2$$

2.6 Розрахунок основного тепло-технологічного агрегату

2.6.1 Розрахунок горіння палива

Згідно з даними АТ «Укртрансгаз» [21] теплота згорання газу за маршрутом №676 Краматорськ-Донецьк становить 34,985 МДж/м³. Компонентний склад газу наведений у табл 2.9.

Таблиця 2.9 – Компонентний склад природнього газу, % мол. (за даними роботи [21])

Вміст компонентів, % мол.						
CH ₄	C ₂ H ₆	C ₃ H ₈	C ₄ H ₁₀	C ₅ H ₁₂	CO ₂	N ₂
91,97	3,61	0,8	0,07	0,1	0,39	3,06

2.6.2 Розрахунок основних розмірів роликової печі

Вихідні дані для проведення конструктивних розрахунків роликової печі представлені в табл. 2.10

Таблиця 2.10–Характеристики роликової печі

Продуктивність печі, м ² /рік	1 400 000
Максимальна температура обпалу °С	1200
Час випалу, год	0,75 (45 хв)

1. Визначимо питому продуктивність печі, м²/рік

$$C_{II} = \frac{Q \cdot 100 \cdot \tau}{Z \cdot (100 - m)}$$

де Q – продуктивність печі, м²/рік;

τ – час випалу, год;

Z – число годин роботи печі за рік, яке приймається рівним

$$Z = 350 \cdot 24 = 8400 \text{ год};$$

m – відсоток браку при випалі;

$$C_{II} = \frac{1400000 \cdot 100 \cdot 0,75}{8400 \cdot (100 - 3)} = 128,86 \text{ м}^2/\text{рік}$$

2. Визначаємо корисну площу печі:

$$S_k = C_{II} / g,$$

де g – щільність садки, m^2/m^2

$$S_k = \frac{128,86}{0,7} = 184 m^2$$

Визначаємо довжину печі:

$$L = S_k / B,$$

де B – ширина пічного каналу, м

$$L = 184 / 2 = 92 m$$

3. В залежності від режиму тепло обробки печі по довжині розділяють на ділянки та зони:

$$L_i = \frac{L_{II} \cdot \tau_i}{\tau}$$

де L_i – довжина i -тої ділянки печі, м

τ_i – час перебування виробу на i -тій ділянці печі, хв..

Зона підігріву $\tau_1 = 23$ хв $L_{підігр} = \frac{92 \cdot 23}{45} = 47 m$

Зона випалу $\tau_2 = 9$ хв $L_{вип} = \frac{92 \cdot 9}{45} = 18,4 m$

Зона охолодження $\tau_3 = 13$ хв $L_{охол} = \frac{92 \cdot 9}{45} = 26,6 m$

4. Визначаємо масу випалених виробів:

$$G_{вир}^{вип} = \frac{Q \cdot P \cdot 100}{Z \cdot (100 - \text{в.п.п.})}$$
$$G_{вир}^{вип} = \frac{1400000 \cdot 20,3 \cdot 100}{8400 \cdot (100 - 6,45)} = 3616,6 \text{ кг}$$

5. Визначаємо масу сухих виробів:

$$G_{вир}^{сух} = \frac{G_{II} \cdot 100}{100 - W_{II}}$$

де W_{II} – початкова вологість матеріалу

$$G_{вир}^{сух} = \frac{3616,6 \cdot 100}{100 - 7} = 3888,8 \text{ кг / год}$$

6. Визначаємо кількість газоподібних продуктів:

$$G_{прод}^{газоп} = G_{вир}^{сух} - G_{вир}^{вип}$$

$$G_{\text{прод}}^{\text{газон}} = 3888,8 - 3616,6 = 272,2 \text{ кг}$$

7. Визначаємо масу матеріалу що надходить у піч:

$$G_{\text{мат-лу}}^{\text{вол}} = \frac{G_{\text{вир}}^{\text{сух}} \cdot 100}{100 - W_{\text{к}}}$$

де $W_{\text{к}}$ – кінцева вологість матеріалу

$$G_{\text{мат-лу}}^{\text{вол}} = \frac{3888,8 \cdot 100}{100 - 1,5} = 3948 \text{ кг / год}$$

8. Визначаємо кількість води що видаляється:

$$G_{\text{вол}} = G_{\text{мат-лу}}^{\text{вол}} - G_{\text{вир}}^{\text{сух}}$$

$$G_{\text{вол}} = 3948 - 3888,8 = 59,2 \text{ кг / год}$$

2.6.3 Тепловий баланс роlikової печі

Тепловий баланс зон підігріву та випалу

Статті приходу теплоти :

1. Теплота, яка вноситься паливом, що згорає :

$$Q_1^{\text{пр}} = Q_{\text{н}}^{\text{р}} \cdot X$$

де X – годинна витрата палива, $\text{м}^3/\text{год}$,

$$Q_1^{\text{пр}} = 34985,808 \cdot X \text{ кДж}$$

2. Теплота, яка вноситься повітрям, що йде на горіння :

$$Q_2^{\text{пр}} = V_{\alpha}^{\text{w}} \cdot C_{\text{пов}}^{\text{навк.сер}} \cdot t_{\text{пов}}^{\text{навк.сер}} \cdot X$$

де V_{α}^{w} - витрата повітря, що поступає на горіння 1 м^3 палива;

$C_{\text{пов}}^{\text{навк.сер}}$ – теплоємність повітря при температурі навколишнього середовища $t_{\text{пов}}^{\text{навк.сер}} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$.

Теплоємність повітря з вологовмістом d розраховуємо як активну властивість. На кожен 1 м^3 сухого повітря приходиться $0,0016 \cdot d \text{ м}^3$ парів води, відповідно, суміш має об'єм $(1 + 0,0016 \cdot d) \text{ м}^3$ долі компонентів в суміші дорівнюють[22]:

$$\frac{1}{(1 + 0,0016 \cdot d)} - \text{для повітря};$$

$$\frac{0,0016 \cdot d}{(1 + 0,0016 \cdot d)} - \text{для парів води};$$

$$\text{Тоді, } C_{\text{пов}}^{\text{навк.сер}} = \frac{1}{1 + 0,0016 \cdot d} \cdot C_{\text{пов}}^{\text{сух}} + \frac{0,0016 \cdot d}{1 + 0,0016 \cdot d} \cdot C_{\text{H}_2\text{O}}^{\text{пара}}$$

$$C_{\text{пов}}^{\text{навк.сер}} = \frac{1}{1 + 0,0016 \cdot 10} \cdot 1,005 + \frac{0,0016 \cdot 10}{1 + 0,0016 \cdot 10} \cdot 1,4965 = 1,013 \text{ кДж/кг} \cdot \text{град}$$

$$Q_2^{np} = 10,236 \cdot 1,013 \cdot 20 \cdot X = 207,38 \cdot X \text{ кДж}$$

3. Теплота, яка вноситься виробами:

$$Q_3^{пр} = G_{\text{вир}}^{\text{вол}} \cdot C_{\text{вир}}^w \cdot t_{\text{вир}}$$

$$C_{\text{вир}}^w = \left(\frac{G_{\text{вир}}^{\text{сух}}}{G_{\text{вир}}^w} \right) \cdot C_{\text{вир}}^{\text{сух}} + \left(\frac{G_{\text{вир}}^w}{G_{\text{вир}}^w} \right) \cdot C_{\text{H}_2\text{O}}$$

$$C_{\text{вир}}^w = \left(\frac{3888,8}{3948} \right) \cdot 0,8 + \left(\frac{59,2}{3948} \right) \cdot 1,4965 = 0,8 \text{ кДж/м}^3 \cdot \text{град}$$

$$Q_3^{пр} = G_{\text{вир}}^{\text{вол}} \cdot C_{\text{вир}}^w \cdot t_{\text{вир}}$$

$$Q_3^{np} = 3948 \cdot 0,8 \cdot 40 = 126336 \text{ кДж}$$

Статті витрати теплоти:

1. Теплота, яка вноситься виробами в зону охолодження:

$$Q_1^в = G_{\text{вир}}^{\text{вип}} \cdot C_{\text{вир}}^{\text{вип}} \cdot t_{\text{вип}}$$

де $C_{\text{вир}}^{\text{вип}}$ – теплоємність виробів при температурі $t_{\text{вип}}$

$$Q_1^в = 3616,6 \cdot 1,1 \cdot 1200 = 4773120 \text{ кДж}$$

2. Теплота, яка витрачається на випаровування вологи матеріалу:

$$Q_2^в = G^w \cdot 2500$$

де 2500 – питома теплота випаровування води, кДж/кг,

$$Q_2^в = 59,2 \cdot 2500 = 148000 \text{ кДж}$$

3. Теплота, яка витрачається на хімічні реакції:

$$Q_3^B = \sum_{q_{ix.p}} G_{ix.p}$$

Де $\sum_{q_{ix.p}}$ – теплота протікання різних фізико-хімічних процесів, віднесена до 1 кг оксиду у випаленій продукції, *кДж/кг*,

$G_{ix.p}$ – кількість оксидів, за якими розраховують теплові ефекти, *кг/г*;

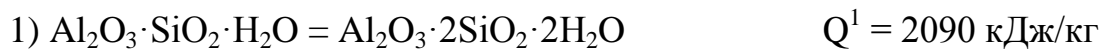
$$G_{ix.p} = 0,01 \cdot n_i \cdot G_{вир}^{вип}$$

$$G_{ix.p} = 0,01 \cdot n_i \cdot 5396,73 \text{ кг/г}$$

n_i – процентні вмісти оксидів у випаленій масі.

В процесі випалу проходять реакції утворення оксидів Al_2O_3 , MgO , CaO .

Ці реакції характеризуються наступними тепловими ефектами (на 1 кг оксиду):



Тепловий ефект кожної реакції можна визначити із процентного складу відповідного оксиду у випаленому матеріалі:

$$Q_3^1 = 2090 \cdot 0,01 \cdot 21,01 \cdot 5396,37 = 2\,369\,594,63 \text{ кДж/год}$$

$$Q_3^2 = 3177 \cdot 0,01 \cdot 0,7 \cdot 5396,37 = 120\,009,87 \text{ кДж/год}$$

$$Q_3^3 = 2750 \cdot 0,01 \cdot 0,67 \cdot 5396,37 = 99\,428,11 \text{ кДж/год}$$

$$Q_3^B = Q_3^1 + Q_3^2 + Q_3^3 = 2\,589\,032,61 \text{ кДж/год}$$

4. Теплота, яка виноситься з печі продуктами горіння:

$$Q_4^B = Q_4' + Q_4''$$

Q_4' - теплота, яка виноситься продуктами горіння палива;

$$Q_4' = V_{пр.г} \cdot C_{пр.г} \cdot t_{yx} \cdot X$$

$C_{пр.г}$ – теплоємність продуктів горіння палива;

$$C_{пр.г} = \sum 0,01 \cdot C_i \cdot n_i$$

$$C_{пр.г} = 0,01 \cdot (1,7003 \cdot 8,68 + 1,5052 \cdot 18,97 + 1,3176 \cdot 1,7 + 1,259 \cdot 70,65) = 1,345 \text{ кДж / м}^3 \text{ К}$$

$$Q_4' = 1,345 \cdot 110 \cdot 11,346 = 1678,6 \cdot X$$

Q_4'' - теплота, яка виноситься з печі фізичною та гідратною вологою:

$$Q_4'' = \left(\frac{G^w + G_{\Gamma}^w}{0,804} \right) C_{в.п} \cdot t_{yx}$$

$C_{в.п}$ – теплоємність водяних парів при температурі t_{yx} димових газів, що відходять;

$$Q_4'' = \left(\frac{59,2 + 301,17}{0,804} \right) \cdot 1,5052 \cdot 110 = 74212,9 \text{ кДж/кг}$$

$$\text{Тоді } Q_4^g = 1678,6 \cdot X + 74212,9$$

5. Теплота, яка витрачається через футерівку:

$$Q_5^B = 3,9 \cdot K \cdot F \cdot (t_{п.г} - t_{навк.сер})$$

Таблиця 2.11–Витрати теплоти через футерівку в різних зонах печі

Підігрів	Стіни	38740,68
	Склепіння	129217,65
	Черінь	81885,88
Випал	Стіни	68904,11
	Склепіння	107872,85
	Черінь	61173,71
Охолодження	Стіни	47302,03
	Склепіння	46980,69
	Черінь	33084,4

$$Q_5^B = 38740,68 + 129217,65 + 81885,88 + 68904,11 + 107872,85 + 61173,71 + 47302,03 + 46980,69 + 33084,4 = 615162 \text{ кДж/год}$$

Невраховані витрати теплоти:

$$Q_{невр} = 0,05 \cdot 34985,808 \cdot X = 1749,29 \cdot X$$

$$\sum Q^{пр} = \sum Q^B$$

$$207,38 \cdot X + 34985,808 \cdot X + 126336 = 4773120 + 148000 + 2589032,61 + 1678,6 \cdot X + 74212,9 + 1749,29 \cdot X + 615162$$

$$30293,984 \cdot X = 8038205,702$$

$$X = 265,34.$$

Числове значення витрати теплоти дозволяє розрахувати всі статті і скласти таблицю теплового балансу зон підігріву та випалу[23].

