

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: Виробництво будівельного скла: виготовлення скла з енергозберігаючим покриттям

Виконав: студент 6 курсу, групи ХМ-71мп

Дзюбін Богдан Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Керівник _____

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

_____ (підпис)

Консультанти:

_____ (назва розділу)

_____ (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

_____ (назва розділу)

_____ (вчені ступінь та звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

_____ (назва розділу)

_____ (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

Дзюбіну Богдану Сергійовичу

1. Тема дисертації: Виробництво будівельного скла: виготовлення скла з енергозберігаючим покриттям

науковий керівник дисертації _____

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

2. Термін подання студентом дисертації _____

3. Об'єкт дослідження _____

4. Предмет дослідження _____

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

Пояснювально-розрахункова записка – 115 сторінок, рисунків – 7, таблиць – 36, додатків –7, використаних джерел –39 .

Мета – створення сучасного високоякісного виробництва флоат-скла з енергозберігаючим покриттям.

Актуальність – налагодження вітчизняного виробництва скла флоат-методом з енергозберігаючим покриттям , аналоги якого відсутні на території України.

Об'єкт дослідження – виробництво будівельного енергозберігаючого скла.

Предмет дослідження – процес нанесення енергозберігаючого покриття піролітичним методом.

Практичне значення одержаних результатів – реалізація проекту виготовлення енергозберігаючого скла дасть можливість розвитку вітчизняного склоробного виробництва.

Розроблено виробництво флоат-скла з енергозберігаючим К-покриттям загальною продуктивністю 5 млн. м² на рік. Наведено асортимент продукції, характеристика сировинних матеріалів та палива.

Передбачено вибір та розрахунок кількості сировинних матеріалів для виготовлення шихти. Представлено відповідне обладнання для виготовлення листового скла та нанесення покриття піролітичним методом.

Технологічною схемою передбачено використання скловарної печі безперервної дії з поперечним розвитком полум'я, а також формування стрічки скла у флоат-ванні з розплавленим оловом та зубчатими роликками. Нанесення покриття відбувається в камері, відпал скла - у печі відпалу.

Проведені розрахунки тепло-технологічного обладнання (піч відпалу, флоат-ванна), матеріального та теплового балансів, розмірів скловарної печі. Відображена схема автоматичного регулювання камери для нанесення енергозберігаючого покриття.

Наведені заходи до охорони праці та безпеки на виробництві. Розраховані основні техніко-економічні показники спроектованого підприємства. На підставі розробленого виробництва представлений стартап-проект.

ФЛОАТ МЕТОД, СКЛОВАРНА ПІЧ, ЛИСТОВЕ
СКЛО, СИРОВИНА, ПРИРОДНИЙ ГАЗ, ВІДПАЛ,
ШИХТА, РОЗРАХУНОК ГОРІННЯ ПАЛИВА,
ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧЕ ПОКРИТТЯ, ПІРОЛІТИЧНИЙ
МЕТОД

ABSTRACT

Explanatory note - 115 pages, figures -7, tables - 36, appendixes - 7, sources - 39.

The objective is to create a modern high-quality float-glass production with energy-saving coating.

Relevance is to establish the domestic production of float-glass with energy-saving coating, the analogues of which are absent in Ukraine.

The object of research is the production of construction energy-saving glass.

Subject of research is the process of covering the energy-saving coatings by pyrolytic method.

The practical significance of the obtained results is the implementation of the project to produce energy-saving glass will enable the development of domestic glass manufacture.

The project of the workshop for the production of float-glass, which has total capacity of 5 million sq. m per year, was done. Range and characteristics of output, characteristics of raw materials, auxiliary materials and fuels were described.

The project provides selection and calculation of raw materials needed for making batch. The appropriate equipment for sheet glass manufacturing and pyrolytic coating application are presented.

The manufacturing scheme involves the use of the continuous glass-melting furnace with transverse direction of the flame and forming the glass ribbon in molten tin bath with top rollers. The glass is coated in the chamber and annealed in the annealing furnace.

The calculations of the heat-technological equipment (annealing furnace, float bath), material and thermal balance and furnace size were carried out. The automation diagram of the chamber for covering energy-saving coating was designed.

The measures of labour protection and job safety were described. The major technical and economic indicators of project were estimated. The startup project was presented on the basis of the developed production.

FLOAT METHOD, GLASS MELTING FURNACE,
SHEET GLASS, NATURAL GAS, ANNEALING,
BATCH, FUEL COMBUSTION CALCULATION,
ENERGY-SAVING COATING, PYROLYTIC METHOD

ЗМІСТ

ОСНОВНІ СКОРОЧЕННЯ ТА ПОЗНАЧЕННЯ	
ВСТУП	
РОЗДІЛ 1. ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ	
1.1 Стан виробництва скла з енергозберігаючим покриттям в Україні та світі	
1.2 Огляд існуючих технологій та методів виготовлення енергозберігаючого покриття	
1.3 Порівняльна характеристика К-скла та І-скла	
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1	
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	
2.1 Вибір та обґрунтування точки будівництва. Генеральний план підприємства	
2.1.1 Організація розташування основних будівель	
2.1.2 Розведення комунікацій	
2.2 Асортимент та вимоги діючих стандартів до продукції	
2.3 Характеристика сировини, допоміжних матеріалів	
2.4 Обґрунтування вибору технологічної схеми та способу виробництва	
2.5 Опис технологічної схеми виробництва	
2.5.1 Формування стрічки у ванні розплаву	
2.5.2 Нанесення енергозберігаючого покриття в піролітичній камері	
2.5.3 Відпал в лері	
2.6 Розрахунок складу шихти для скла	
2.7 Матеріальний баланс виробництва	
2.7.1 Розрахунок продуктивності цеху	
2.7.2 Баланс скломаси та розрахунок потреби у сировинних матеріалах	
2.8 Розрахунок основного тепло-технологічного агрегату	
2.8.1 Розрахунок режимів відпалу в лері	
2.8.2 Розрахунок вищої та нижньої температури відпалу	
2.8.3 Тепло-технологічний розрахунок флоат-ванни	
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2	

РОЗДІЛ 3. КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА ТА АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПОЦЕСІВ	
3.1 Опис розробленої схеми автоматизації камери для нанесення покриття	
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3	
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ	
4.1 Охорона праці.....	
4.1.1 Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників на проєктованому об'єкті. Заходи щодо охорони праці.....	
4.1.1.1 Повітря робочої зони	
4.1.1.2 Виробниче освітлення	
4.1.1.3 Виробничий шум і вібрації	
4.1.1.4 Випромінювання	
4.1.1.5 Електробезпека.....	
4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	
4.2.1 Безпека технологічних процесів і обслуговування устаткування	
4.2.2 Пожежна безпека.....	
4.2.3 Аналіз небезпеки об'єкта	
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4	
РОЗДІЛ 5. СТАРТАП-ПРОЕКТ.....	
5.1 Резюме стартапу, основні економічні показники	
5.2 Аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища	
5.3 Визначення ключових факторів успіху проєкту. Метод Шонфільда.....	
5.4 Визначення потенційних споживачів	
5.5 Ціна інноваційної пропозиції на ринку.....	
5.6 Концепція бізнес-моделі проєкту та карта бізнес-процесів реалізації проєкту	
5.7 Оцінка ризиків та страхування розробки	
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5	
ВИСНОВКИ.....	
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	
ДОДАТКИ.....	

ОСНОВНІ СКОРОЧЕННЯ ТА ПОЗНАЧЕННЯ

C – теплоємність

$C_{ск}$ – середня питома теплоємність скла

$[CH_4]$ – вміст компоненту газу

d – вологовміст

$F_{ск}$ – поверхня дзеркала скломаси

G – продуктивність печі

G_i – вагова кількість i -го оксиду в шихті

G_c – вихід скломаси з 1 кг шихти

$G_{ш}$ – витрата шихти для отримання 1 кг скла

i – ентальпія (тепловміст)

L – витрата повітря (компонентів газу) для спалювання 1 м³ газу

l_i – протяжність зони відпалу

P_i – вміст i -го компонента в розплаві

Q_v – вища теплота згорання палива

Q_n – нижня теплота згорання палива

q – ентальпія скломаси

R – універсальна газова стала

T – температура

T_f – температура пластичного та рідкого станів скла

T_g – температура сковання

T_v – вища температура в печі відпалу

T_k – температура кладки

T_n – нижня температура в печі відпалу

$T_{ск}$ – температура дзеркала скломаси

t – час

$V_{п.г.}$ – об'єм продуктів згорання

V – швидкість охолодження/нагрівання

W – вологість шихти

X – витрати газу

α – коефіцієнт тепловіддачі

δ – товщина шару вогнетриву

η - в'язкість

λ – коефіцієнт теплопровідності

σ – поверхневий натяг

τ – напруження

ККД – коефіцієнт корисної дії

V_{imm} – обсяг реалізації

ПП - середньорічний виробіток робітника

К – капіталовкладення

Р – рентабельність

$T_{пов}$ – термін повернення капіталовкладень

ФВ – фондоддача виробничих фондів

ФЄ – фондоемність

Е – коефіцієнт економічної ефективності

ВСТУП

Скло має ряд важливих властивостей: прозорість, високу міцність, хімічну стійкість, тепло- та звукоізоляцію у випадку застосування його у складі енергоощадливих вікон, а також широкі декоративні якості. Скло на сьогоднішній день стало одним із найголовніших будівельних матеріалів. Так, листове скло можна застосовувати для скління фасадів будівель, віконних та дверних прорізів, ліфтів, різноманітних конструкцій зовнішнього і внутрішнього оздоблення. Отримання високоякісного листового скла можливе за сучасною флоат-технологією.

З кожним роком вимоги до якості та технологічних характеристик листового скла зростають пропорційно із науково-технічним розвитком у галузі скловиробництва. Нині споживач зацікавлений не тільки у візуальних показниках скла (високий коефіцієнт світлопропускання, бездоганно рівна поверхня, відсутність включень та небажаного кольорового відтінку), а й в енергетичній раціональності продукту.