Складемо тепловий баланс зон підігріву та випалу і занесемо до таблиці 2.12

Таблиця 2.12–Тепловий баланс зон підігріву та випалу

Прихід теплоти			Витрата теплоти		
Найменування статті	Кількість теплоти		Найменування статті	Кількість теплоти	
	кДж/год	%		кДж/год	%
Теплота,внесена паливом,що згорає	9 283 134,29	98,08	Теплота, що вноситься виробами в зону охолодження	5 202 745,85	54,97
Теплота, що вноситься повітрям	55 137,65	0,58	Теплота,що витрачається на хімічні реакції	2 589 032,61	27,36
Теплота, що вноситься з виробами	126 336	1,34	Теплота,що витрачається на випаровування вологи	148 000	1,57
			Теплота, що виноситься з печі продуктами горіння	445 399,72	4,7
			Теплота,що витрачається через футерівку	615 162	6,5
			Невраховані витрати	464 156,6	4,9
Σ	9 464 607,94	100	Σ	9 464 496,78	100

$$\text{Нев`язка} : \frac{9464607,94 - 9464496,78}{9464607,94} \cdot 100\% = 0,011\%$$

Тепловий баланс зони охолодження

Статті приходу теплоти.

1.Теплота, яка вноситься випаленими виробами:

$$Q_{\text{пр}}^{\text{із.ох}} = Q_{\text{в}}^{\text{із.вип}}$$

$$Q_{np}^{iz.ox} = 5202745,85 \text{ кДж} / \text{год}$$

Статті витрати теплоти.

1.Теплота, яка виноситься виробами з печі:

$$Q_1^B = G_{\text{вир}}^{\text{вип}} \cdot C_{\text{вир}} \cdot t_{\text{вир}}^{\text{вих}},$$

Де $C_{\text{вир}}$ і $t_{\text{вир}}^{\text{вих}}$ - теплоємність і температура виробів на виході з печі.

$$Q_1^e = 3616,6 \cdot 0,8 \cdot 40 = 115731,2 \text{ кДж}$$

2.Витрати теплоти через футерівку зони охолодження:

Розрахунок проводимо аналогічно розрахункам в зонах підігріву та випалу.

$$Q_2^B = 47302,03 + 46980,69 + 33084,4 = 127367,12 \text{ кДж} / \text{год}.$$

3.Теплота, яка відводиться на сторону:

$$Q_3^B = G_{\text{вир}}^B \cdot C_{3.ox}^B \cdot V_{3.ox}^B \cdot t_{3.ox}^B$$

$$Q_3^B = V_{3.ox}^B \cdot 1,3076 \cdot 250 = V_{3.ox}^B \cdot 326,9$$

4.Невраховані витрати:

$$Q_4^B = 0,03 \cdot \sum Q_{\text{пр}}$$

$$Q_4^e = 0,03 \cdot 4773120 = 143193,6 \text{ кДж} / \text{год}$$

Визначаємо об'єм повітря, яке подається на охолодження виробів:

$$V_{3.ox}^B = \frac{\sum Q_{\text{пр}} - \sum Q^B}{C_{3.ox}^B \cdot t_{3.ox}^B}$$

$$V_{3.ox}^e = \frac{4773120 - 115731,2 - 127367,12 - 143193,6}{250 \cdot 1,3076} = 13419,48 \text{ м}^3$$

Складемо таблицю теплового балансу зони охолодження і заносимо результати до табл. 2.13

Таблиця 2.13–Тепловий баланс зони охолодження

Прихід			Витрата		
Найменування статті	Кількість теплоти		Найменування статті	Кількість теплоти	
	кДж/год	%		кДж/год	%
Теплота, яка вноситься виробами	4 773 120	100	Теплота, яка вноситься виробами з печі	115 731,2	2,42
			Теплота, яка відводиться на сторону	4 386 655,97	91,95
			Витрати теплоти через футерівку зони охолодження	127 367,12	2,61
			Невраховані витрати	143 193,6	3,02
Σ	4 773 120	100	Σ	4 772 947,89	100

$$\text{Нев`язка: } \frac{(4773120 - 4772947,89)}{4773120} \cdot 100\% = 0,003\%$$

Складаємо загальний тепловий баланс печі, приведений в табл. 2.14.

Таблиця 2.14–Тепловий баланс печі

Прихід			Витрата		
Найменування статті	Кількість теплоти		Найменування статті	Кількість теплоти	
	кДж/год.	%		кДж/год.	%
Теплота,вне сена паливом,що згорає	9 283 134,29	97,79	Теплота,що витрачається на випаровування вологи	148 000	2,15
Теплота, що вноситься повітрям	55 137,65	0,74	Теплота,що витрачається на хімічні реакції	2 589 032,61	27,09
Теплота, що вноситься з виробами	126 336	1,47	Теплота, що вноситься з печі продуктами горіння	445 399,72	5,73
			Теплота,що витрачається через футерівку	615 162	5,77
			Теплота, яка відводиться на сторону	4 386 655,97	56,83
			Теплота, яка вноситься виробами з печі	115 731,2	1,68
			Невраховані витрати	796 350,2	4,80
Σ	9 464 607,94	100	Σ	9 196 331,7	100

$$\text{Нев'язка: } \frac{(9464607,94 - 9196331,7)}{9464607,94} \cdot 100\% = 2,83\%$$

Розрахуємо коефіцієнт корисної дії печі:

$$\eta = \frac{Q_{\text{кор}}}{Q_{\text{гор}}}$$

$$\eta = \frac{2589032,61 + 445399,72}{9196331,7} = 0,33$$

Питома витрата палива на одиницю продукції:

$$q = \frac{X \cdot Q_n^p}{G_{\text{вир}}^{\text{вип}}}$$

$$q = \frac{265,34 \cdot 34985,808}{3616,6} = 2566,8 \text{ кДж/кг}$$

Висновки до розділу 2

Було вибрано та обґрунтовано точку будівництва. Враховано фактори точки будівництва та охарактеризоване можливе місце для заводу. Представлено асортимент продукції та вимоги діючих стандартів до неї. Охарактеризовано сировину. Описано технологічну схему та спосіб виробництва, що дасть змогу виконувати заплановану кількість продукції.

Розраховано матеріальний баланс виробництва з урахуванням продуктивності цеху. Проведений розрахунок теплового балансу роликової печі.

Описано генеральний план виробництва керамічної плитки та розташування основних технологічних будівель.

3. КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА ТА АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ

3.1 Аналіз технологічного процесу випалу як об'єкту контролю та автоматизації

Шляхом впровадження новітньої технології та автоматизації технологічних процесів збільшується продуктивність праці, поліпшується якість продукції, що випускається, знижуються втрати від браку.

Автоматизація передбачає не лише повну заміну фізичної праці машинами, але й автоматизацію управління ходом технологічного процесу в цілому. Автоматизація забезпечує управління механізованим виробництвом за допомогою системи машин і приладів, спеціальних пристроїв без безпосередньої участі людини.

Випал – це процес, при якому плитка, як і інші керамічні вироби, набуває фізико-механічних характеристик, що роблять її придатною до використання, а також хімічну інертність. Процес випалу поділяється на три періоди; підігрів, безпосередньо випал та охолодження виробів. При випалі проходять хімічні реакції та відбуваються фізичні перетворення як в самій плитці, так і в поливі: видалення механічно та хімічно зв'язаної вологи, вигорання органічних домішок, декарбонізація, модифікаційні перетворення кварцу, черепок набуває необхідну міцність та пористість, достатню для поглинання поливи[24].

На дільниці Заводу з виробництва глазурованої керамічної плитки для підлоги, що проектується, установлена одно канална роликів пач. До складу печі входить система приводу роликів, система подачі та регулювання, система відводу димових газів, система подачі повітря для горіння. В якості палива використовується природний газ, що подається до пальників по газопроводу. Для підтримання процесу горіння безпосередньо до пальників подається повітря.

Висушена плитка глазурується і подається на випал при температурі 1190-1200 °С, після чого сортується і пакується в картонну тару.

Таблиця 3.1 – Параметри регулювання та контролю процесу сушки

№п/п	Найменування стадії процесу(технологічний об'єкт), місце заміру параметру	Найменування параметру, що вимірюється або регулюється	Норми технологічного режиму та допустимі відхилення	Вимоги до схеми автоматизації
1	2	3	4	5
1	Кількість повітря, що подається на горіння	Витрата повітря	250 м ³ /год	Вимірювання, контроль, реєстрація, регулювання
2	Кількість повітря, що подається в зону охолодження	Витрата повітря	2800 м ³ /год	Вимірювання, контроль, реєстрація, регулювання
3	Кількість природного газу, що подається до пальників	Витрата природного газу	25 м ³ /год	Вимірювання, контроль, реєстрація, регулювання
4	Температура в зоні підігріву	Температура	570 °С	Вимірювання, контроль, реєстрація, регулювання
5	Температура в зоні випалу	Температура	1200 °С	Вимірювання, контроль, реєстрація, регулювання
6	Температура в зоні охолодження	Температура	450 °С	Вимірювання, контроль, реєстрація, регулювання
7	Тиск в зоні печі	Тиск	-	Вимірювання, реєстрація

Випал є найважливішою стадією виробництва керамічних виробів. Саме в процесі випалу напівфабрикати набувають властивостей, необхідних для подальшої експлуатації: твердість, міцність, водостійкість, зносостійкість та інші. Невірно підібраний режим випалу призводить до появи дефектів

(тріщин, цеку, напливи або відлущування глазури), деформації або інколи й руйнування плитки[14]. Тому необхідно точно дотримуватися параметрів технологічного процесу, що досягається при автоматизації виробництва. Для покращення якості продукції, що випускається. Та зменшенні браку при випалі спроектована автоматична схема управління температурним режимом. Передбачено автоматичне регулювання параметрів у печі:

- Співвідношення газ-повітря;
- Температура в зонах підігріву, випалу та охолодження;
- Кількість холодного та гарячого повітря, що подається в зону охолодження.

При виникненні аварійних ситуацій передбачено автоматичне вимкнення двигунів. Всі схеми регулювання технічних параметрів передбачають можливість переходу на ручне дистанційне управління. Для вимірювання температури використовують термопари: в зоні підігріву одна термопара типу ТХК з межею виміру 0-600 °С, дві термопари типу ТХА з межею виміру 0-1300 °С; в зоні випалу дві термопари типу ТХА; в зоні охолодження дві термопари типу ТХА і одна термопара типу ТХК.

3.2 Опис розробленої схеми автоматизації процесу випалу керамічної глазурованої плитки для підлоги

Регулювання температури в зоні підігріву здійснюється за допомогою зміни подачі кількості газу у зону підігріву. Для підтримання заданої температури в схемі є контури регулювання температури. Контури складаються з таких пристроїв: 3А – вимірювачі температури; 3Б – прилади дистанційної передачі сигналу про температуру на відстань; 3В – прилади, що показують і реєструють температуру; 3Г – автоматичні регулятори для підтримання постійної температури, що передають сигнал на виконавчі клапани; 3Д – регулюючі виконавчі клапани на газопроводі[24].

Кількість повітря, що подається для горіння природного газу регулюється наступним контуром: датчики витрати 1А, 2А, 5А, 6А,

формують сигнал про поточні значення витрати повітря, прилади дистанційної передачі сигналу 1Б, 2Б, 5Б, 6Б передають сигнал на пульт управління; вторинні прилади, що реєструють і показують витрату 1В, 2В, 5В, 6В; регулятори співвідношення витрат, що підстроюють витрату потоку повітря в залежності від витрати газу 2Г, 6Г; регулюючі клапани на трубопроводі подачі повітря 2Д, 6Д.

Регулювання співвідношення газ-повітря здійснюється шляхом зміни кількості повітря, що подається на горіння до відповідної групи пальників, залежно від витрати газу. Вихідний сигнал феродинамічного перетворювача витратоміра повітря арифметично сумуються з сигналом реостатного датчика положення заслінки на газопроводі й подається на вхід регулятора співвідношення витрат. При нормальних значеннях витрат газу і повітря вхідна напруга регулятора дорівнює нулю. Відхилення одного з параметрів викликає появу на вході регулятора напругу розбалансу й регулятор видає напругу, знак якої залежить від напруги відхилення[25].

Температура в зоні випалу залежить від витрати газу. Регулювання температури в зоні випалу здійснюється за контуром: датчик температури 7А; прилади дистанційної передачі сигналу 7Б; вторинні прилади, що реєструють та показують 7В; регулятори 7Г; 7Д – регулюючий клапан на газопроводі.

Регулювання температури в зоні охолодження здійснюється подачею певної порції холодного та підігрітого повітря. подача повітря регулюється за контуром: датчики витрати 9А та 10А; прилади дистанційної передачі сигналу 9Б, 10Б; вторинні прилади, що реєструють та показують на пульті управління 9В, 10В; регулятори 10Г; регулюючі виконавчі пристрої 10Д. Температура регулюється за контуром: датчик температури 11А; прилади дистанційної передачі сигналу 11Б; вторинні прилади, що реєструють та показують 11В; регулятори 11Г; 11Д – регулюючий клапан на трубопроводі подачі підігрітого повітря, що подається для пом'якшення режиму охолодження.

Для підтримання аеродинамічного режиму передбачені контури вимірювання та реєстрації тиску в печі. Контури включають: манометри 4А, 8А і 12А; прилади дистанційної передачі сигналу 4Б, 8Б, 12Б; реєструючи прилади 4Г, 8Г, 12Г.

Для дистанційного керування вмикання та вимикання силового живлення електродвигунів застосовуються магнітні пускачі КМ6, КМ7, КМ8, КМ9, КМ10. За допомогою кнопок SB2, SB4, SB6, SB8, SB10 вмикається живлення двигунів компресорів, при цьому вмикаються сигнальні червоні лампи HL2, HL6, HL10, HL14, HL18. За допомогою кнопок SB1, SB3, SB5, SB7, SB9 вмикається живлення двигунів компресорів, при цьому вмикаються сигнальні зелені лампи HL1, HL5, HL9, HL13, HL17. Аварійний захист спрацьовує наступним чином : при мінімальному тиску на виході з компресорів сигнали датчиків передаються на пульт управління за допомогою приладів дистанційної передачі сигналу на відстань 13-1, 14-1, 15-1, 16-1, 17-1; на пульті тиск показується приладом 13-2, 14-2, 15-2, 16-2, 17-2. При відсутності тиску на виході із компресору спрацьовує захисне реле КМ1, КМ2, КМ3, КМ4, КМ5, внаслідок чого припиняється робота електродвигунів [24].

Висновки до розділу 3

Розроблена схема автоматизації дозволяє здійснити контроль та регулювання основних технологічних параметрів, таких як температура та кількість повітря, що подається в піч.

Дана схема автоматизації виробництва дає змогу значно знизити кількість ручної праці для здійснення безперервного процесу, а також значно підвищити якість та кількість продукції.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ. ПИТАННЯ ЕКОЛОГІЇ

Згідно з технологічної частини в проектному цеху з виробництва глазурованої плитки для підлоги знаходяться шкідливі, небезпечні, пожежо- та вибухонебезпечні речовини та матеріали. Проектом передбачено використання механічної, теплової, електричної енергії. В даному розділі на основі аналізу шкідливих та небезпечних виробничих факторів розроблені заходи створення здорових і безпечних умов праці та пожежної безпеки на об'єкті, що проектується.

4.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників. Заходи щодо охорони праці

4.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 роботи, які виконуються в цеху з виробництва глазурованої плитки, відносяться до категорії середньої тяжкості ІІа. В таблиці 4.1. наведені прийняті в проекті значення параметрів мікроклімату для двох періодів року [26].

Таблиця 4.1 – Санітарні норми параметрів мікроклімату цеху

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Вологість повітря, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Оптимальні	Допустимі	Оптимальні	Допустимі	Оптимальні	Допустимі
Холодний	ІІа	19-21	15-23	40-60	75	0,2	0,3
Теплий	ІІа	21-23	17-27	40-60	65	0,3	0,2-0,4

Температура поверхні обладнання, стін, підлоги, стелі, сировини не повинна перевищувати оптимальних параметрів температури повітря на робочих місцях більше ніж на 2 °С:

$$t_{opt} = t_{нов} + 2^{\circ}\text{C},^{\circ}\text{C};$$

$t_{opt}=21+2=23$ °С, для теплого періоду року;

$t_{opt}=23+2=25$ °С, для холодного періоду року.

На об'єкті, що проектується, відповідно до технології виробництва передбачаються наступні шкідливі речовини: пил глинистої сировини, димові гази, що будуть виділятися при випалі напівфабрикату. У таблиці 4.2 наведено перелік шкідливих речовин при виробництві керамічної глазурованої плитки для підлоги з короткою характеристикою їх токсичності.

Таблиця 4.2 – Коротка санітарна характеристика виробничих приміщень

Назва дільниці	Шкідливі речовини. Причини виділення	Характеристика токсичної дії	ГДК шкідл ивих речов ин, мг/м ³ [2]	Клас небез печно сті [2]	Засоби індивідуального захисту	Заходи долікарняної допомоги	Методи контролю вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони
Масозаготівельний цех	Пил глинистої речовини. Пилоутворення при завантаженні в бункер і кульовий млин сировини	Подразнюючі. Пошкодження шкіри, слизової оболонки очей, верхніх дихальних шляхів	6	IV	Захисні окуляри, спец. Одяг, респіратори РН-16, РПР-1	Промивання водою шкіри, очей	2 рази на місяць пиломіром ИЗВ-1 або ПРИЗ-2М
Цех сушіння та випалу	СО ₂ . Недостатня герметизація печі при випалі	Загальнотоксичні. Головний біль, нудота, подразнення дихальних шляхів	20	VI	Фільтруючий протигаз	Свіже повітря, промивання очей	2 рази на місяць газоаналізатором УГ-4
	SO ₂ . Недостатня герметизація печі в процесі випалу	Загальнотоксичні. Ураження слизової оболонки дихальних шляхів	10	III	Спецодяг, протигаз ФУ-1, ФУ-2		2 рази на місяць газоаналізатором УГ-4

У масозаготівельному цеху для зниження запиленості передбачено герметизацію розмельно-дробильного устаткування і підключення його до систем аспірації.

Для створення сприятливих умов у цеху передбачена природна вентиляція (аерація) у поєднанні з механічною (місцева й загальнообмінна). Загальнообмінна система вентиляції при одночасній подачі й видаленні повітря є припливно-витяжною, складається із двох установок: через одну подається чисте повітря, через іншу видаляється забруднене. Використовується повітряне опалення, сполучене із припливною вентиляцією[25].

Вибір та розрахунок калорифера для підігріву повітря яке надходить до вентиляції

Підбираємо калориферну установку для підігріву вентиляційного повітря котра складається з калориферів типу КФБ.

Кількість повітря, що нагрівається:

$G = 16800 \text{ кг/рік}$; початкова температура повітря $t_{\text{нач}}=15^\circ\text{C}$; кінцева температура повітря $t_{\text{кінц}}=24^\circ\text{C}$.

Теплоносій – вода с параметрами:

$$t_{\text{гар}}=150^\circ\text{C}$$

$$T_{\text{вихід}}=60^\circ\text{C}$$

1. Розраховуємо витрату тепла на підігрів повітря.

$$Q = G \cdot 0,24 \cdot (t_{\text{кон}} - t_{\text{нач}}) = 16800 \cdot 0,24 \cdot (24 + 15) = 157248 \text{ ккал/год};$$

2. Приймаємо, що масова швидкість повітря $V_{\text{пов}}=8 \text{ кг/с} \cdot \text{м}^2$ для пластичних калориферів. Живий розмір калориферів установки за повітрям визначається за формулою:

$$f_{\text{возд}} = \frac{G}{3600 \cdot V_{\text{пов}}} = \frac{16800}{3600 \cdot 8} = 0,58 \text{ м}^2;$$

3. Вибираємо Калорифер КФБ-10 з живим розміром за повітрям $f_{\text{пов}}=0,558 \text{ м}^2$.

4. Паралельна установка за повітрям двох калориферів розміром:

$$f_{нов} = m \cdot 0,558 = 2 \cdot 0,558 = 1,116 м^2;$$

5. Визначаємо масову швидкість повітря для прийнятої установки калориферів по формулі:

$$V_{возд} = \frac{G}{3600 \cdot 2 \cdot f_{нов}} = \frac{16800}{3600 \cdot 2 \cdot 0,558} = 4,18 \frac{кг}{м^2 \cdot с};$$

6. Визначаємо необхідну поверхню нагріву калориферної установки:

$$F_y = \frac{Q}{K \cdot \left(\left(\frac{t_{zop} - t_{вух}}{2} \right) - \left(\frac{t_{ноч} - t_{кін}}{2} \right) \right)} = \frac{145152}{14,7 \cdot (45 + 18)} = 156,73 м^2;$$

де K – коефіцієнт теплопередачі калорифера, ккал/(год·м²·С)

$K=14,7$ ккал/(год·м²·С).

7. Визначаємо загальну кількість калориферів КФБ-10:

$$n = \frac{F_y}{F_k} = \frac{156,73}{61,2} = 2,56 = 3.$$

де – F_k – поверхня нагріву 1-го калорифера.

Отже, нам необхідно 3 калорифера для нагріву повітря до необхідної температури.

4.1.2 Виробниче освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-2006, роботи в цеху за зоровими умовами відносяться до розряду Va - малої точності (спостереження за технологічним процесом) [27].

У приміщенні цеху передбачено використання природного, штучного, суміщеного та локалізованого освітлення. Природне освітлення являє собою комбіновану систему поєднання верхнього й бокового освітлення. Штучне освітлення представлено системою, в якій світильники розміщують у верхній зоні приміщення. У таблиці 4.3 наведені санітарно-гігієнічні норми параметрів освітлення.

Таблиця 4.3 – Норми штучного освітлення коефіцієнта природної освітленості КПО виробничих приміщень.