Як результат з'явився інтерес до виготовлення енергозберігаючого скла, яке використовують в будівельній сфері. За мету ставиться максимальне збереження теплової енергії внутрішнього середовища за рахунок селективного пропускання світлових хвиль обмеженого діапазону. Переважна більшість технологій виробництва пов'язані з нанесенням відповідного покриття на поверхню скла. За рахунок явищ інтерференції й електропровідності скло з таким покриттям відбиває теплові хвилі в інфрачервоному діапазоні, що дозволяє істотно скоротити тепловтрати приміщення.

На даний момент існують декілька технологій нанесення енергозберігаючого покриття на підприємствах світу. На жаль подібні виробництва відсутні на території України.

Для виробництва листів скла раціонально використовувати флоат-метод. Технологія виготовлення флоат-скла дозволяє формувати високоякісні листи з габаритними параметрами: 3-19 мм завтовшки, 3210 мм завширшки та будь-

якої довжини, що обмежується транспортувальними можливостями підприємства.

Дана магістерська дисертація - частина комплексної роботи. Метою магістерської дисертації є створення сучасного високоякісного виробництва флоат-скла з енергозберігаючим покриттям; розгляд технології, яку економічно та технологічно доцільно впроваджувати у широке виробництво; доповнення, актуалізація та розвинення обраного способу виготовлення енергозберігаючого скла; створення стартап-проекту на основі отриманих результатів.

Актуальність та доцільність впровадження подібного підприємства – беззаперечні, в силу відсутності вітчизняної конкуренції та наявності широкої клієнтської бази.

РОЗДІЛ 1. ВИБІР НАПРЯМКУ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Стан виробництва скла з енергозберігаючим покриттям в Україні та світі

Енергозберігаюче скло це поліроване флоат-скло, поверхня якого вкрита спеціальним покриттям з напівпровідникових оксидів металів або кольорових металів. Внаслідок явищ інтерференції й електропровідності скло з таким покриттям відбиває теплові хвилі в інфрачервоному діапазоні, що дозволяє істотно скоротити тепловтрати приміщення. Оскільки, енергозберігаюче скло вибірково пропускає хвилі, стає зрозумілим одне з його менш розповсюджених визначень як селективного скла.

Параметром, що характеризує енергозберігаючі властивості скла, буде його випромінювальна здатність, під якою розуміють властивість поверхні відбивати довгохвильове теплове випромінювання. З метою порівняння характеристик параметр емісітент поверхні (E) у звичайного скла має числове значення $E=0,835$, а в селективного вже менш $0,04$, що говорить про те, що значення емісії селективного скла на порядок нижче за емісію звичайного скла, звідки маємо додаткову назву енергозберігаючого скла - низькоемісійне скло.

У холодну погоду низькоемісійне скло відбиває, наприклад, усередину приміщення тепло від опалювальних приладів, а в літню пору, навпроти, енергозберігаюче покриття відбиває теплову енергію в довгохвильовому діапазоні назовню, створюючи тим самим відчуття прохолоди й комфорту. Енергозберігаюче покриття низькоемісійного скла, маючи товщину всього в кілька десятків нанометрів, нічим не відрізняється від звичайного прозорого скла візуально, і абсолютно прозоре для ока.

У наш час використовується два типи низькоемісійних стекол: К-скло (характеризується твердим покриттям) та І-скло (характеризується м'яким покриттям).

Енергозберігаючі стекла широко застосовуються в країнах Європи, Азії, Північної Америки. В силу складності технології виготовлення має місце вимога високої кваліфікації постачальників, тому у світі існує всього декілька

компаній, що випускають скло з енергозберігаючим покриттям у великих обсягах. Інформація стосовно світових виробників наведена в таблиці 1.1. [1]

Таблиця 1.1 – Світові виробники енергозберігаючого скла

Виробник	Країна виробництва
Pilkington	Великобританія
PPG	США
Saint Goban	Франція
Glaverbel	Росія
Guardian	Люксембург, Великобританія

У 2003 році, тобто 10 років тому, компанія «Guardian» почала свою діяльність в Великобританії, запустивши виробництво флоат-скла в Гулі з обсягом інвестицій понад \$ 150 млн (£ 100 млн).

У 2008 році корпорація розширила свій парк обладнання, додавши лінію для ламінування скла. У минулому році завод в Гулі отримав нову установку магнетронного розпилення для нанесення покриття на скло, що є останнім словом скляної технології. Нове устаткування для нанесення покриття дозволить на лінії виробляти високоякісне низькоемісійне скло Guardian ClimaGuard. Цей продукт перевищує енергетичні стандарти і задовольняє естетичні і конструктивні вимоги.

Компанія Pilkington, виробник флоат скла і постачальник продуктів на його основі, змогла досягнути високих темпів продажів за шість місяців з моменту запуску енергозберігаючого скла. [2] Технологічні параметри продукції наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. – Технологічні параметри енергозберігаючої продукції
Pilkington

Продукт	Пропускання світа (%)	Отраження (%)	Солнечний фактор(%)	Спротивлення теплопередачі (м ² С/Вт)
LIFEGLOSS Neutral	75	10	47	0.67
LIFEGLOSS Blue	67	21	36	0.68
LIFEGLOSS Bronze	65	21	38	0.68
LIFEGLOSS Silver	55	35	33	0.68
Optitherm S3	80	12	63	0.67

Скло Saint Goban зі срібним покриттям в якості енергозберігаючого шару монтується в склопакети покриттям всередину. Тепло приміщення не покидає, при цьому сонячна енергія і світло склом не затримуються. [3] Це відрізняє Planitherm Futur від стекол Antelio.

На території України виробництва листового скла не розповсюджені, відповідно і енергозберігаюче скло не виготовляється на вітчизняному ринковому просторі.

1.2. Огляд існуючих технологій та методів виготовлення енергозберігаючого покриття

Набули розповсюдження два види енергозберігаючого покриття у світі, технології виготовлення яких розглянуті нижче:

ТВЕРДЕ енергозберігаюче покриття (К-скло)

К-скло - це високоякісне скло з низькоемісійним покриттям, нанесеним на одну поверхню скла в процесі його виробництва флоат-методом.

Суть методу полягає в спалюванні в кисні газоподібних метал-органічних сполук. Молекули оксидів металу, що утворюються в результаті цього процесу, осаджуються на поверхню розплавленого скла, практично, впалюючись у нього. Процес осадження відбувається безпосередньо на конвеєрі флоат-скла. Варіюючи товщиною оксиду, видом металу, можна змінювати такі характеристики, як коефіцієнт відбиття, світлопропускання й навіть кольоровість (в обмежених межах).

Таким чином, це покриття методом піролізу наноситься на поверхню розм'якшеного скла, у момент, коли скло усе ще має дуже високу температуру (більше 600°C). При такій температурі відбувається проникнення молекул покриття вглиб решітки скла. Покриття як би ламінується шаром скла, що робить його дуже стійким, надзвичайно механічно міцним.[4]

Для додання флоат-склу енергозберігаючих властивостей на поверхню ще гарячого скла методом піролізу в процесі виробництва на флоат-лінії наноситься тонкий шар спеціального металооксидного покриття. Таке покриття, «спікаючись» зі склом, відрізняється особливою міцністю, і тому називається «тверде покриття». Величина випромінювальної здатності К-скла звичайно має значення близько 0,2.

Покриття К-скла пропускає сонячну енергію в короткохвильовому діапазоні в приміщення, але не пропускає теплове випромінювання в довгохвильовому діапазоні, наприклад, від приладів і систем опалення.

- К-скло одержало поширення завдяки своєму нейтральному кольору, простоті обробки й винятковим теплоізолюючим характеристикам.

- К-скло може бути ламіноване й загартоване.
- К-скло звичайно входить до складу склопакетів у якості скла «на приміщення».

- К-скло (Low-I) поліпшує теплоізоляцію, істотно скорочує втрати тепла, знижує витрати на опалення, на порядок зменшує ймовірність конденсації вологи на поверхнях скла, передбачає можливість застосування разом із сонцезахисним склом.

- К-скло має високу світлопроникність і візуально практично нічим не відрізняється від звичайного прозорого скла.

- К-скло має прозоре покриття (Low-E) нейтрального кольору і його вплив на світлопроникність і відбиття ледь помітно.

Одержувані таким способом покриття дуже міцні, чому їх і називають «твердими», а стекла з таким покриттям - К-стеклами. У К-стекло коефіцієнт емісії знижений до 0,2, що дозволяє знизити теплове випромінювання (а, виходить, і тепловтрати) в 4 - 4,5 рази. [5]

Низькоемісійні покриття К-скла не помутніє і не зруйнується із часом.

Технічні характеристики:

- Гарні теплоізолюючі властивості ($K = 1,9 - 1,6$);
- Відмінна здатність пропускання сонячної теплової енергії;

Обробка:

- Простота в обробці (як звичайне флоат-скло);
- При монтажі в склопакети не має потреби в очищенні краю листа від покриття;

- Необмежений термін зберігання.

Загартування: Обов'язково

М'ЯКЕ енергозберігаюче покриття (I-скло)

Наступним серйозним кроком у виготовленні енергозберігаючих стекол стала поява І-Скла, яке по своїх характеристиках переважає вищеописане К-скло. До «м'якого» покриттям відносять всі види покриттів, одержуваних вакуумним розпиленням плівкоутворювальних матеріалів. Саме покриття являє собою систему шарів, у якій шар прозорого діелектрика відіграє роль що просвітлює, а низьку емісію випромінювання забезпечує дуже тонкий шар срібла.[6]

Відмінності між І-склом і К-склом полягають як у технології виробництва, так і в значенні коефіцієнта випромінювальної здатності. Одержання І-скла припускає нанесення на його поверхню оптичного низькоемісійного покриття на основі металів і їхніх оксидів з використанням високовакуумного виробничого устаткування, оснащеного системою магнетронного розпилення. На флоат-скло наноситься шар срібла, а як вторинне покриття - оксид титану.

"М'яке покриття" скла ("Soft coating") на основі срібла, позначуване в літературних джерелах як І-скло. Наноситься на готове флоат-скло за технологією off-line ("поза лінією") і втримується на склі силами молекулярної взаємодії.[7]

Низькоемісійне Double Low-E І-скло товщиною в кілька десятків нанометрів прозоре, має чудову світлопропускну здатність й ще більш низький коефіцієнт випромінювальної здатності в порівнянні з К-склом.