Характер зорових робіт	Освітленість при штучному освітленні, лк.		КПО,%	
	Комбіноване	Загальне	Природне освітлення	Суміщене освітлення
Va	500	200	1,5	0,9

Проектом передбачені наступні системи освітлення за функціональним призначенням: робоча, аварійна, евакуаційна, ремонтна, охоронна. Для виконання ремонтних і аварійних робіт застосовуються лампи розжарювання.

Для освітлення виробничого приміщення передбачено встановити газорозрядні лампи низького (типу ЛБ, ЛДЦ, ЛД) і високого тиску (типу ДРЛ). Для виконання ремонтних робіт проектом передбачені переносні електричні світильники. При відмиканні робочого освітлення передбачається система аварійного освітлення. У вибухонебезпечних зонах проектом передбачене використання пилозахищених люмінесцентних світильників. Для виміру й контролю освітленості в приміщеннях застосовують люксометри Ю-117 з періодичністю виміру 1 раз на рік і після ремонту освітлювальних установок та заміни ламп.

4.1.3 Захист від виробничого шуму й вібрацій

Виробничий шум виникає в результаті роботи розмельно-дробильного устаткування в масозаготівельному цеху – кульових млинів періодичної та безперервної дії джерелами вібрації на виробництві, що проектується, є наступне устаткування: вібросито, електродвигуни, вентилятори, насоси, преса печі, вентиляторі установки. Джерелами шумів на виробництві є

дробильно-розмельне устаткування. Згідно ДСН 3.3.6.037-99, у виробничих приміщеннях прийнята норма рівня звуку становить 80 дБа [28].

Згідно ДСН 3.3.6.039.99 допустимий рівень вібрації в приміщенні для 1-го ступеня шкідливості - до 3 дБ, для 2-ої ступені шкідливості - до 3,1 дБ, для 3-ї ступені шкідливості – більш як 3,1 дБ.

Підприємство з виробництва плитки для підлоги відноситься до 2-го ступеня шкідливості по вібрації.

Для захисту від виробничого шуму на підприємстві передбачені звукоізоляційні пристрої: перегородки, екрани й об'ємні звукопоглиначі об'ємні звукопоглиначі у вигляді перфорованих кубів і куль, підвішених над агрегатами, які спричиняють шум. Щоб знизити рівень вібрації під вібруюче устаткування ставляться амортизатори, виготовлені зі сталевих пружин. Для динамічного гасіння коливань передбачені плаваючі маятникові гасителі вібрації. Найбільш гучні точки на виробництві відділені звукоізолюючими стінами з акустичною штукатуркою, мінеральною ватою. Для захисту персоналу від вібрації передбачені гумові покриття, що поглинають вібрацію.

4.1.4 Електробезпека

Електричне устаткування на виробництві живиться від трифазної чотирьох провідної електричної мережі змінного струму промислової частоти напругою 380/220 В з глухо заземленою нейтраллю. Для змінного струму із частотою 50 Гц гранично припустимі значення напруги дотику й струму, що проходить через тіло людини, при аварійному режимі $I_n = 6$ мА, $U_{\text{дот}} = 36$ В; при нормальному режимі роботи електричного обладнання $I_n = 0,3$ мА, $U_{\text{дот}} = 2$ В. Згідно з ГОСТ 12.1.038-92 порівнюють розрахункове значення із гранично допустимим значенням струму:

$$I_n = \frac{U_{\phi} * 10^3}{R_n + R_o}, \text{мА};$$

де R_l – опір тіла людини, Ом;

R_0 - опір нейтралі заземлення, Ом;

U_ϕ - фазова напруга, В.

$$U_\partial = I_l * R_l * 10^3, \text{ В};$$

$$R_l = 2 \dots 4 \text{ кОм}; R_0 = 4 \text{ Ом};$$

$$I_l = \frac{220 * 10^3}{4000 + 4} = 0,05 \text{ А};$$

$$U_\partial = 0,05 * 4000 = 220 \text{ В}.$$

Отже розрахунок показує, що струм задовольняє граничне допустиме значення.

Для забезпечення електробезпечності передбачені наступні технічні заходи й засоби: занулення, захисне відмикання, вирівнювання потенціалів, мала напруга, ізоляція струмоведучих частин, електричний поділ мереж, знаки безпеки, огорожувальні пристрої, блокування, попереджувальна сигналізація, попереджувальні плакати. Також використовується подвійна ізоляція. З подвійною ізоляцією виготовляється апаратура, розподільні коробки, вимикачі, розетки, корпуси, переносні світильники, електровимірювальні прилади. У виробничих приміщеннях передбачена періодична перевірка вибраних типів проводів та способу їх прокладки, освітлювальної арматури, пускачів електродвигунів та іншого електроустаткування[29].

Для забезпечення індивідуального захисту використовують: діелектричні рукавички, інструменти з ізолюючими рукоятками, покажчики напруги, діелектричні калоші, ізолюючі підставки, гумові килимки, тимчасові огороження. Для запобігання прямих ударів блискавки споруди захищені стрижневими блискавковідводами. Електричне обладнання закритого типу, яке установлюють на заводі, має пило- та вологонепроникне виконання.

4.1.5 Безпека технологічних процесів і обслуговування устаткування

На об'єкті, що проектується, небезпеку представляє дробильно-розмелювальне устаткування, прес. Для дробарок, щоб уникнути викидів шматків дробленої породи, завантажувальні отвори зверху закриваються захисними козирками, з боків – суцільними загородженнями. металевими. Кульові млини загороджуються перилами висотою 1 м. на відстані від осі млина $R+1$ (R -радіус млина), які фарбують у жовтий колір. Бункери обладнуються приладами для попередження їх переповнення. Верх бункеру загороджується поручнями. Люки бункера закриваються на замок. Мішалки зверху закриваються суцільним металевим перекриттям. Просіююче устаткування та живильники для попередження пилоутворення укривається щільними кожухами та підключається до системи аспірації повітря. При експлуатації преса дверцята, що закривають зону пресування в кожусі засипної каретки, заблоковані із приводом преса так, щоб при їхньому відкритті привід автоматично відключався. Стрічкові транспортери, прес, мішалки, кульові млини обладнуються звуковою та світловою сигналізацією при їхньому пуску. Приводні механізми закриваються суцільними металевими загородженнями[30].

На виробничих газових агрегатах встановлюють контрольно-вимірювальні прилади для виміру тиску газу та автоматика для забезпечення припинення подачі газу при відхиленні тиску газу від норми, порушенні тяги, припиненні подавання повітря до пальників. На агрегатах, що мають димососи, передбачене блокування, що відключає подачу газу при зупинці димососа. Контроль за технологічними процесами, що відбуваються у сушарці й печі, здійснюється дистанційно з пультів керування [31].

4.2 Пожежна безпека

На виробництві, що проектується, можливими джерелами пожежі є перевантаження електроустаткування, нагріті стінки обладнання, іскри електрообладнання та від тертя деталей машин, прямий удар блискавки в

споруди, електрозамикання, накопичення статичної електрики, виникнення електричної дуги при обриві ланцюгів високої напруги, перегріву електроустаткування, руйнування кабелю, проводки. У таблиці 4.4 наведені показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин і матеріалів і класифікація цеху за пожежо- і вибухонебезпечністю. При проектуванні цеху передбачені запобіжні заходи: розділення споруди протипожежними перекриттями на відсіки, обладнання протипожежних перешкод у вигляді гребенів, козирків, бортиків, протипожежний водопровід, пожежні крани, ємності з піском і пожежні щити, вогнегасники типу ВВ, ВХП; змонтована автоматична пожежна сигналізація, захист ізоляції від теплового, механічного впливу. Для запобігання ударів блискавки встановлюються стрижневі блискавковідводи.

Для технологічного устаткування передбачено застосування запобіжних пристроїв (мембран, клапанів). Вони спрацьовують при підвищенні тиску понад установлені межі. Всі електроустановки захищені автоматичними пристроями від струмів короткого замикання. Для попередження витікання з газопроводу його періодично перевіряють на герметичність. Перед розпалюванням печі її газовий тракт вентилується. Газопроводи усередині цеху мають систему продувних труб із запірними пристроями. Продувні труби (свічі) від печей з'єднують у загальну вивідну свічу. Газ, що пропускається через свічу, витісняє повітря з газопроводу, що усуває можливість утворення вибухонебезпечної суміші газу з повітрям. При припиненні подачі газу та повітря, загрози пожежі в цеху, витоці газу в приміщення, аваріях передбачено аварійне вимкнення газових пальників.

Підприємство обладнується охоронною й пожежною сигналізацією, а також автоматичними пристроями для гасіння пожеж. Основний цех обладнується ящиком з піском і вогнегасниками. Від короткого замикання застосовуються плавкі запобіжники й захисні пристрої.

Характеристика пожежонебезпечних об'єктів приведена в таблиці 4.4

Таблиця 4.4 – Показники пожежо– та вибухонебезпечних речовин і матеріалів

Найменування дільниць, приміщень, Зовнішніх дільниць та матеріалів	Речовини, що використовуються у виробництві, хім. склад	Агрегатний стан речовини за нормальних умов	Горючість, займання, вибухонебезпечність	Показники пожежо – та вибухонебезпеки			Границі займання		Вибухонебезпечні суміші з повітрям		Вогнегасні засоби	Категорія приміщень за ОНТП 24-28	Клас приміщення і зовн. установок згідно з ПУЄ	Категорія об'єкта і тип зони захисту за влаштуванням грозозахисту з СН 305-77	
				Температура займання	Температура займання	Температура самозаймання	% об'ємні	Мг/м ³	категорія	група					
Ділянка сушки та випалу	Природний газ	Газоутворення	Гор.,спалах., вибух.		При P=0.1 Мпа	640	5-15	16,66-10,26	II A	T1	Гасіння інертним газом	Г	I	II A	
				CO	газ	Горючий				II A	T1	-	Г	I	II A
				CH ₄	газ	Горючий		537			II A	T1	-	Г	I
Склад	Полівінілхлорид	Тв.	Горючий		560					Вуглекислий вогнегасник ОУ-5	-	-	-		
	Машинна олія	Рід.	Горючий	200	160-191	380			II B	Пінний вогнегасник	-	-	-		

ХМЗ1.11.1020.001 ПЗ

Змін.

Арк.

№ докум.

Гідіус

Дата

4.3 Аналіз небезпеки об'єкта

Згідно положення «Про план і ліквідацію надзвичайних ситуацій» цех з виготовлення керамічної плитки відноситься до категорії «Б».

Природний газ відноситься до легкогорючих матеріалів. В якості надзвичайної ситуації можливий спалах. Причиною може бути несправність обладнання, людський фактор. Вирішити цю проблему можна механічним засипанням піском поверхні, що спалахнула, брезентом з азбестового волокна та додаванням розпиленої води.

Визначення ступеня руйнувань елементів цеху та очікуваних збитків.

Визначаємо можливий ступінь руйнувань кожного елемента цеху за величиною $\Delta P_{\phi} = 25$ кПа.

Очікувані збитки визначаємо за таблицею 4.4, виходячи із ступеня руйнувань елементів. Результати заносимо в підсумкову таблицю 4.5.

Таблиця 4.5 – Збитки залежно від ступеня руйнувань елементів об'єкта (цеху)

Ступінь руйнувань	Слабкі	Середні	Сильні	Повні
Збитки, зруйновані елементи обладнання, %	10–30	30–50	50–90	90–100

Визначення можливих утрат виробничого персоналу.

За $\Delta P_{\phi} = 25$ кПа люди отримають травми:

а) на відкритій місцевості – травми легкого;

б) у будинку цеху за середнього ступеня руйнування – до 50 % людей отримають додатково ураження розбитим склом, уламками зруйнованих елементів будівлі та іншими предметами.

Визначення можливого характеру пожеж на об'єкті.

За таблицею 4.6 визначаємо, що на об'єкті можуть виникнути окремі пожежі з переходом у суцільні через 1–2 год, виходячи з того, що:

- категорія виробництва за пожежною небезпекою – Г;
- очікується надмірний тиск УХ $\Delta P_{\phi} > 20$ кПа;
- щільність забудови Щ = 30 %;
- ступінь вогнестійкості будівель – IV (визначено за дод. 1.4 для заданих меж вогнестійкості несучих стін – 0,5 год, перекриттів – 0,25 год).

Таблиця 4.6 – Результати прогнозування та оцінювання наслідків аварії

В якій зоні руйнувань об'єкт. Надмірний тиск	Елементи цеху	Ступінь руйнування	Очікувані збитки, %	Характер пожеж	Ступінь ураження виробничого персоналу
Зона середніх руйнувань, $\Delta P_{\phi} = 25$ кПа	Будівля	середні	30–50	Окремі пожежі з переходом у суцільні через 1–2 год	Легкі травми. Ті, що в будівлі цеху – до 50 % – отримують пошкодження уламками скла і конструкцій
	Верстати	слабкі	10–30		
	Трубопроводи	середні	30–50		
	Кабельні мережі	слабкі	10–30		

Висновки до розділу 4

Проведено аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників на проєктованому об'єкті та запропоновано заходи щодо охорони праці. Також розраховано усі ризики при надзвичайних ситуаціях та пожежі. Проаналізовано безпеку об'єкту і розраховано можливі збитки при виникненні небезпечних ситуацій.

Розрахунки проведені згідно до вимог охорони та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

5 СТАРТАП-ПРОЕКТ

Метою розділу є формування інноваційного мислення, підприємницького духу та формування здатності оцінювання ринкових перспектив і можливостей комерціалізації основних науково-технічних та інноваційних розробок, сформованих у попередній частині магістерської роботи у вигляді розроблення концепції стартап-проекту в умовах висококонкурентної ринкової економіки глобалізаційних процесів[32].

5.1. Резюме: конкретизація бізнес-ідеї, мети стартапу, об'єкту дослідження, місця розробки у інноваційному ланцюжку цінності

Загальна характеристика розробки:

Тема: Гідрофобізуюча добавка для прес-порошку;

Мета проекту: Розробка гідрофобізаторів для впровадження в виробництво керамічної плитки;

Суб'єкт замовлення: заводи, що виготовляють керамічну плитку методом напівсухого пресування;

Об'єкт дослідження: Гідрофобізатори;

Місце розробки у інноваційному ланцюжку цінності – етап виробництво;

Місце товару у міжнародній класифікації товарів – клас 1, хімікати, призначені для використання в промисловості;

Цінність – підвищення ефективності пресування прес-порошку;

Гранична корисність товару – значне збільшення якості кінцевого продукту та спрощення процесу пресування напівфабрикату.

Таблиця 5.1 – Резюме стартап-проекту

Показник	Характеристика
1. Ідея	Розробка гідрофобізаторів для впровадження в виробництво керамічної плитки
2. Основна потреба, яку задовольнить реалізований стартап	Продукт дозволяє виробництвам краще пресувати прес-порошок
3. Класифікація продукту стартапу за міжнародною класифікацією товарів	Клас 1 – хімікати
4. Місце ідеї у ланцюжку цінностей інноваційного процесу	виробництво
5. Гранична корисність ідеї стартапу	зниження собівартості продукції
6. КВЕД	C 20.59
7. Прототипи ідеї (ціна, на якому етапі реалізації знаходяться)	70000грн/т
8. Аналоги ідеї (ціна, на якому етапі реалізації знаходяться)	68000грн/т
9. Конкуренти вітчизняні (ціна, на якому етапі реалізації знаходяться, основні конкурентні переваги, фактори успіху)	«ХімЛаб», «ХімБуд» «ChemAdd»
10. Конкуренти іноземні (ціна, на якому етапі реалізації знаходяться, основні конкурентні переваги, фактори успіху)	відсутнє
11. Ключові фактори успіху стартапу	Зниження тиску пресування прес-порошку
12. Споживачі (основні на етапі впровадження, групи, орієнтовна чисельність)	Великі підприємства з виробництва керамічної плитки
13. Планова кількість продукту розробки для першого етапу реалізації	3600т/рік
14. Мінімальна кількість виробництва за методом точки беззбитковості	1238т/рік
15. Споживачі на етапі розвитку	Великі підприємства з виробництва керамічної плитки
16. Споживачі на етапі зрілості	Впровадження технології за кордон
17. Конкурентна ціна на продукт стартапу	60000грн/т
18. Плановий рівень рентабельності при реалізації продукту	40,5%
19. Капіталовкладення в проект	155 518 948
20. Строк окупності проекту	2,5років

Продовження таблиці 5.1 – Резюме стартап-проекту

21. Джерела фінансування	Інвестори, власні кошти підприємства
22. Основні компоненти продукції стартапу (їх доля у готовому товарі, ступінь готовності компонентів у наявному виробництві)	ГКЖ-11К-60грн/кг
23. Потенційні постачальники складових компонентів розробки (виділити вітчизняних і закордонних, плановий обсяг замовлень, наявна потужність постачальника)	ТОВ «ІННОЧЕМ» м. Київ, ТОВ «СІЛКОР» м. Київ, ТОВ «СІЛОКСАН» м. Київ, ТОВ «ВЕРЕС» м. Дніпро,
24. Планове місце реалізації результату розробки (місце, планова доля реалізації продукту через це місце)	Великі підприємства з виробництва керамічної плитки
25. Наявність посередників при реалізації (так, ні, орієнтовні посередники, форми оплати їх діяльності)	Відсутні

Терміни:

1. Продукт: Гідрофобізатор – метилсиліконат калію (ГКЖ-11К)

2. Технологія

Виробництво добавки проводиться методом змішування у необхідних пропорціях з водою. Використовують концентровану сировину. В спеціальний змішувач завантажують необхідну кількість концентрованої речовини та проводять розведення у водному середовищі до 40% . Після змішування продукт можуть одразу додавати до керамічної шихти за умови успішного проходження контролю якості.

3. Джерела сировини

ГКЖ-11К: ТОВ «ІННОЧЕМ» м. Київ, ТОВ «СІЛКОР» м. Київ, ТОВ «СІЛОКСАН» м. Київ, ТОВ «ВЕРЕС» м. Дніпро, ТОВ «Компанія Новохім» м. Харків

Кваліфікація персоналу

Виробничий персонал: начальник цеху, начальник зміни, начальник лабораторії, головний технолог, лаборанти, наладчик обладнання, – це

кваліфіковані робітники III та IV розрядів та висококваліфіковані V та VI розрядів.

Вантажники, вахтери, прибиральниці, пакувальники – можуть бути малокваліфіковані – ті, що мають I та II розряди та не кваліфіковані.

4. Споживач

Середні та великі за потужністю виробники керамічних плиток для внутрішнього облицювання стін та підлоги

5. Ринок збуту - великі підприємства з виготовлення керамічної плитки напів сухим способом пресування прес-порошку

6. Конкурентні переваги

Ціна, легкість використання, висока ефективність, універсальність використання

7. Необхідні капіталовкладення - 155 518 948грн

8. Період повернення капіталовкладень – 2,5 роки

5.2 Аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища стартапу

Таблиця 5.2 – Аналіз загроз і можливостей зовнішнього середовища

	Загрози	Можливості
Економіка		
Рівень інфляції	Підвищення цін на сировину, бо вона вся вітчизняного походження	Отримання додаткових доходів на різниці курс валют
Зниження купівельної спроможності населення	Зниження кількості продажів, зменшення об'ємів виробництва	Пошук нових ринків в т.ч. закордонних
Збільшення податкового навантаження	Зменшення чистого прибутку	Пошук шляхів здешевлення виробництва
Політика		
Нестабільне воєнне положення	Перебої з постачанням сировини, зниження прибутку	Збільшення штату робітників за рахунок переселенців

Продовження таблиці 5.2 – Аналіз загроз і можливостей зовнішнього середовища

Географія		
	Стихійні лиха в межах географічної області	Зручне розташування для логістичних операцій
Науково-технічний прогрес		
Поява новітньої технології	Моральне старіння методів	Зменшення термінів амортизації, пошук шляхів інвестування
Демографія і соціальні фактори		
Зниження рівня освіти населення	Проблема з освоєнням нових технологій	Збільшення робочої сили на виробництві

Таблиця 5.3 – Аналіз факторів зовнішнього оперативного середовища

Фактор	Переваги	Недоліки
Конкуренти:	Поява нового товару на ринку, що дасть можливість конкурувати з існуючими підприємствам	Середня ціна товару та контроль ринку конкурентами є перепорою у встановленні вигідної позиції при збуті товару
Постачальники:	Можливість вибору оптимальної ціни та якості із-за широкого ринку сировини	Постійний контроль за поставками, що передбачає пошук відповідальних постачальників
Споживачі:	Довготривала співпраця з великими виробництвами	Мала кількість виробництв на території України

Таблиця 5.4 – Аналіз зацікавлених сторін

Зацікавлена сторона	Вплив її на реалізацію проекту	Цікавість її до проекту	Загальний коефіцієнт впливу на проект
Суб'єкти зовнішнього оперативного середовища			
Виробник:			
Конкурент ТОВ «БудХім»	3	4	12
Конкурент «ChemAdd»	2	2	4
Конкурент «ХімЛаб»	3	2	6
Постачальник:			
ТОВ «ВЕРЕС»	5	4	20
Споживачі:			
Виробництво	4	5	20
Посередники:			
Реклама	2	4	8
Зовнішнє середовище			
Політичні структури			
Міська рада	4	3	12
Суб'єкти економічного середовища			
Податкова служба	2	3	6
Інвестори	4	5	20
Фінансові установи	5	4	20
Власники географічних об'єктів			
Міське населення	3	4	12
Суб'єкти демографії			
Молоді люди	5	5	25
Люди середнього віку	3	4	12
Люди похилого віку	2	2	4
Суб'єкти культурного середовища			
Субкультура	1	2	2
Суб'єкти НТП			
Університети	5	3	15

Таблиця 5.5 – Переваги і недоліки внутрішнього середовища

Фактор	Переваги	Недоліки
Набір молодих кадрів	Надання молодим спеціалістам місця роботи за спеціальністю без досвіду роботи	Необхідність досить великого періоду адаптації для повноцінної роботи молодих кадрів
Оренда	Витрачаємо менше коштів, відповідно менше ціна на продукцію	Обладнання може бути застарілим і можуть виникати проблеми через це
Власне в-во сировини	Незалежність від поставок	Збільшення витрат на додатковий персонал та дороге обладнання
Розташування цеху в невеликому місті	Дешевші ціни на тарифи, працю, матеріали	Не всі молоді кадри мають бажання залишати великі міста – адже там розташовані високоакредитовані університети

5.3 Визначення ключових факторів успіху проекту

Для виробництва гідрофобізаторів важливими є такі характеристики: ціна, універсальність, ступінь міцності, ступінь насипної щільності, зменшення тиску пресування[33].

Таблиця 5.6 – Оцінка характеристик продукції

Характеристика	Коеф. Ваг. характеристики	Оцінка характеристик			
		Наша продукція	Конкурент ТОВ «БудХім»	Конкурент «ChemAdd»	Конкурент «ХімЛаб»
Ціна	0,3	3	4	2	5
Універсальність	0,1	5	4	3	4
Ступінь міцності	0,15	4	3	5	2
Ступінь насипної щільності	0,05	4	5	3	4
Зменшення тиску пресування	0,4	5	2	4	3

З урахуванням коефіцієнту вагомості характеристики визначаємо бальну оцінку кожної характеристики для нашої продукції і для конкурентів (табл. 5.7).