Застосування склопакетів з І-склом у складі дозволяє не тільки домогтися зниження енерговитрат, але й помітно підвищити комфорт у приміщенні. Коефіцієнт емісії І-скла не перевищує величини 0,1 (може досягати значення порядку 0,04), що дозволяє знизити тепловтрати вже не в 4 рази, а на цілий порядок.

Недоліком І-скла в порівнянні з К-склом є його знижена абразивна стійкість, що представляє певні труднощі при транспортуванні. Однак, з урахуванням того, що енергозберігаюче покриття І-скла завжди розташовують усередину склопакета, даний недолік не позначається на експлуатаційних характеристиках І-скла.[8]

Істотним недоліком скла є низька хімічна стійкість покриття. Це пояснюється тим, що для реалізації явища інтерференції (з метою одержання прозорого покриття) плівки (у цьому випадку срібло й оксид титану) наносять строго певної товщини, у результаті чого вони мають нещільну структуру й «прозорі» для атмосферної вологи й повітря, які окисляють срібло. Покриття втрачає свої емісійні властивості. Звідси й особливі вимоги до І-скла. Зберігання в герметичному пакуванні й обмежений строк монтажних робіт у відкритому середовищі. В середовищі інертного газу матеріал покриття на І-склі захищений від окисного впливу кисню повітря й працездатний аж до розгерметизації склопакета.

Технічні характеристики:

- Відмінні теплоізолюючі властивості ($K = 1,3 - 1,1$);
- Гарна здатність пропускання сонячної й теплової енергії;

Обробка:

- Вимагає обережності в обробці;
- Очищення краю листа від покриття необхідні при монтуванні (для зчеплення з герметиками);
- Обмежений строк зберігання.

Загартування: Можливо

1.3 Порівняльна характеристика К-скла та І-скла

Якщо коефіцієнт теплопередачі склопакета із звичайним флоат-склом складає $2,8 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, тоді коефіцієнт теплопередачі того ж склопакета з К-склом дорівнює $1,9 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$, а у випадку І-склопакета із аргоном всередині складе $1,3 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

І-скло в порівнянні з К-склом має поліпшені показники теплозахисту. В холодну пору року внутрішня температура будинку зі склопакетами, всередині яких І-скло, має значення на $3-4^\circ\text{C}$ вище у порівнянні з К-склом та на $7-10^\circ\text{C}$ у порівнянні із звичайним склом.[9]

Застосування склопакета з К-склом протягом опалювального сезону забезпечує економію енергії порядку $140 \text{ кВт}\cdot\text{год}$, а с І-склом $230 \text{ кВт}\cdot\text{год}$ с одного квадратного метра поверхні вікна у порівнянні із звичайним склопакетом.

Скло з м'яким покриттям обов'язково монтують в середину склопакета для уникнення контакту з навколишнім середовищем. М'яке покриття за своїми теплозберігаючими властивостями у $1,5$ рази перевершує тверде покриття, в усьому світі перевага віддається саме йому.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1

Внаслідок того, що енергозберігаюче скло не виготовляється на території України, вважаю доцільно розглядати тематику впровадження енергозберігаючого скла на вітчизняному ринку.

Технологія виготовлення К-скла простіша порівняно з технологією нанесення покриття для І-скла, а відповідно і суттєво дешевша для впровадження. Це стало ключовим фактором при виборі, так як пошук джерел фінансування займає основну позицію при проектуванні виробництва.

Як наслідок, було вирішено розглядати виготовлення К-скла з перспективою розвитку виробництва і впровадженням лінії виготовлення І-скла у разі успішного проекту.

Орієнтуючись на факт використання звичайного флоат-скла у переважній більшості на території України, роблю висновки про актуальність проектування виробництва К-скла. Високі енергозберігаючі властивості, нижча ціна порівняно із закордонними виробниками, широка сфера застосування, високий рівень попиту та новизна проекту забезпечують великі перспективи обраної тематики.

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Вибір та обґрунтування точки будівництва. Генеральний план підприємства

Хімічне виробництво скла є багатотоннажним, його потужності займають велику площу, а вибір точки будівництва ускладнений багатьма факторами.

1. Наближеність до родовищ основної сировини;
2. Наявність добре розвинутої транспортної розв'язки;
3. Наближеність до водних ресурсів;
4. Наближеність до населеного пункту;
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.

Основної сировиною при виробництві сортового посуду з опалового скла є пісок. Він повинен мати певний хімічний склад, з найменшим можливим вмістом оксидів-домішок, особливо регламентується вміст забарвлюючих оксидів заліза (FeO , Fe_2O_3 , Fe_3O_4).

Даним вимогам відповідає склад піску Новоселівського родовища, смт. Нова Водолага, Харківської області. Харківська область є розвинутим індустріальним районом, що є додатковим позитивним фактором при виборі місця будівництва.

Для скорочення транспортних витрат необхідно обирати точку будівництва поблизу родовища основної сировини. Новоселівське родовище знаходиться на відстані 20 км від заводу, що є досить вигідно з транспортної точки зору.

Адміністративним центром району є місто Харків. Роза вітрів для даного регіону дозволяє побудувати підприємство з мінімальним нанесенням шкоди здоров'ю жителям населених пунктів на Півночі та на Південному сході.

Адже будівництво у безпосередній близькості до населеного пункту хімічного підприємства не дозволяється, з огляду на велику кількість викидів димових газів.

Була обрана територія на північній околиці селища Селекційне розміром 5,4 га. Дана територія не є відведеною під сільсько-господарські угіддя, не є рекреаційною зоною, зоною лісового фонду.

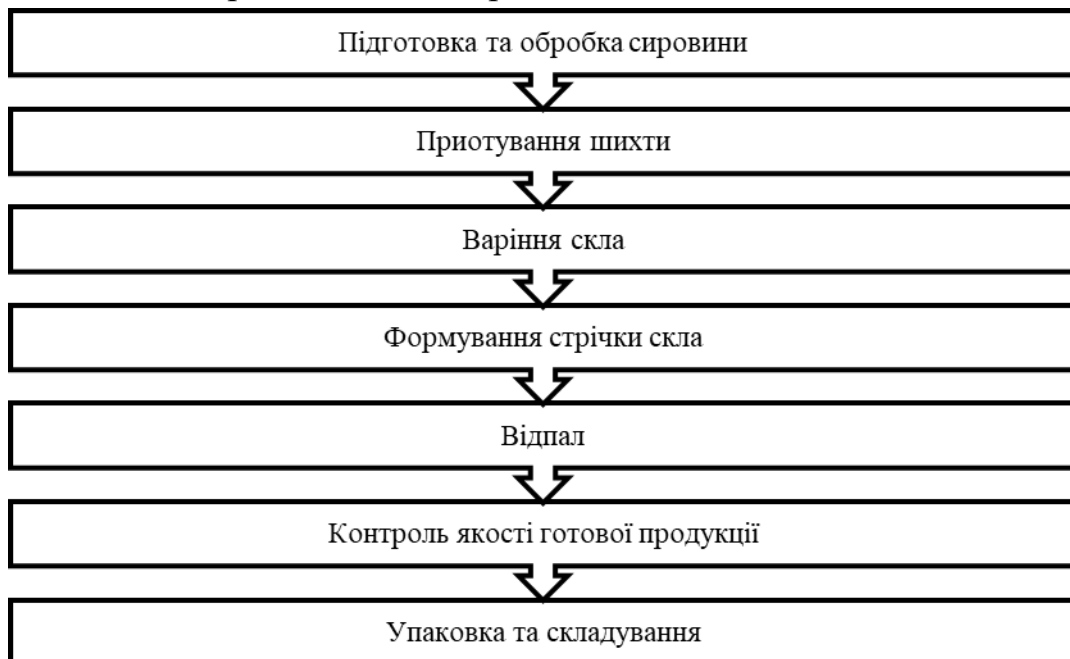
Харківська область є індустріально розвинутою областю, яка межує з Потавською, Дніпропетровською, Сумською, Донецькою, Луганською областями та Белгородською областю Росії, що дає обширний ринок збуту продукції.

Місце розташування знаходиться за 50 м до траси міжнародного значення М18, що дозволяє легко організувати логістичні операції.

Виробництво потребує великої кількості води для технологічних процесів. За 150 метрів від території будівництва протікає річка Мжа. Це відповідає вимозі будувати підприємство не ближче 150 метрів до берегової лінії. Річка є повноводною і проточною, що дозволить здійснювати водозабор і водовідведення.

2.1.1 Організація розташування основних будівель

Будівлі на території підприємства необхідно розташовувати по ходу технологічних операцій, які для виробництва скла відповідають схемі:



Біля головної прохідної, у східній частині ділянки, розміщено адміністративний корпус. Навпроти нього розташований машинований цех, який конструкційно сполучений з цехом приготування шихти, який, в свою чергу об'єднано із складом сировинних матеріалів, що полегшує і робить дешевшим транспортування сировини по території заводу.

На західній частині підприємства знаходиться навал склобою, який поступає на ділянку по переробці склобою, під яку передбачена територія поряд з основним виробничим цехом.

Зі сторони протікання річки, розміщено ділянку водоочистки.

Середню частину ділянки займає склад готової продукції, який обладнаний двома рампами: одна для залізничного транспорту, інша – для автомобільного.

Поблизу машинованого цеха розташований склад вогнетривів.

Електропідстанція і газорозподільчий пункт розведені по території, і знаходяться так, щоб можна було легко завести комунікації з населеного пункту.

2.1.2 Розведення комунікацій

Підприємство з виробництва скла є споживачем великої кількості електроенергії, природного газу і води.

Головні витрати газу йдуть для функціонування тепло-технологічного обладнання, такого як скловарна піч, сушильний барабан та ін. Також газ споживається на побутові потреби, наприклад для їдальні.

Електроенергія необхідна у цехах для забезпечення постійної роботи агрегатів, що працюють від неї, а також для освітлення усіх будівель та обладнання складів сигналізацією.

Необхідною умовою є розташування газороздільного пункту та електропідстанції на різних околицях території заводу. Перетин газопроводу та ліній електропередач є недопустимим.

Водні ресурси необхідні для багатьох технологічних операцій і для побутових потреб, тому необхідно підводити лінії водопостачання і водовідведення до цехів і адміністративного корпусу.