Таблиця 5.7 – Бальна оцінка характеристик продукції

Характеристика	Оцінка характеристик			
	Наша продукція	Конкурент ТОВ «БудХім»	Конкурент «ChemAdd»	Конкурент «ХімЛаб»
Ціна	0,9	1,2	0,6	1,5
Універсальність	0,5	0,4	0,3	0,4
Ступінь міцності	0,6	0,45	0,75	0,3
Ступінь насипної щільності	0,2	0,25	0,15	0,2
Зменшення тиску пресування	2	0,8	1,6	1,2

На підставі отриманих бальних оцінок будуюмо графік порівняння конкурентних переваг нашого підприємства з конкурентами (рис. 5.1).

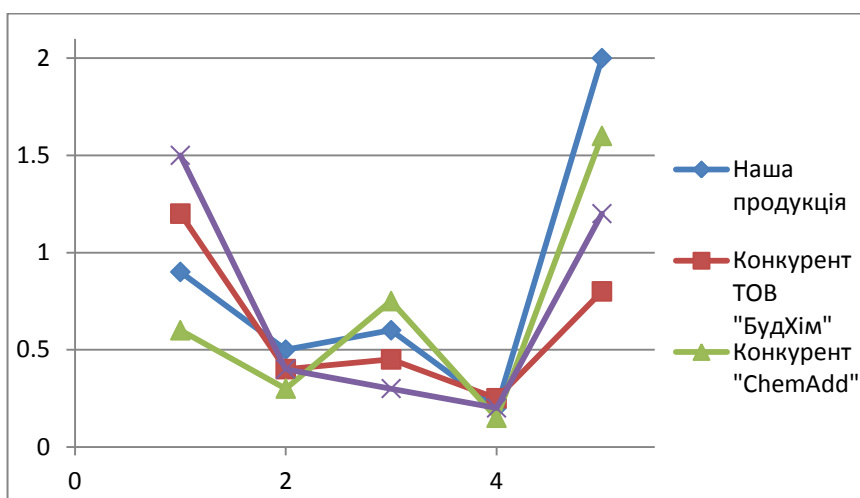


Рис. 5.1 – Графік порівняння конкурентних переваг нашого підприємства з конкурентами

Відповідно до отриманих результатів вагомими перевагами продукції нашого підприємства є універсальність та зменшення тиску пресування. За показником «ступінь насипної щільності» конкурентом нашої компанії є «ХімЛаб». За показником «ступінь міцності» конкурентом нашої компанії є «ChemAdd»

За показником «ціна» наша продукція не може конкурувати. Таким чином, наше підприємство повинно зосередитися на покращенні цінової позиції на ринку.

На основі аналізу зовнішнього середовища та зовнішнього оперативного середовища можливі варіанти розвитку ідеї стартап проекту (табл. 7).

Таблиця 5.8 – Варіанти розвитку ідеї стартапу

Варіант	Стислий опис можливого розвитку
1. Позитивний	Стартап буде успішний.
2. Нейтральний	Стартап потребує допрацювань .
3. Негативний	Стартап не можливо втілити в життя.

5.4 Визначення потенційних споживачів

Таблиця 5.9 – Класифікація потенційних споживачів

Критерій	Значення
Юридична особа	
1. Форма власності	Державне, приватне
2. КВЕД	С 23.31 Виробництво керамічних плиток
3. За потужністю (малі, середні, великі)	Великі
4. За масштабом виробництва	Масові
5. За рівнем спеціалізації (вузькопрофільні, багатопрофільні, комбіновані)	Вузькопрофільні
6. За ресурсами, що споживаються	Матеріаломісткі, капіталомісткі
7. За чисельністю персоналу	Великі
8. За сферою діяльності	Виробничі, комерційні

Продовження таблиці 5.9 – Класифікація потенційних споживачів

9. За приналежністю капіталу і контролю (національні, іноземні, спільні, багатонаціональні,...)	Національні
10. За географічним розташуванням	На всій території України
11. За віддаленістю органів управління (національні, міжнародні, офшорні, транснаціональні,...)	Національні
12. За характером господарської діяльності (промислові, сільськогосподарські, транспортні, будівельні, фінансово-кредитні, страхові, туристичні, консалтингові,...)	Будівельні
13. За рівнем технологічної цілісності (провідні, дочірні, філії,...)	Провідні, філії
14. За долею іноземного капіталу (з іноземними інвестиціями (більше 10%), іноземне підприємство (100%))	Більше 10 %
15. За формуванням статутного капіталу (унітарні, корпоративні)	Унітарні, корпоративні
16. За організацією виробничих процесів (періодичні, безперервні)	Безперервні
17. За роботою протягом року (сезонні, позасезонні)	Позасезонні
18. За географічним розташуванням на території України	Будь-яка
19. За наявністю вільних ОбЗ (коштів)	Наявні
20. За динамікою розвитку регіону розташування юридичної особи: <ul style="list-style-type: none"> • Регіон • Чисельність населення • Динаміка росту регіону • Структура регіону • Правові обмеження торгівлі 	<p>Великий регіон</p> <p>Чисельність населення більше 100 000</p> <p>Позитивна динаміка росту регіону</p> <p>Структура регіону: великі міста</p> <p>без правових обмежень торгівлі</p>

Модель інноваційної діяльності – В2В. Для визначення потреби споживачів і перевірки правильності визначення отримуємо первинну інформацію від самих споживачів.

Таблиця 5.10 Клієнт і його потреби

Категорія клієнтів	Потреби, які він задовольняє за допомогою Вашого продукту
Юридична особа	Продукт дозволяє виробникам керамічної плитки підвищувати ефективність пресування прес-порошку

Таблиця 5.11 – Паспорт клієнта ТОВ «АТЕМ ГРУП»

I. Загальна інформація про клієнта		
1	Повне найменування та скорочене найменування	Товариство з обмеженою відповідальністю «АТЕМ ГРУП»
2	Організаційно-правова форма	Товариство з обмеженою відповідальністю
3	Форма власності	Приватна компанія
4	Код за ЄДРПОУ	40657853
5	Місцезнаходження згідно з реєстраційними документами	02002, м.Київ, Вулиця Панельна, будинок 1
II. Основні відомості про клієнта		
6	Галузь діяльності	Виробництво керамічних плиток та плит
7	Рівень спеціалізації	Вузкопрофільне
8	Потужність	Велике
9	Ресурси, що споживаються	Матеріаломістке, капіталомістке
10	Сфера діяльності	Виробниче, комерційне
11	Рівень технологічної цілісності	Провідне
12	Віддаленість органів управління	Національні
13	Наявність вільних Обз (коштів)	Наявні
14	Організація процесів	Безперервне
15	Робота протягом року	Позасезонне
16	Доля іноземного капіталу	Більше 10%

Продовження таблиці 5.11 – Паспорт клієнта ТОВ «АТЕМ ГРУП»

17	Формування статутного капіталу	Корпоративне
18	Засновано	1994 рік
19	Засновники	Бардаченко Олег Миколайович – 20% Товариство Atem Usa – 80%
20	Штаб-квартира	Київ
21	Територія діяльності	Україна
22	Уповноважені особи	Директор: Кузьменко Таміла Іванівна
23	Діяльність	23.31 Виробництво керамічних плиток і плит 22.29 Виробництво інших виробів із пластмас 23.42 Виробництво керамічних санітарно-технічних виробів
24	Розмір статутного капіталу	10 млн грн
25	Виробнича потужність	3,5 млн м ² /рік
26	Чисельність співробітників	1600
27	Фактична адреса виробництва	01013, Київ, Україна, вул. Промислова, 4-Б
28	Сайт	https://atem.com.ua
29	Контактні дані	Приймальна: +380 (44) 520-20-00

Таблиця 5.12 – Паспорт клієнта ПрАТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПЛИТКОВИЙ ЗАВОД»

I. Загальна інформація про клієнта		
1	Повне найменування та скорочене найменування	Приватне акціонерне товариство «Харківський плитковий завод»
2	Організаційно-правова форма	Приватне акціонерне товариство
3	Форма власності	Приватна компанія
4	Код за ЄДРПОУ	00293628

Продовження таблиці 5.12 – Паспорт клієнта ПрАТ «ХАРКІВСЬКИЙ ПЛИТКОВИЙ ЗАВОД»

5	Місцезнаходження згідно з реєстраційними документами	61106, м. Харків, проспект Московський, 297
II. Основні відомості про клієнта		
6	Галузь діяльності	Виробництво керамічних плиток
7	Рівень спеціалізації	Вузькопрофільне
8	Потужність	Велике
9	Ресурси, що споживаються	Матеріаломістке, капіталомістке
10	Сфера діяльності	Виробниче, комерційне
11	Рівень технологічної цілісності	Провідне
12	Віддаленість органів управління	Національні
13	Наявність вільних Обз (коштів)	Наявні
14	Організація процесів	Безперервне
15	Робота протягом року	Позасезонне
16	Доля іноземного капіталу	Більше 10%
17	Формування статутного капіталу	Корпоративне
18	Засновано	1994 рік
19	Засновники	Шеветовський Валентин Валентинович
20	Штаб-квартира	Харків
21	Територія діяльності	Україна
22	Уповноважені особи	Директор: Єфімов Олександр Олександрович
23	Головний бухгалтер	Піддубна Лариса Миколаївна
24	Діяльність	23.31 Виробництво керамічних плиток і плит 23.41 Виробництво господарських і декоративних керамічних виробів
25	Розмір статутного капіталу	20 млн грн
26	Виробнича потужність	2 млн м ² /рік
27	Чисельність співробітників	1300
30	Фактична адреса виробництва	61106, м. Харків, пр. Московський, 297
31	Сайт	http://www.plitka.kharkov.ua

32	Контактні дані	Приймальна: +38 (057)754-45-11
----	----------------	--------------------------------

Визначення потенційного споживача дозволяє сформулювати плановий обсяг випуску продукції за місяцями (за перший рік реалізації) – табл. 5.11.

Таблиця 5.13 – Запланований обсяг продукції (товарів, послуг)

	Січень, 2019	Лютий, 2019	Березень, 2019	Квітень, 2019	Травень, 2019	Червень, 2019	Липень, 2019	Серпень, 2019	Вересень, 2019	Жовтень, 2019	Листопад, 2019	Грудень, 2019
Запланований обсяг, т	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300

Випуск продукції за рік – 3 600 т.

5.5 Ціна інноваційної пропозиції на ринку

Таблиця 5.14 - Проектні ціни продажу ідеї, технології, методики, грн

Найменування товару	Планові обсяги продажу		Аналоги, прототипи	
	Кількість, т	Ціна, грн/т	Кількість, т	Ціна, грн/т
ГКЖ-11К	3 600	65 000	Починаючи від 500	70 000-120 000

Ціноутворення – це процес обґрунтування, затвердження та перегляду цін і тарифів, визначення їх рівня, співвідношення та структури. Ціна, яку було встановлено для продажу ГКЖ-11К становить 65 грн/кг.

Порівняємо ціну за різними методами ціноутворення на ринку. Методи ціноутворення, що ґрунтуються на врахуванні витрат називаються витратними. Розглянемо метод повних витрат. Ціна розраховується, виходячи із суми постійних і змінних витрат на одиницю продукції й запланованого прибутку з урахуванням нижнього порогу ціни.

$$Ц = С + П,$$

де Ц – ціна одиниці товару, грн;

С – собівартість одиниці товару, грн;

П – величина прибутку, яку бажає отримати підприємство від реалізації
одиниці товару, грн.