Продовження таблиці 2.1

Скло площею < 5 м ²								
>0,2 та < 0,5	Не нормується							
> 0,5 та < 1,0	2	2	2	2				
> 1,0 та < 3,0	0	0	0	0				
> 3,0	0	0	0	0				
Скло площею > 5 м ² < 10 м ²								
>0,2 та < 0,5	Не нормується							
> 0,5 та < 1,0	3	3	3	3				
> 1,0 та < 3,0	1	1	1	1				
> 3,0	0	0	0	0				
Газоподібні включення								
максимальна довжина, мм					3	5	6	6
сума довжин на м ² , мм					15	20	26	26
максимальна кількість на м ² , шт					4	5	6	6
Зосередженість, с, мм					10	10	14	14

Хімічний склад скла підібрано відповідно до стандарту і наведено в таблиці 2.2. У таблиці 2.3 наведено допустиму величину граничного відхилення по товщині та допустиму різнотовщинність.

Таблиця 2.2 – Хімічний склад скла

	Вміст, % за масою						
	Оксиди скляної матриці					Побічні оксиди	
Компонент	SiO ₂	CaO	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃
Хімічний склад скла	71,6	7,8	15,1	4,0	1,5	0,04	0
Вимоги стандарту [1]	69-74	5-14	10-16	0-6	0-3	0-5	

Таблиця 2.3 – Допустимі відхилення у розмірах скла

Номінальна товщина, мм	Граничний відхил, мм	Різнотовщинність, не більше, мм
4.0	± 0.2	0.10
5.0	± 0.2	0.10
6.0	± 0.2	0.10

Листове скло має характерний набір фізичних та хімічних властивостей, які мають відповідати чинним вимогам до продукції. Фізичні та хімічні параметри виробів зі листового скла вважаються такими, що залишаються постійними протягом строку експлуатації. Властивості скла не залежать від фотохімічних впливів, спектральні властивості продукту не змінюються при прямому або непрямому сонячному випромінюванні. Поверхня скла, практично не реагує до агресивний вплив довкілля.

Основні фізичні характеристики скла наведено у таблиці 2.4.

При вимозі замовника та при погодженні з виробником (постачальником) ці вимоги уточнюються згідно з чинними в Україні нормативними документами.

Таблиця 2.4 – Основні фізичні характеристики скла

Найменування показника	Значення
Густина (за температури 18°C)	2500 кг/м ³
Твердість за Кнуппом відповідно до ДСТУ ISO 9385 [7]	6 ГПа
Твердість за шкалою Муна	6 одиниць
Модуль пружності (модуль Юнга)	7·10 ¹⁰ Па
Коефіцієнт Пуассона	0.2

Продовження таблиця 2.4

Характерна гранична міцність на згин	45 МПа
Міцність на стиск	700 – 900 МПа
Міцність на розтяг	30 МПа
Міцність на згин	15 МПа
Температура розм'якшення (дилатометрична)	600°C
Власна теплоємність	$0.72 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К)
Середній температурний коефіцієнт лінійного розширення (у інтервалі температур від 20 до 300 °С)	$9 \cdot 10^{-6}$ К ⁻¹
Опір різниці температур при раптовий зміні температури.	40 К
Теплопровідність	1.0 Вт/(м·К)
Коефіцієнт теплопередачі	5.8 Вт/(м ² ·К)
Коефіцієнт заломлення світла (видимого випромінювання в області світла 380 нм до 780 нм)	1.5
Випромінювальна здатність	0.837
Теплопоглинальна здатність	720 Дж/(м·К)
Коефіцієнт направленої віддзеркалення світла	0.08

Виготовлені листи скла за флоат-методом при відповідному замовленні піддають обробці піролітичного напилення енергозберігаючого покриття ($\text{SnCl}_3\text{C}_4\text{H}_9$). Таким чином формуються листи з твердим енергозберігаючим покриттям, готові до ламінування або монтажу в склопакет.

2.3 Характеристика сировини, допоміжних матеріалів

Основними критеріями при виборі сировини є якість, ціна та віддаленість транспортування. Було використано наступні сировинні матеріали: для введення в шихту SiO_2 застосовуємо кварцовий пісок родовища Новоселівське, Харківської обл.; для введення в шихту Na_2O використовуємо соду кальциновану ООО НОВОХИМ, м. Харків; CaO та MgO вводиться за допомогою вапняку родовища смт. Великий Люблін, Львівська обл. та доломіту родовища Коржова, Монастирського району Тернопільської області. Сировина відповідає вимогам ДСТУ 3165-95. [18] Характеристика матеріалів наведена у таблиці 2.5.

Таблиця 2.5 – Характеристика сировинних матеріалів

Матеріал	Родовище, постачальник	Склад, %							НТД
		Si O ₂	Al ₂ O 3	Ca O	MgO	Na ₂ O	Fe ₂ O 3	ВПП	
Пісок кварцовий	Новоселівське, Харківська обл., ст. Водолага	99, 53	0,00	0,2	0,04	0,00	0,038	0,19	ДСТУ 3165–95
Глинозем	ООО «ЛИВ- Унікон», м. Ужгород	0,0 4	99.5	0.02	0,00	0,3	0,33	15,3 2	
Вапняк	смт. Великий Люблін, Львівська обл.	0,0	0,2	54,0	1,0	0,0	0,07	44,0	
Доломіт	с. Коржова, Монастирський район, Тернопільська обл.	19, 36	2,52	0,16	29,8 9	20,3 3	0,0	0,07	
Сода кальцинована	ООО НОВОХИМ, м. Харків	0,0	0,0	0,0	0,0	57,9 1	0	42,1	

В якості речовини для покриття використовують $\text{SnCl}_3\text{C}_4\text{H}_9$ або SnCl_4 . Фізичні характеристики хлориду олова наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Фізичні характеристики SnCl₄

Параметр/характеристика	Кількісне/якісне значення
Агрегатний стан	рідина
Молярна маса	260,50 г/моль
Густина	2,226 г/см ³
T _{плав}	-33 °C
T _{кип}	114,15 °C

2.4 Обґрунтування вибору технологічної схеми та способу виробництва

Існують декілька способів отримання листового скла. Найпоширеніші на сьогоднішній день – це способи витягування, прокату і флоат-спосіб.

Основна особливість флоат-способу виробництва скла в тому, що стрічка скла пропускається по розплаву олова.

Печі для виробництва флоат-скла мало відрізняються від печей для отримання скла методом витягування чи прокату, відмінність лише в конструкції виробіткової зони. В основному це печі з великою продуктивністю з поперечним напрямом полум'я.

При флоат-методі використовується принцип застосування двох рідин, що не змішуються, із яких одна (легша) у вигляді плівки або лінзи розтікається на рідині, яка має більшу густину. Під дією сили тяжіння і поверхневих енергій утворюється абсолютно рівна поверхня розподілу [19].

При розробці флоат-методу намагалися знайти таку рідину, на яку можна було б розлити розплав скла, що сприяло б утворенню стрічки скла із абсолютно рівною поверхнею.

Ця рідина повинна відповідати наступним вимогам: густина рідини повинна бути більше густини скла (2.5 г/см^3); точка плавлення повинна бути нижчою $600 \text{ }^\circ\text{C}$; тиск пари при температурі близько $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ повинен бути мінімальним; рідина при температурі близько $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ не повинна хімічно реагувати із розплавом скла.

Рідину, яка відповідала б цим вищеназваним вимогам, можна знайти тільки серед розплавів металів.

Завдяки своїм фізичним властивостям, в основному для застосування у флоат-ванні, підходять галій, індій, олово. Оскільки олово зі всіх названих металів є найдешевшим і при температурі $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ менше всього реагує із розплавом скла, маючи незначний тиск пари, то було вибране рідке олово.

Порівняно з прокатним способом флоат-спосіб має наступні переваги: виробництво високоякісного скла при товщині стрічки від 0.5 до 40 мм; вище продуктивність – від 200 до 1000 т/добу, або 75000 м^2 скла/добу; процес

безперервний і більш 02 довгостроковий, і має більше можливостей для автоматизації його роботи; завдяки розвитку науки і техніки за останніх 35 років флоат-процес працює набагато ефективніше, надійніше і безпечніше в порівнянні зі всіма іншим скляними виробництвами. Флоат-спосіб на сьогоднішній день є досить дорогим методом отримання листового скла, але отриманого скла набагато вище в порівнянні з іншими методами.

2.5 Опис технологічної схеми виробництва

Технологічна схема отримання енергозберігаючого листового скла після стадії варки скломаси в скловарній печі включає наступні основні технологічні операції:

1. Формування стрічки у ванні розплаву;
2. Нанесення покриття SnO_2 на поверхню стрічки скла в піролітичній камері;
3. Відпал в печах відпалу для зняття внутрішньої напруги в склі;

Поетапно розберемо ці пункти.

2.5.1 Формування стрічки у ванні розплаву

Флоат-камера із флоат-ванною є серцевиною установки для виробництва флоат-скла. Флоат-камера складається з басейну (вогнетривкого матеріалу і графіту), в якому перебуває розплав олова, а також максимально можливо газонепроникної футерованої конструкції, що служить для підтримки відновної атмосфери (введення газової суміші складу 10% H_2 і 90% N_2) – для пригнічення процесу окислення олова[20].

Рисунок 2.1 показує поперечний перетин (перпендикулярний до напрямку витягування скла) флоат-камери.

У передній частині флоат-камери до скла подається радіаційне тепло (нагрівальні стержні), тоді як в середній і останній зоні тепло необхідно відвести за допомогою холодильників, через які проходить вода. Ванна із оловом має розміри 70 x 8 м, глибина близько 60 мм. Олово «заспокоюється» за допомогою розділення дна басейну ізолюючими балками, розташованими перпендикулярно термічним конвекційним потокам (по всій довжині ванни із оловом встановлюється температурна різниця в 400°) [21].