Таблиця 5.15 – Сукупні витрати

Обсяг	3600 т/рік
Заробітна плата із нарахуванням	3 059 760 грн/рік
Витрати оборотних фондів	149 528 388 грн/рік
Амортизація	134 684 грн
Собівартість продукції	152 722 832

Собівартість - всі витрати підприємства на виробництво і реалізацію продукції у грошовому вигляді.

$$\text{ОбЗ} = \text{ОбФ} + \text{ФОП}$$

$$\text{ОбЗ} = 149\,528\,388 + 3\,059\,760 = 152\,588\,148 \text{ грн/рік}$$

$$C = A + \text{ОбЗ}$$

$$C = 134\,684 + 152\,588\,148 = 152\,722\,832 \text{ грн/рік}$$

Прибуток – це частина виручки від реалізації продукції, яка залишилась на підприємстві після компенсації витрат на виробництво і реалізацію та інших обов'язкових платежів.

Середня ринкова 1т продукції:

$$K = 65\,000 \text{ грн/т};$$

Враховуючи, що частина продукту йде на виробництво власної керамічної плитки, виробництво котрої потребує 861т/рік, то реалізовувати будемо –
 $3600 - 861 = 2739$ т продукту

Так як плановий випуск продукції 3600т/рік, тому

$$C_{\text{пит}} = 152722832 / 3600 = 42423 \text{ грн/т}$$

Річний прибуток підприємства:

$$P = K - C$$

$$\Pi = (2739 \cdot 65\,000 \text{ грн}) - (42423 \cdot 2739) = 61\,838\,403 \text{ грн/рік}$$

Очікуваний прибуток з одиниці продукції: 22 577 грн за реалізацію 1 т продукту.

Отже, за витратним методом прогнозована ціна продукту становитиме:

$$Ц = C + \Pi = 42423 + 22577 = 65\,000 \text{ грн/т.}$$

Головна перевага даного методу – легкість розрахунків. Проте є недоліки. По-перше не береться до уваги чинник попиту на товар, а по-друге ціна, порахована за витратним методом практично завжди завищена.

Таблиця 5.16 - Забезпеченість проекту основними засобами

№ з/п	Стаття основних засобів підприємства	Кількість, од.	Вартість, грн.	Термін експлуатації, рік	Амортизація, грн./рік	Норма-її
Будівля	Приміщення	1	2 500 000	30	83333	0,033
1	Ємності для запасів сировини	10	30 000	10	3000	0,1
3	Ваговий стрічковий дозатор	2	60 000	8	7500	0,125
4	Змішувач	2	50 000	8	6250	0,125
5	Ємність для змішування	2	6000	5	1200	0,2
6	Пікнометр	1	3000	8	375	0,125
7	Ваги лабораторні	1	8000	5	1600	0,2
9	Холодильник	1	10000	10	1000	0,1
10	pH-метр лабораторний	1	30000	10	3000	0,1
14	Принтер	1	3000	5	600	0,2
15	Чайник	1	800	5	160	0,2
Транспортні засоби			200 000	12	16666	0,083
Виробничий господарський інвентар			5000	1	5000	1
Нематеріальні активи			25 000	5	5 000	0,2
Σ			2 930 800		134 684	

Приймаємо, що в цеху використовується напруга першого класу. Тариф на електроенергію складає 1,63754 грн/кВт. Виробництво працює 24 години на добу 365 днів.

Для роботи обладнання витрачається 60 000кВт/рік. Тоді вартість електроенергії становитиме:

$$V_{ел} = 60000 \cdot 1,63754 = 98253 \text{ грн/рік.}$$

Для особистої гігієни працівників в цеху передбачені душові кабінки, туалети та рукомийники. Також передбачено вологе прибирання цеху раз у зміну. Загальна витрата води у рік становить 850 м³/рік, а тариф на воду складає 14,7 грн/м³. Отже, вартість води за рік складатиме:

$$V_{в} = 850 \cdot 14,7 = 12\,495 \text{ грн/рік.}$$

Річна витрата сировини з урахуванням запланованого обсягу продукту 3600 т/рік складає:

ГКЖ-11К – 2 400 т /рік

Вода – 1200 м³/рік

Витрати на сировину на рік :

$$\text{ГКЖ-11К} - 2400 \text{ т} \cdot 60000 \text{ грн/т} = 144\,000\,000 \text{ грн/рік}$$

$$\text{Вода} - 1200 \text{ м}^3 \cdot 14,7 \text{ грн/м}^3 = 17\,640 \text{ грн/рік}$$

Сума витрат на сировину :

$$144\,000\,000 + 17\,640 = 144\,017\,640 \text{ грн/рік}$$

Таблиця 5.17 - Забезпеченість проекту оборотними фондами

Оборотні фонди	Норма витрат на рік,	Ціна, грн
Електроенергія	60000 кВт	98 253
Вода	2050 м ³	30 135
ГКЖ-11К	2400т	144 000 000
Ємності для фасування	3600шт	5 400 000
Всього		149 528 388

Таблиця 5.18 Заробітна плата робітників підприємства

Посада	Кільк.	З/п на 1 прац., грн	Нарах. на прац., грн	Всього з нарах., грн./міс.
Начальник цеху	1	25 000	5500	30500
Начальник зміни	1	12000	2640	14640
Головний бухгалтер	1	12 000	2640	14640
Начальник лабораторії	1	16000	3520	19520
Технолог	2	15000	3300	36600
Лаборант	2	10000	2200	24400
Апаратник для обслуговування технологічного процесу	3	9000	1980	32940
Апаратник фасувальної/завантажувальної машини	3	8000	1760	29280
Прибиральниця	1	6000	1320	7320
Начальник складу	1	10000	2200	12200
Вантажник	3	9000	1980	32940
Разом	19	209 000	29040	254 980
Разом, 12 міс		2 508 000	348 480	3 059 760

Розглянемо *метод точки беззбитковості*. Це такий метод, при якому підприємець прагне встановити таку ціну, яка забезпечить йому бажану величину чистого прибутку. Це метод вивчення взаємозв'язку між витратами і доходами при різному рівні виробництва, і саме тому він надзвичайно корисний на стадії підготовки й аналізу майбутнього проекту, а також на стадії його реалізації. Рівень беззбитковості по прибутку досягається при такому обсязі реалізації, виручки від якого досить для покриття всіх операційних витрат, включаючи амортизацію; рівень беззбитковості по грошовому потоці може бути отриманий, якщо замінити суму зносу основних активів на суму, необхідну для погашення заборгованості.

$$П = Ц - С;$$

$$Ц = С, \text{ звідси } \Pi = 0.$$

Випуск продукції за рік становить 3600 тонни. Залишок продукції, що йде на продаж становить 2739т

Знайдемо ціну, за якою необхідно продавати продукцію, щоб вийти на точку беззбитковості.

$$\Pi = Ц_{од} \cdot B - (A + \text{ФОП} + \text{ОбФ})$$

Нехай $Ц = x$, тоді:

$$x \cdot 2739 - 116\,196\,597 = 0$$

$$x = 42\,423$$

Конкурентний метод

Полягає у встановленні ціни на продукт через аналіз і порівняння цін на аналогічний товар у конкурентів. Тобто, ціна на продукт має відповідати існуючому рівню цін на ринку аналогічних товарів.

Ціна конкурентного аналогу – 72 000 грн/т

Відповідно, ціна нашого стартап проекту за конкурентним методом має становити:

$$Ц_{к.м.} \approx \text{не більше } 72\,000 \text{ грн/т}$$

Параметричний метод

$$Ц_H = \frac{\Pi_H}{\Pi_6} \cdot Ц_6$$

В якості параметру візьмемо ступінь міцності: $\Pi_6 = 2,3 \text{ кг/см}^2$;

$$\Pi_H = 2,6 \text{ кг/см}^2.$$

Значить:
$$Ц_H = \frac{2,6}{2,3} \cdot 50000 = 56\,522 \text{ грн/т}$$

Таблиця 5.19 Метод бальної оцінки ціни:

Характеристика	Оцінка характеристик			
	Наша продукція	Конкурент ТОВ «БудХім»	Конкурент «ChemAdd»	Конкурент «ХімЛаб»
Ціна	0,9	1,2	0,6	1,5
Універсальність	0,5	0,4	0,3	0,4
Ступінь міцності	0,6	0,45	0,75	0,3
Ступінь насипної щільності	0,2	0,25	0,15	0,2
Зменшення тиску пресування	2	0,8	1,6	1,2
Сума	4,2	3,1	3,4	3,6

Розрахуємо нашу ціну, порівнюючи з конкурентною компанією «ХімЛаб». Тут ціна за одну тунну продукту складає 60 000 грн.

Ціна одного балу складає: $P_{16} = \frac{60000}{3,6} = 16\ 667$ грн

Тоді ціна нашого виробу: $Ц = 16\ 667 \cdot 4,2 = 70\ 001$ грн/т

Таблиця 5.20 – Техніко-економічні показники проекту

Показники	Одиниця виміру	Числове значення
Річний випуск продукції	т	3600(2739)
Чисельність персоналу за списком	осіб	19
Середньорічна чисельність персоналу за списком	осіб	19
Капіталовкладення	грн	155518948
	грн/т	43120
Вартість розробки	грн	152 722 832
	грн/т	42 423

Продовження таблиці 5.21 – Техніко-економічні показники проекту

Прибуток	грн/рік	61 838 403
	грн/т	22 577
Рентабельність	%	40,5
Коефіцієнт ефективності	%	39,7
Період повернення капіталовкладень	років	2,5

5.6 Аналіз джерел фінансування стартапу

Джерела фінансування:

1. Запозичені (кредити, інвестиції, гранти, кошти громадських організацій);
2. Власні (гранти).

Розглянемо можливі гранти, які можна отримати. В нашому випадку можна спробувати подати заявку на отримання гранту в програмі COSME. Програма COSME – програма ЄС конкурентоспроможність підприємств малого і середнього бізнесу. Вона заснована Європейським Союзом і покликана сприяти зміцненню конкурентоспроможності та стабільності малих і середніх підприємств, які здійснюють свою діяльність, як в ЄС, так і в інших країнах світу. Участь у програмі COSME дає можливість українському бізнесу здійснити вихід на зовнішні ринки країн ЄС та інших країн-учасниць програми, реалізувати власні товари та послуги, або придбати їх у іноземних компаній, знайти партнерів та контрагентів.

Наш проект може прийняти участь в конкурсі ЄВРОПЕЙСЬКА МЕРЕЖА ПІДПРИЄМСТВ (EEN). Мета конкурсу: підтримка бізнесу (МСП) у процесі виходу на європейський ринок (пошук партнерів, просування товарів та послуг, інноваційних продуктів та ін.) через реалізацію інформаційно-консультаційних послуг

Бюджет конкурсу: 57,200 млн. євро (60 контрактів). Покриття видатків проекту 100 %.

В разі неотримання гранту потрібно активізувати запозичені джерела фінансування. Нам необхідна сума 155 518 948грн для старту виробництва.

Кредити:

1. КУБ (ПриватБанк): сума 500000 грн без застави, термін – 12 міс, щомісячна ставка – 2% на місяць на початкове тіло кредиту.
2. Європейський банк реконструкції та розвитку: сума 19500000 грн (в разі відмови ради міста від фінансування нашого виробництва (див. нижче)); сума 9500000 грн (в разі фінансування містом нашого виробництва), термін – 3 роки.

В разі відмови котримсь банком у наданні кредиту можна звернутися до інвесторів. Нині в Інтернеті існують платформи, де можна зареєструвати свій проект та інвестори (в разі зацікавленості) можуть його обрати.

5.7 Концепція бізнес-моделі проекту та карта бізнес-процесів реалізації проекту

Таблиця 5.22- Карта бізнес-процесів виконання стартап проекту

Стадія реалізації стартап проекту	Бізнес-процеси	Характеристики		
		Задіяні ресурси	Орієнтовна тривалість процесу	Верхня межа фінансових витрат
Розробка ідеї стартапу(10% - 170 тис)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Розробка ідеї; ➤ Аналіз ринку; ➤ Формування команди; ➤ Перевірка потреб споживача; ➤ Розробка ТЗ ➤ Формування операційних допущень; ➤ Розробка бізнес-плану. 	Інформаційні, людські, засоби пошуку інформації (комп'ютер, підключений до інтернету), фінансові.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 48 год; ➤ 10 год; ➤ 160 год; ➤ 72 год; ➤ 480 год; ➤ 120 год; ➤ 120 год. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 50 тис; ➤ 10 тис; ➤ 50 тис; ➤ 20 тис; ➤ 40 тис; ➤ 100 тис; ➤ 80 тис.

Продовження таблиці 5.23 - Карта бізнес-процесів виконання стартап проекту

Реалізація ідеї(10% - 170 тис)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Створення ТОВ; ➤ Оформлення, реєстрація торгової марки та штрих-коду; ➤ Заключення договору про намір з банком; ➤ Заключення договору про намір з виробником; ➤ Заключення договору про намір з точкою збуту. 	Людські, фінансові.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 160 год; ➤ 160 год; ➤ 16 год; ➤ 16 год; ➤ 16 год. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 25 тис; ➤ 15 тис; ➤ 30 тис; ➤ 30 тис; ➤ 30 тис.
Впровадження у виробництво(80 % 1 млн 360 тис)	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Запуск договорів; ➤ Виготовлення ➤ Контроль якості виробленої продукції. 	Фінансові, людські.	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 40 год; ➤ 744 год; ➤ 48 год. 	<ul style="list-style-type: none"> ➤ - ➤ 1 млн 305 тис; ➤ 55 тис;
Масова реалізація	-	-	-	-
Закриття або продаж проекту (якщо передано)	Розвиток в інших напрямках	-	-	-

Визначено фактори і елементи бізнес-процесів методом системного аналізу (табл. 5.24).

Таблиця 5.24 – Системний аналіз бізнес-процесів стартапу

Функції	Елементи								
	Автор	Команда розробників	Банк	Юрист	Бухгалтер	Маркетолог	Виробник	Реалізатор	Споживач
Розробка ідеї	+								
Аналіз ринку	+					+			
Формування команди	+								
Перевірка потреб споживача	+	+				+			
Розробка ТЗ	+	+							
Формування операційних допусків	+	+			+	+			
Бізнес-план	+	+			+				
Створення ТОВ	+				+				
Оформлення, реєстрація торгової марки та штрих-коду	+	+		+					
Заклучення договору про намір з банком	+		+	+					
Заклучення договору про намір з виробником	+			+			+		
Заклучення договору про намір з точкою збуту	+			+				+	
Запуск договорів	+								
Виготовлення							+		
Контроль якості виробленої продукції		+					+		
Споживче тестування									+

5.8 Оцінка ризиків та страхування розробки

У даному розділі визначені найбільш імовірні ризики, які можуть виникнути при реалізації даного проекту.

Таблиця 5.25 – Оцінка ризиків

Ризики	Коефіцієнт впливу на дохід
1. Комерційні ризики: - конкуренти з нижчою ціною - відсутність інформації про підприємство - відсутність споживчого попиту на даний вид продукції - необхідність створення системи знижок - страхові витрати	0,75 0,85 0,99 0,25 0,45
2. Організаційні ризики: - складність із забезпеченням робочої групи кадрами необхідної кваліфікації - проблеми своєчасного постачання матеріально-технічних ресурсів - проблеми з організацією збутової мережі	0,50 0,95 0,95
3. Технічні ризики: - необхідність конструкторського доопрацювання елементів обладнання в процесі виробництва - необхідність доопрацювання в процесі виробництва технології виготовлення продукції	0,99 0,99
4. Фінансові ризики: - Інфляція - Ризик неплатоспроможності споживачів	0,98 0,25
5. Форс-мажори	0,3

З метою страхування або усунення зазначених ризиків пропонуються наступні заходи:

Таблиця 5.26 – Заходи для усунення ризиків

Група ризиків	Заходи щодо усунення або попередження
Комерційні	Впровадження знижок на продукцію для оптових покупців
	Створення більш вигідних умов для компаній-покупців у разі тривалої співпраці
	Забезпечення постійного моніторингу над оновленнями продукту
Організаційні	Заохочення кваліфікованих робітників гідною заробітною платою, умовами праці, гнучким графіком роботи та соціальним забезпеченням
	Контроль за всіма етапами виробництва
	Чітке дотримання режимів роботи устаткування
	Своєчасне забезпечення посередників продукцією підприємства
	Ретельний підхід до організації виробництва
Технічні	Придбання обладнання, яке максимально задовольняє потреби виробництва з урахуванням розширення підприємства
	Своєчасна заміна швидкозношуваних деталей обладнання
	Планові ремонти та профілактика обладнання
Фінансові	Закладання прогнозованого росту інфляції у фінансово-економічні розрахунки;
	Чітко прописані умови укладання кредитного договору
	Страхування майна
Форс-мажори	Створення фонду для покриття збитків у разі непередбачуваних ситуацій

ВИСНОВКИ

В даній магістерській дисертації проведено проектування заводу з випуску керамічної глазурованої плитки для підлоги продуктивністю 1,4 млн. м² в рік.

Була обрана територія на західній околиці міста Дружківка розміром 5,3 га, вибір місця будівництва обумовлений близькістю сировинної бази, наявністю кваліфікованих кадрів, робочої сили і великого ринку збуту.

Задана потужність заводу, якість продукції була досягнута завдяки впровадженню в технологічний процес сучасного обладнання. Установка преса РН-980 фірми «SACMI», сушарки та печі фірми «SITI», дозволять випускати високоякісну керамічну плитку.

За результатами проведеного дослідження на основі літературних даних у якості добавки для зниження тиску пресування було обрано метилсиліконат калію (ГКЖ-11К) у вигляді 40% водного розчину, який забезпечує вищу ефективність пресування прес-порошку, вищу щільність та міцність зразків при використанні даного гідрофобізатору, у складі шлікера, при менших показниках тиску пресування, що, в цілому, забезпечить кращу якість готового виробу та дає можливість за рахунок вищої якості вийти на вищий ціновий сегмент.

У роботі виконаний розрахунок матеріального балансу виробництва, здійснено вибір сировинних компонентів маси. Проведено вибір і розрахунок технологічного обладнання, представлена технологічна схема виробництва плитки з її описом.

Виконаний тепловий і конструктивний розрахунок печі, складений тепловий баланс. Розроблена схема автоматизації масопідготовки.

В стартап-проекті проведено розрахунок собівартості впровадження інновації, період повернення капіталовкладень та коефіцієнт економічної ефективності.

В розділі охорони праці проаналізовані потенційні небезпеки і виробничі шкоди, приведений розрахунок товщини теплоізоляції бічної стінки сушарки. Всі технологічні рішення прийняті з урахуванням вимог охорони праці та пожежної безпеки.

Виконано комплект креслень в кількості 8 шт.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- [1] Українська асоціація кераміки – [Електронний ресурс]. – Режим доступу на сайт: <http://www.ceramic.com.ua>. .
- [2] Н. В. Луців и М. С. Тис, «Товарознавчі аспекти дослідження вітчизняного ринку керамічної плитки», 2017.
- [3] П. П. Будников, В. Л. Балкевич, и И. А. Булавин, Химическая технология керамики и огнеупоров. Москва, 1972.
- [4] Л. М. Кацнельсон, «Определение оптимального давления одноосного прессования керамических порошков», Стекло и керамика, вып. №9, 2013.
- [5] А. М. Дальский, Технология конструкционных материалов. 1977.
- [6] В. А. Белоусов, Основы дозирования и таблетирования лекарственных порошков. Москва: Медицина, 1980.
- [7] «Влияние гидрофобизации поверхности частиц глины на прессуемость порошка и прочность прессованных изделий», Вестник технологического университета, вып. 15, 2015.
- [8] Г.В. Булидорова, А.Л. Афанасьева Вестник Казанского технологического университета, 17, 9, 21–24 (2014). .
- [9] А. А. Крупа, Оборудование и проектирование керамических заводов. Киев: Вища школа, 1983.
- [10] Плитки керамічні. Технічні умови: ДСТУ Б В.2.7-282:2011.–[2013-01-01]. Київ: Мінрегіон України, 2012.
- [11] Плитки керамічні.Методи випробув.: ДСТУ Б В.2.7- 283:2011.–[2013-01-01]. Київ: Мінрегіон України, 2012.
- [12] Сировина глиниста для виробництва керамічних будівельних матеріалів : ДСТУ Б В.2.7-60-97.–[1997-07-01]. Київ: Держкоммістобудування України, 1997.
- [13] И. Я. Гузман, Химическая технология керамики. Москва: ООО РИФ «Стройматериалы», 2003.
- [14] А. В. Ралко, А. А. Крупа, и Н. Н. Племянников, Теплотехника, тепловые процессы и агрегаты в технологии тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Киев: УМКВО, 1993.
- [15] И. В. Бахталовский, В. П. Барыбин, и Н. С. Гаврилов, Механическое оборудование керамических заводов. Москва: Машиностроение, 1982.
- [16] Н. М. Бобкова, Е. М. Дятлова, и Т. С. Куницкая, Общая технология силикатов. Минск: Вышэйшая школа, 1987.
- [17] В. Ф. Павлов, Физико-химические основы обжига изделий строительной керамики. Москва: Стройиздат, 1977.
- [18] И. И. Мороз, Технология строительной керамики: Учеб. Пособие для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. Киев: Вища школа, 1980.
- [19] М. М. Племянников, А. П. Яценко, и В. М. Павленко, Методичні вказівки до виконання теплотехнологічної частини дипломного проекту

- спеціалізації «Хімічні технології кераміки та скла». Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017.
- [20] П. В. Левченко, Расчеты печей и сушил силикатной промышленности. Москва: Альянс, 2007.
- [21] Якість газу у листопаді 2018 року по регіонах України [Електронний ресурс] // АТ«Укртрансгаз». – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <http://utg.ua/utg/media/news/2018/12/gq-2018-11.html>. .
- [22] А. . Августиник, Керамика. Москва: Стройиздат, 1975.
- [23] Ю. М. Величко, М. М. Племянников, и С. О. Бондаренко, «Дипломний проект бакалавра. Методичні вказівки для студентів напряму підготовки „Хімічна технологія“». К.:КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2010.
- [24] М. В. Лукінюк, Контроль і керування хіміко-технологічними процесами : У 2 кн. Кн.2 Керування хіміко-технологічними процесами. Київ: Політехніка, 2012.
- [25] И. Г. Дудеров, Г. М. Матвеев, и В. Б. Суханова, Общая технология силикатов. Москва: Стройиздат, 1987.
- [26] К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, и В. В. Запарний, Основи охорони праці: Підручник. Київ: Основа, 2006.
- [27] Природне і штучне освітлення : ДБН В.2.5-28-2006.– [2006-10-01]. Київ: Мінбуд України, 2006.
- [28] Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку : ДСН 3.3.6.037-99.– [1999-12-01].– Київ.: Міністерство охорони здоров'я України, 1996.– 34 с. .
- [29] Н. А. Рахалин, Б. С. Югай, и А. Г. Пришанов, Основы проектирования керамических заводов. Москва: Стройиздат, 1973.
- [30] Е. Л. Рохваргер, Строительная керамика: Справочник. Москва: Стройиздат, 1976.
- [31] Г. В. Макаров и А. Я. Васин, Охрана труда в керамической промышленности. Москва: Химия, 1989.
- [32] О. А. Підлісна, В. . Янковий, и М. П. Дорошенко, Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проектів для студентів хіміко-технологічних спеціальностей усіх форм навчання. Київ: Політехніка, 2002.
- [33] В. І. Гринчуцький, Е. Т. Карапетян, и Б. В. Погріщук, Економіка підприємства: навч. посібник. Київ: Центр учбової літератури, 2010.

ДОДАТКИ