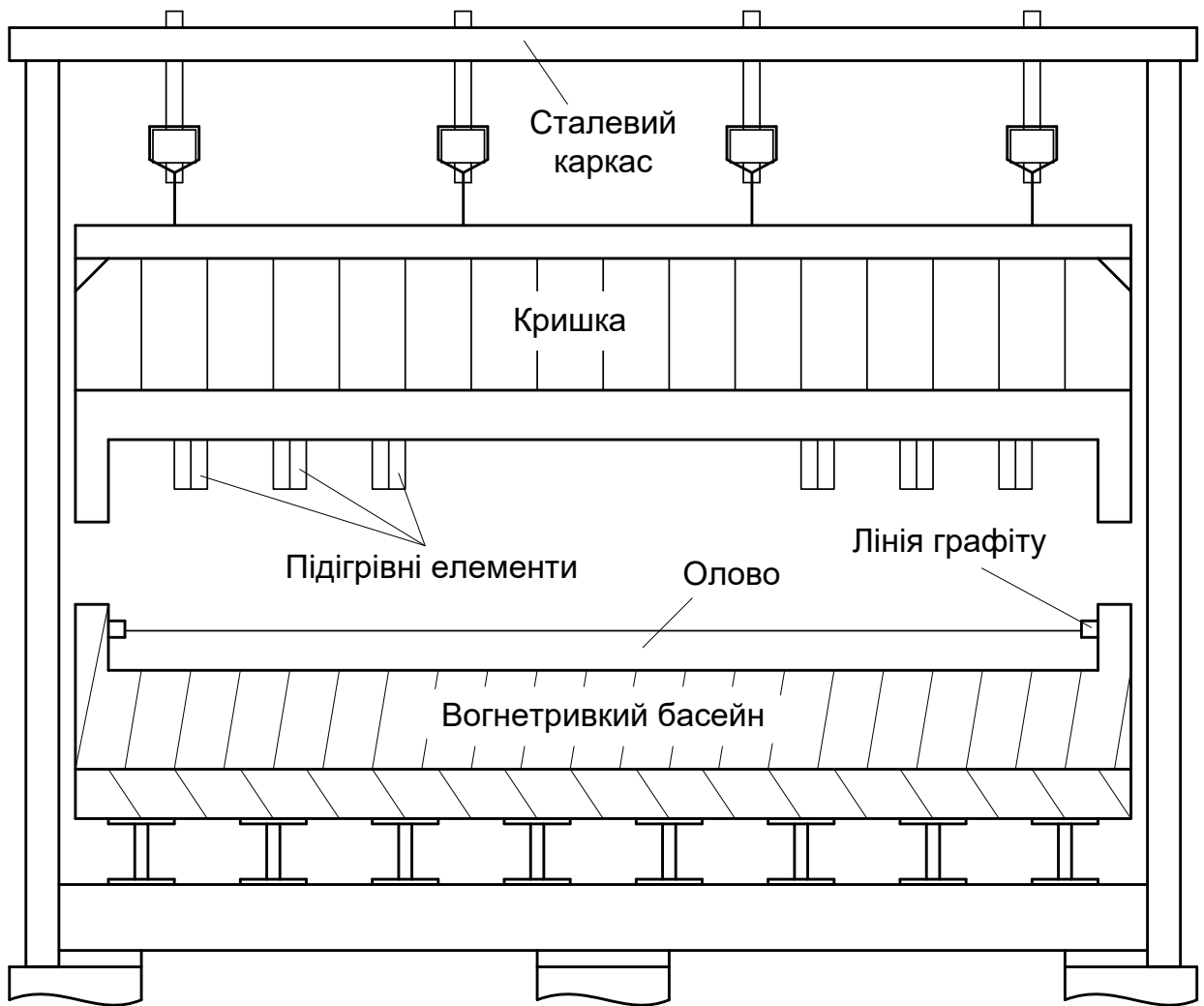


Рисунок 2.1– Флоат-камера в поперечному розрізі

Для флоат-ванни необхідно близько 160 т олова. Втрати олова (випаровування, дифузія в скло) складають близько 1 т/рік. У сучасних флоат-установках скломаса із виробіткової ванни вільно витікає через зливний брус шириною близько 2 м, що складається з $\alpha/\beta\text{-Al}_2\text{O}_3$ (див. рис. 2.2).

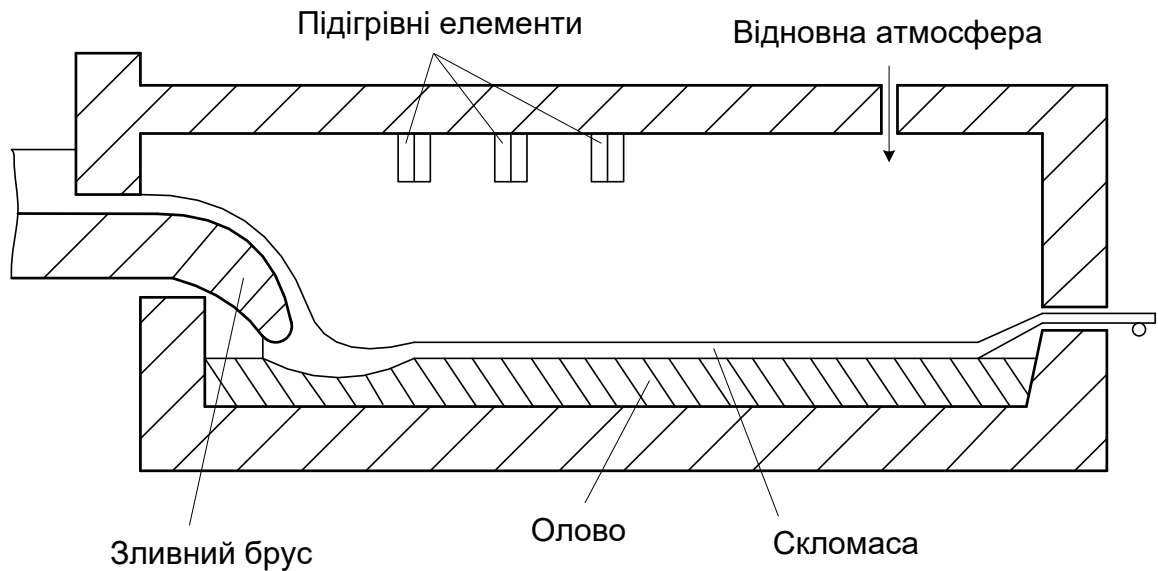


Рисунок 2.2 – Вихід скломаси через зливний брус на розплав олова у флоат-камері

Температура вироблення повинна бути відрегульована до ± 1 °С.

Виготовлення тонкого або товстого скла відбувається за принципом так званого «Top Rolling» – верхнього скочування. Верхні ролики являють собою зубчаті колеса (шестерні) діаметром близько 15 см, які розташовуються в передній зоні флоат-ванни на краях скляної стрічки.[22] Шляхом зміни кута цих коліс можна одержати тонке або товсте скло, залежно від того, чи чинять верхні ролики силову дію на стрічку скла вертикально до напрямку витягування до зовнішньої або внутрішньої сторони флоат-ванни (див. рис.2.3).

Якщо відбувається позитивна зміна кута то методи ADS (assisted direct stretch – допоміжне пряме розтягування), дозволяють зробити скло завтовшки до 1 мм; при негативній зміні кута, тобто при використуванні методу RADS (reserved assistant direct stretch – реверсне допоміжне розтягування) можна одержати скло завтовшки до 12 мм [23].

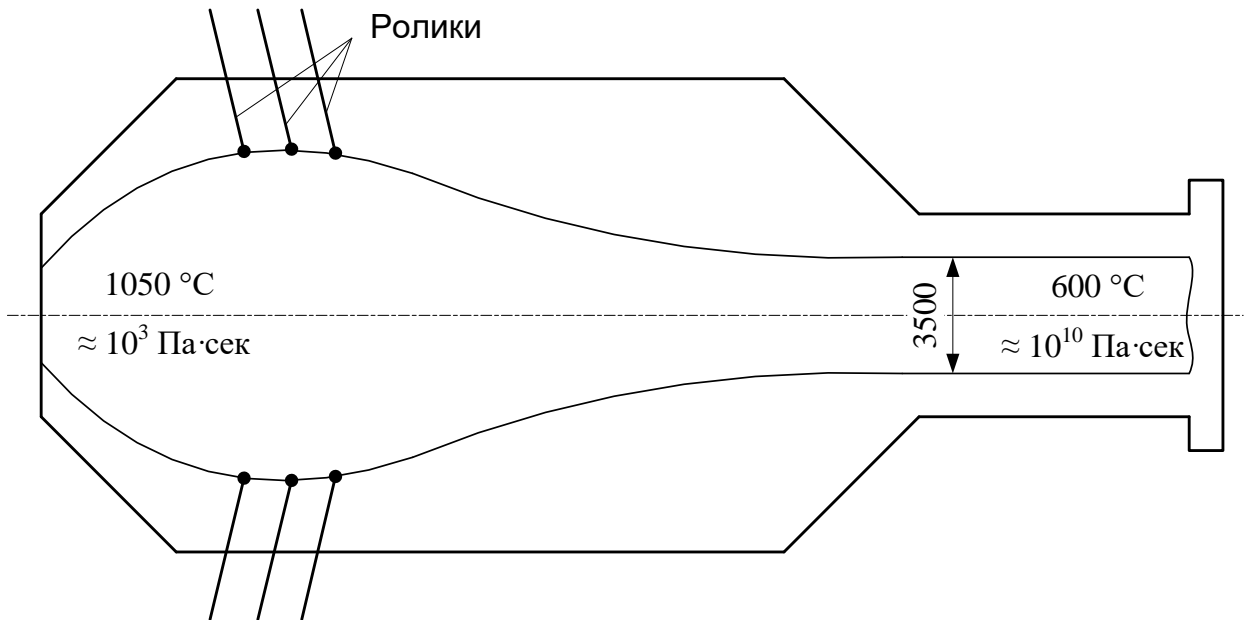


Рисунок 2.3 – Виготовлення стрічки скла товщиною 1-12 мм по методу «Top Rolling»

Виготовлення ще товщого скла є дуже дорогим і тому застосовується тільки в окремих випадках. У ванні з оловом встановлюються незмочувані планки (так звані «обмежувачі» – «фендери») кромки, що забезпечують вихід скла ще більшої товщини (див. рис.2.4). Як бар'єрний матеріал використовується графіт. По методу із обмежувачами можна одержати скло завтовшки 12-20 мм.

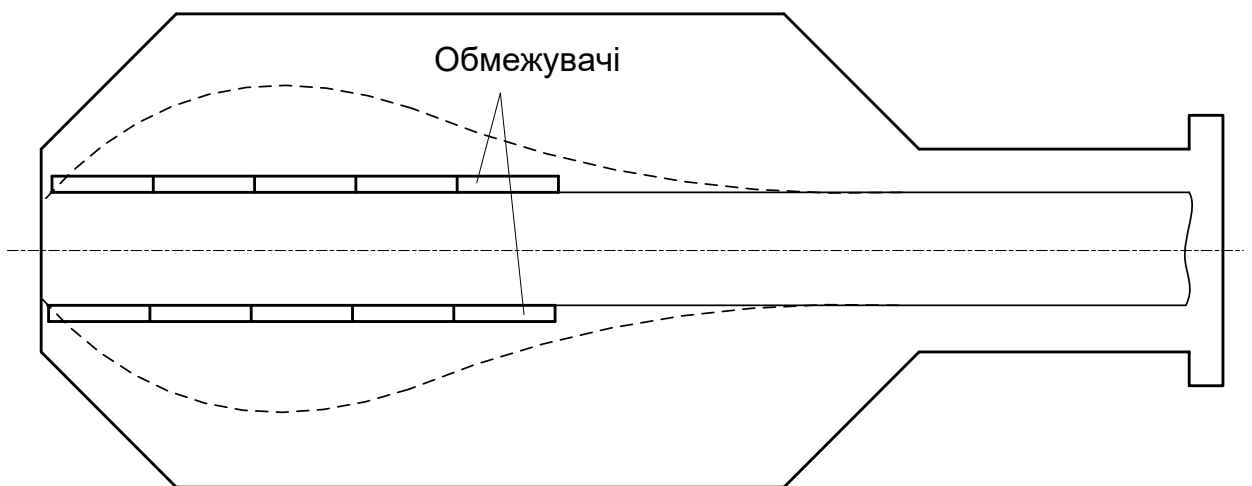


Рисунок 2.4 – Виготовлення стрічки скла завтовшки 10-20 мм по методу із обмежувачами

2.5.2 Нанесення енергозберігаючого покриття в піролітичній камері

Камера для нанесення піролітичного покриття має вигляд порожнинного відсіку, через який проходить роликовий транспортер із стрічкою скла. Відновна атмосфера не є необхідною, тому повноцінна ізоляція відсутня. У верхній частині камери знаходяться розпилювачі $\text{SnCl}_3\text{C}_4\text{H}_9$ або SnCl_4 . Камера є універсальною, тому при необхідності можна використовувати інші реагенти, які будуть надавати інших властивостей листовому склу.

Температура скла не повинна бути меншою ніж 600°C , для успішного проходження реакції на поверхні гарячої стрічки. З метою регулювання температурного режиму у верхній частині камери встановлені нагрівальні елементи у вигляді пальників. Пальники вмикаються при зниженні температури до критично низької.

Схематичне зображення камери наведено на рисунку 2.5.

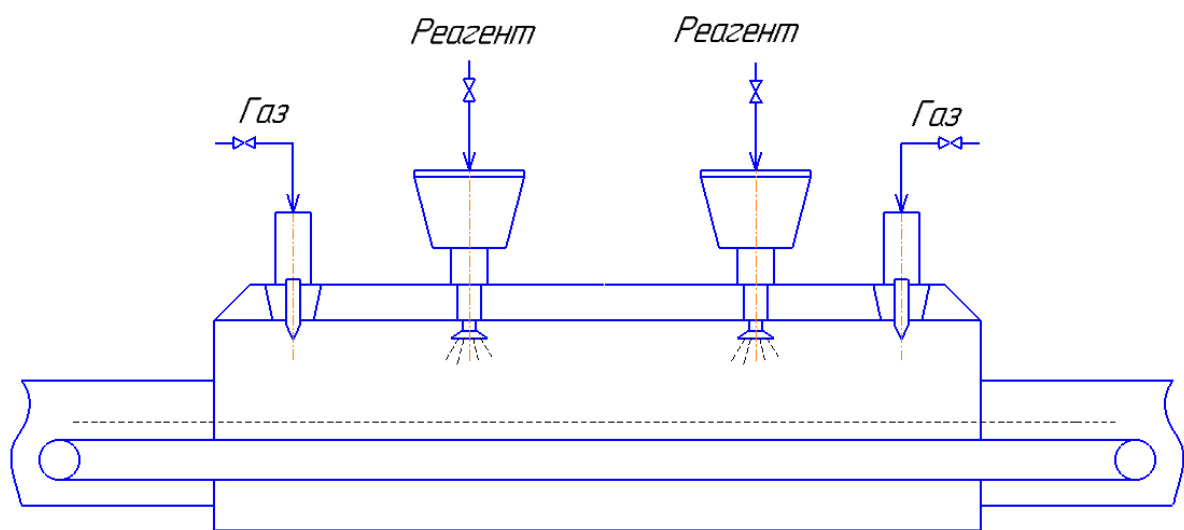


Рисунок 2.5 – Камера для піролітичного нанесення покриття

2.5.3 Відпал в лері

Далі стрічка скла поступає в лер відпалу. Лер відпалу є довгим конвеєром, опалювальним природним газом, де відбувається поступове видалення температурних напружень, присутніх в склі. Швидкість руху стрічки скла від початку флоат-ванни до виходу з лера відпалу однакова. Для відпалу стрічки скла застосовують лер з електрообігрівачем і трубчастими теплообмінниками. В цілому лер відпалу складається з п'яти зон. У першій зоні відбувається регульоване вирівнювання температури по всій товщині стрічки. Тут може відбуватися як нагрівання, так і охолодження стрічки. Це залежить від конкретних умов роботи. У другій зоні відбувається контрольоване повільне охолодження стрічки, де відбувається так званий відповідальний відпал. У третій зоні продовжується контрольоване охолодження, де розміщені тільки теплообмінники. У четвертій зоні відбувається охолодження потоками повітря. П'ята зона знаходиться на відкритій частині леру. Тут встановлені душери, які охолоджують стрічку від 200 °С до температури навколишнього середовища[24].

2.6 Розрахунок складу шихти для скла

На основі діючого нормативного документу ДСТУ задаємо хімічний склад скла та розраховуємо шихту заданого складу. Хімічний склад скла та допустимий вміст компонентів згідно стандарту наведено у таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Хімічний склад скла

Вміст, % за масою							
Компонент	Оксиди скляної матриці					Побічні оксиди	
	SiO ₂	CaO	Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	SO ₃
Хімічний склад скла	71,6	7,8	15,1	4,0	1,5	0,036	0
ДСТУ [1]	69-74	5-14	10-16	0-6	0-3	0-5	

Для приготування шихти заданого складу необхідно розрахувати вміст кожного сировинного матеріалу. Для розрахунку складають систему рівнянь.

Кількість рівнянь системи відповідає числу оксидів, що входять до складу скляної матриці.

Для складання системи рівнянь введемо наступні позначення:

- Кількість піску – x ;
- Кількість соди – y ;
- Кількість вапна – z ;
- Кількість доломіту – t ;
- Глинозему – k ;

SiO_2 вводять у скло за допомогою піску, при цьому на 1 масову частину скломаси з піском буде введено 0.995 SiO_2 . Крім того, SiO_2 буде уведений у шихту з доломітом ($0.025 \cdot t$).

В 1 масовій одиниці скломаси повинно бути 0.716 масових одиниць SiO_2 .

Виходить, для SiO_2 рівняння прийме вид:

$$0.716 = 0.995 \cdot x + 0.0114 \cdot t$$

Аналогічним чином складають рівняння й для інших оксидів у склі.

Для Na_2O :

$$0.151 = 0.0579 y + 0.003 \cdot k$$

Для CaO :

$$0.078 = 0.002 \cdot x + 0.540z + 0.299 \cdot t$$

Для MgO :

$$0.040 = 0.010 \cdot z + 0.203 \cdot t$$

Для Al_2O_3 :

$$0.015 = 0.002 \cdot z + 0.005 \cdot t + 0.955k$$

Таким чином, одержимо систему рівнянь:

$$\begin{cases} 0.716 = 0.995 \cdot x + 0.0114 \cdot t \\ 0.151 = 0.0579 y + 0.003 \cdot k \\ 0.078 = 0.002 \cdot x + 0.540z + 0.299 \cdot t \\ 0.040 = 0.010 \cdot z + 0.203 \cdot t \\ 0.015 = 0.002 \cdot z + 0.005 \cdot t + 0.955k \end{cases}$$

Для вирішення системи рівнянь використовуємо програмне забезпечення «Microsoft Excel 2007». У програмі реалізуємо розв’язок системи рівнянь у зручній табличній формі, для можливості швидкого повторного використання при корегуванні складу шихти. Реалізація розв’язку системи рівнянь наведена у додатку А.

Вирішуючи рівняння, знаходимо значення невідомих:

$$x = 0.71447$$

$$y = 0.26069$$

$$z = 0.3461$$

$$t = 0.19365$$

$$k = 0.1469$$

Розрахунок в середовищі Excel наведено в додатку Г.

Всі дані по матеріальному балансу склоутворення із врахуванням балансу продуктів дегазації наведено у додатку Д, а порівняння заданого та розрахованого складу шихти наведено в таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Порівняння заданого та розрахованого складу шихти

Оксид	SiO ₂	Na ₂ O	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
Заданий склад	71.6	15.1	7.8	4.0	1.5	0.04
Розрахований склад	71.57	15.09	7.8	4.0	1.5	0.036
Розбаланс	-0.03	-0.01	0.0	0.0	0.0	0.004
Норма	±0.5	±0.25	±0.2	±0.25	±0.25	±0.25

Розбаланс розрахованого та заданого складу знаходиться в межах норм, відповідно до ДСТУ [1].

2.7 Матеріальний баланс виробництва

Матеріальний баланс необхідний для визначення витрати сировинних матеріалів, розрахунку обладнання та визначення потужності печі.

2.7.1 Розрахунок продуктивності цеху

Згідно умови, цех повинен випускати листове скло завтовшки 4, 5 та 6 мм. Ширина стрічки скла однакова для всіх трьох видів скла – 3,3 м.

Швидкість витягування приймаємо рівною:

а) для скла завтовшки 4 мм – 1,37 м/хв; б) для скла завтовшки 5 мм – 1,09 м/хв; в) для скла завтовшки 6 мм – 0,91 м/хв;

Тоді добова продуктивність буде дорівнювати:

$$П_1 = 3,3 \text{ м} \cdot 1,37 \text{ м/хв} \cdot 24 \text{ год} \cdot 60 \text{ хв} = 5479,45 \text{ м}^2/\text{добу};$$

$$П_2 = 3,3 \text{ м} \cdot 1,09 \text{ м/хв} \cdot 24 \text{ год} \cdot 60 \text{ хв} = 4109,59 \text{ м}^2/\text{добу};$$

$$П_3 = 3,3 \text{ м} \cdot 0,91 \text{ м/хв} \cdot 24 \text{ год} \cdot 60 \text{ хв} = 4109,59 \text{ м}^2/\text{добу}.$$

При щільності скла 2500 кг/м^3 знайдемо маси одного погонного метру кожного виду листа:

$$M_1 = 3,3 \text{ м}^2 \cdot 0,004 \text{ м} \cdot 2500 \text{ кг/м}^3 = 33 \text{ кг/м}^2$$

$$M_2 = 3,3 \text{ м}^2 \cdot 0,005 \text{ м} \cdot 2500 \text{ кг/м}^3 = 41,25 \text{ кг/м}^2$$

$$M_3 = 3,3 \text{ м}^2 \cdot 0,006 \text{ м} \cdot 2500 \text{ кг/м}^3 = 49,5 \text{ кг/м}^2$$

Приймаємо коефіцієнт використання скломаси 0,855. Цей коефіцієнт враховує ту частину стрічки, яка обрізатиметься в процесі виробництва. Коефіцієнт виходу придатної продукції приймаємо 0,9, а коефіцієнт машинного часу приймаємо рівним 0,95.

Загальний коефіцієнт використання буде рівний:

$$K = 0,95 \cdot 0,9 = 0,855.$$

Розрахунок продуктивності в рік знайдемо як добуток добової продуктивності на кількість робочих днів в році (відповідно до завдання).

$$П^{рік}_1 = 5479,45 \text{ м}^2/\text{добу} \cdot 365 \text{ днів} = 2000000 \text{ м}^2/\text{рік}$$

$$П^{рік}_2 = 4109,59 \text{ м}^2/\text{добу} \cdot 365 \text{ днів} = 1500000 \text{ м}^2/\text{рік}$$

$$П^{рік}_3 = 4109,59 \text{ м}^2/\text{добу} \cdot 365 \text{ днів} = 1500000 \text{ м}^2/\text{рік}$$

Всі розрахунки представлені у вигляді таблиці 2.9.

Таблиця 2.9 – Розрахунок продуктивності цеху

Найменування продукції		Скло		Скло	
		листова 4,0 мм	листова 5,0 мм	листова 6,0 мм	листова 6,0 мм
Ширина стрічки скла, мм		3300	3300	3300	
Товщина листа скла, мм		4,0	5,0	6,0	
Річний випуск за завданням, млн м ²		2	1,5	1,5	
Швидкість витягування, м/хв		1,37	1,09	0,91	
Маса одного погонного метру, кг		33	41,25	49,5	
Добова продуктивність		м ²	5479,45	4109,59	4109,59
		т	65	65	65
Коефіцієнт використання	Загальний		0.855		
	В тому числі	Машинного часу	0.95		
		Виходу придатної продукції	0.9		
Добова продуктивність готової продукції		м ²	4684,9	3513,7	3513,7
		т	55,575	55,575	55,575
Кількість робчих днів за рік		360			
Валовий випуск продукції за рік		м ²	2000000	1500000	1500000
		т	65	65	65
Фактичний випуск готової продукції за рік		м ²	4684,9	3513,7	3513,7
		т	55,575	55,575	55,575
Кількість склобою, т		за добу	9,425	9,425	9,425
		за рік	3393	3393	3393
Відсоток склобою		14,5%			

2.7.2 Баланс скломаси та розрахунок потреби у сировинних матеріалах

Розрахувавши кількість шихти і бою, потрібних для виробництва 100 кг скломаси, знайдемо кількість матеріалів, необхідних для виробництва кожного виду скла за добу та за рік.

Розрахунок балансу скломаси подано у таблиці 2.10

Таблиця 2.10 – Баланс скломаси

Назва виробу	Баланс скломаси						Скlobій зворотний та привозний				
	Надходження, т/добу			Витрати, т/добу			Добова кількість власного склобою, т	Кількість привозно го склобою, т		Потреба у привозному склобою з урахування м втрат, т	
	Зварено з шихти	зварено з склобою	Разом	Готова продукція	Скlobій	Разом	На добу	На добу	На рік	На добу	На рік
4,0 мм	52	13	65	55,6	9,4	65	9,4	3,6	1287	3,9	1415,7
5,0 мм	52	13	65	55,6	9,4	65	9,4	3,6	1287	3,9	1415,7
6,0 мм	52	13	65	55,6	9,4	65	9,4	3,6	1287	3,9	1415,7

Кількість матеріалів розраховується на кількість шихти, необхідної для отримання 1 тонни скла. При розрахунку потреби кожного окремого матеріалу необхідно врахувати його вологість, оскільки волога в процесі обробки і варки випаровується, і це може привести до отримання скла, не відповідного по своїх властивостях заданому. При розрахунку також необхідно враховувати кількість вологи, що видаляється в процесі обробки матеріалу, а також виробничі втрати матеріалу.

Всі розрахунки зведені в таблицю 2.11.

Таблиця 2.11 – Розрахунок потреби в сировинних матеріалах

Матеріал	Добова потреба, т		Річна потреба, т	
	Розрахункова кількість	З урахуванням леткості	Розрахункова кількість	З урахуванням леткості
Пісок	139,32	139,32	50155,95	50155,95
Глинозе м	50,84	52,47	18300,64	18889,56
Вапняк	6,75	6,75	2429,369	2429,369
Доломіт	37,76	37,76	13593,92	13593,92
Сода	2,87	2,87	1031,549	1031,549

2.8 Розрахунок основного тепло-технологічного агрегату

2.8.1 Розрахунок режимів відпалу в лері

Відпал скла - це регульоване охолодження виробів від температури формування до температури цеху. Режим відпалу залежить від складу і властивостей скла, розмірів і товщини стінок виробів. Щоб встановити режим відпалу, визначають дві його крайні точки, тобто той інтервал температур, у межах якого послабляються і зникають залишкові напруги. Ці температури відповідають в'язкості 10^{12} Па·с (вища температура відпалу) і 10^{14} Па·с (нижча температура відпалу).

Вихідні дані для розрахунку наведені в таблиці 2.12.

Таблиця 2.12 – Дані для розрахунку

Товщина скла	Продуктивність лінії, Р	Маса одного м ² , m	Напівтовщина листу скла, d	Щільність розміщення на транспортері, ρ	Ширина транспортної стрічки, l
	т/сутки	кг	см	шт/м ²	м
4мм	200,00	32,10	0,20	0,30	3,40
6мм	200,00	48,15	0,30	0,30	3,40

Масу 1 м² скла знаходимо через об'єм та густину скла:

$$V_4 = 3.21 \cdot 0,004 \cdot 1 = 32,1 \text{ м}^3$$

$$V_6 = 3.21 \cdot 0,006 \cdot 1 = 48,15 \text{ м}^3$$

Розраховуємо продуктивність лінії:

$$П_4 = \frac{P \times 1000 \times m}{24 \times 60} = \frac{200 \times 1000 \times 32,1}{24 \times 60} = 4,33 \text{ м}^2/\text{хв}$$

$$П_6 = \frac{P \times 1000 \times m}{24 \times 60} = \frac{200 \times 1000 \times 48,15}{24 \times 60} = 2,88 \text{ м}^2/\text{хв}$$

Тривалість ізотермічної витримки складатиме:

$$T_{iv4} = 102 \cdot d^2 = 102 \cdot 0,2^2 = 4,08 \text{ хв}$$

$$T_{iv6} = 102 \cdot d^2 = 102 \cdot 0,3^2 = 9,18 \text{ хв}$$

Швидкість відповідального охолодження розраховуємо через напівтовщину стрічки скла:

$$V_{vo4} = 1,33 / 0,2^2 = 33,25 \text{ град/хв}$$

$$V_{vo6} = 1,33 / 0,3^2 = 14,78 \text{ град/хв}$$

Тривалість відповідального охолодження:

$$T_{vo4} = 150 / V_{vo4} = 150 / 33,25 = 4,51 \text{ хв}$$

$$T_{vo6} = 150 / V_{vo6} = 150 / 14,78 = 10,15 \text{ хв}$$

Кількість м² скла на одному метрі погонному складає:

$$N_4 = \rho \cdot l = 0,3 \cdot 3,4 = 1,02 \text{ м}^2/\text{м}$$

$$N_6 = \rho \cdot l = 0,3 \cdot 3,4 = 1,02 \text{ м}^2/\text{м}$$

Швидкість транспортної стрічки визначаємо через продуктивність лінії:

$$V_{tc4} = П_4 / N_4 = 4,33 / 1,02 = 4,24 \text{ м/хв}$$

$$V_{tc6} = П_6 / N_6 = 2,88 / 1,02 = 2,83 \text{ м/хв}$$

Розраховуємо протяжність зони ізотермічної витримки та зони відповідального охолодження:

$$Пр_{iv4} = T_{iv4} \cdot V_{tc4} = 4,08 \cdot 4,24 = 17,31 \text{ м}$$

$$\text{Пр}_{\text{ів6}} = T_{\text{ів6}} \cdot V_{\text{тс6}} = 9,18 \cdot 2,83 = 25,96 \text{ м}$$

$$\text{Пр}_{\text{во4}} = T_{\text{во4}} \cdot V_{\text{тс4}} = 4,51 \cdot 4,24 = 19,14 \text{ м}$$

$$\text{Пр}_{\text{во6}} = T_{\text{во6}} \cdot V_{\text{тс6}} = 10,51 \cdot 4,24 = 28,7 \text{ м}$$

Для визначення довжини печі для відпалу використовуємо розрахунки для скла товщиною 6 мм.

При монтажі використовують спеціальні опалювальні блоки $2\text{м} \times 2\text{м} \times 2\text{м}$. Виходячи із довжини зони відповідального охолодження та зони ізотермічної витримки визначаємо кількість блоків (округлюємо у більшу сторону):

$$K_{\text{во}} = 28,7/2 = 14,35 \approx 15 \text{ шт}$$

$$K_{\text{ів}} = 25,96/2 = 12,98 \approx 13 \text{ шт}$$

Зона охолодження становить 10% від протяжності зони ізотермічної витримки: $0,1 \cdot 25,96 = 2,596\text{м}$, таким чином необхідно 3 блоки.

Зона кінцевого охолодження становить 15% від протяжності зони ізотермічної витримки: $0,15 \cdot 25,96 = 3,894\text{м}$, таким чином необхідно 4 блоки.

Всього протяжність леру становитиме:

$$D = 25,96 + 28,7 + 3,894 + 2,596 = 61,15\text{м}$$

Необхідна кількість блоків становить:

$$D_{\text{бл}} = 35 \text{ шт, у перерахунку на кожен зону відпалу.}$$

Схематичне зображення зон відпалу відображено на рисунку 2.6.

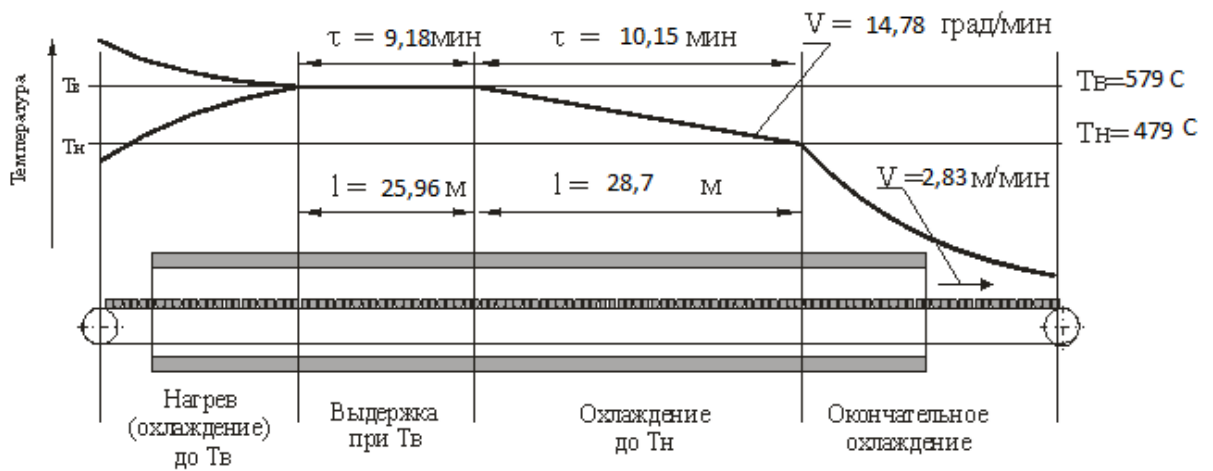


Рисунок 2.6 – Схематичне зображення зон відпалу

2.8.2 Розрахунок вищої та нижньої температури відпалу

Для розрахунку скористаємося таблицею вищих температур відпалу для скла різної рецептури (таблиця 2.13).

З даних таблиці знаходимо склад скла, близький нашому, - склад №5. Вища температура відпалу цього складу 581 °С.

1% Al_2O_3 при вмісті його у склі 0...5 % підвищує температуру відпалу на 3°С. У заданому складі скла міститься 1,5% Al_2O_3 . Отже, вища температура відпалу понизиться на:

$$3(1,5-3) = -4,5 \text{ °С.}$$

1% CaO при вмісті його у склі 5...10% підвищує температуру відпалу на 6,6 °С. У заданому складі міститься 7,8% CaO , отже, вища температура відпалу підвищиться на:

$$6,6(7,8-7) = +5,28 \text{ °С.}$$

1% MgO при вмісті його у склі 0-5 % підвищує температуру відпалу на 3,5°С. У заданому складі вміщується 4% MgO , отже, вища температура відпалу підвищиться на:

$$3,5(4 - 2,5) = +5,25 \text{ °С}$$

1% Na_2O при вмісті його у склі 15-20% знижує температуру відпалу на 4°С. У заданому складі вміщується 15,1% MgO , отже, вища температура відпалу зміниться на:

$$-4(17-15,1)=-7,6 \text{ °С}$$

Вплив 0,04 % Fe₂O₃ не враховується

Вища температура відпалу заданого складу складає:

$$T_{\text{в}} = 581 - 4,5 + 5,28 + 5,25 - 7,6 = 579,43 \approx 579^{\circ}\text{C}.$$

T_н нижча від T_в на 50-150 °С.

Таким чином розраховуємо T_н:

$$T_{\text{н}} = 579 - \frac{50 + 150}{2} = 479^{\circ}\text{C}.$$

Розраховані температури схематично зображені на рисунку 2.6.

Таблиця 2.13 – Вища температура відпалу в залежності від вмісту оксидів у склі

Номер складу	Вміст оксиду, %											Вища температура відпалу, °С
	SiO ₂	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	B ₂ O ₃	PbO	ZnO	As ₂ O ₃	
1	64,5	7	-	11,5	-	10	-	7	-	-	-	630
2	62,43	8,9	-	6,26	8,06	0,62	0,08	13,65	-	-	-	610
3	71	10,1	-	-	18,6	-	-	-	-	-	0,3	610
4	73,31	8,4	-	6,14	9,38	0,65	0,07	2,05	-	-	-	588
5	74,74	10,38	-	14,22	-	0,45	0,21	-	-	-	-	581
6	68,52	10,26	-	16,22	-	2,5	2,1	-	-	-	-	570
7	73,96	9,74	-	13,54	-	2,67	0,09	-	-	-	-	562
8	74,07	7,91	-	12,72	-	5,23	0,07	-	-	-	-	560
9	72	1,55	0,45	7,2	10,45	-	-	8,15	-	-	0,2	560
10	73	7	2,5	14,5	-	3	-	-	-	-	-	560
11	66,45	5,4	-	7,85	13,7	1,5	-	1,1	-	3,8	0,2	535
12	75	7,52	1,64	14,84	-	9,3	0,08	-	-	-	-	524
13	82,64	0,02	-	16,98	-	0,28	0,08	-	-	-	-	522
14	66,25	17,28	-	15,89	-	0,52	0,06	-	-	-	-	496
15	59,44	-	-	12,31	-	0,42	0,06	-	27,77	-	-	446
16	31,6	-	-	-	2,85	-	-	-	65,35	-	0,2	370

2.8.3 Тепло-технологічний розрахунок флоат-ванни

Для ефективної роботи флоат-ванни передбачено електропідігрів у верхній частині ванни, охолодження дна системою холодильників. Температурна градація по довжині флоат-ванни складає 1050...600°C.

1) Продуктивність скловарної печі на добу складає 200 т, відповідно на годину продуктивність:

$$P = \frac{200 \text{ т/добу}}{24 \text{ год}} = 8,3 \text{ т/год}$$

Теплоємність скла складає:

$$C_{\text{скла}} = 0,672 + 0,00046 * t = 1.155 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

де t – температура скла, що надходить до флоат-ванни.

Знаходимо кількість тепла, яку необхідно відібрати від скла у перерахунку на 1 год:

$$Q = C \times V \times \Delta T$$

$$Q = 1.155 \times 8300 \times 450 = 4313925 \text{ кВт/год} = 1198 \text{ кВт/с},$$

Де ΔT – різниця температури скломаси у флоат-ванні

$$\Delta T = 1050 - 600 = 450^\circ \text{C}$$

2) Знаходимо витрату води у холодильниках, які охолоджують дно флоат-ванни:

$$C_{\text{H}_2\text{O}} = 4,2 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$$\Delta T = 70 - 20 = 50^\circ \text{C}$$

$$Q = 4,2 \times 50 = 210 \text{ кДж}$$

Витрата води складає:

$$V = 1200 / 210 = 4 \text{ л/с}$$

3) Для підтримки рівномірного температурного поля передбачений електропідігрів:

Температура повітря не повинна перевищувати 70 °С для безпечної та комфортної роботи операторів:

$$\Delta T = 70 - 20 = 50^\circ\text{C}$$

Теплоємність повітря у діапазоні 0-100°С складає:

$$C_{\text{пов}} = 1,3 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3 \cdot \text{К}}$$

$$Q = 1,3 \times 1 \times 50 = 65 \frac{\text{кДж}}{\text{м}^3}$$

Для підтримки заданого режиму використовується 100 нагрівальних елементів з потужність 4кВт кожен. Таким чином продуктивність вентиляційних блоків складатиме:

$$V = 400 / 65 = 6,15 \text{ м}^3/\text{с}$$

4) Для підтримки заданого температурного режиму передбачена відповідна кладка стін флоат-ванни:

– Температура навколишнього повітря (в цеху) – 20 °С

– Температура в середині флоат-ванни – 1050 °С

– Довжина флоат-ванни – 70 м

– Ширина флоат-ванни – 3,2 м

– Висота флоат-ванни – 2 м

– Площа склепіння – 224 м²

– Сумарна площа всіх стін флоат-ванни – 292,8 м²

– Площа дна – 224 м²

Дані по вогнетривким та теплоізолюючим конструкційним матеріалам флоат-ванни зведені до таблиці 2.14.

Таблиця 2.14—Дані по матеріалам футерівки флоат-ванни

Склепіння					
№ шару	Матеріал	λ , Вт/(м·К)	δ , м	δ/λ	$\Sigma_{\delta/\lambda}$
1	Шамот	1,3	0,2	0,154	0,477
2	Шамот- легковаговий	0,8	0,125	0,156	
3	Волокниста теплоізоляція	0,3	0,05	0,167	
Стіни					
№ шару	Матеріал	λ , Вт/(м·К)	δ , м	δ/λ	$\Sigma_{\delta/\lambda}$
1	Шамот	1,3	0,2	0,154	0,477
2	Шамот- легковаговий	0,8	0,125	0,156	
3	Волокниста теплоізоляція	0,3	0,05	0,167	
Дно					
№ шару	Матеріал	λ , Вт/(м·К)	δ , м	δ/λ	$\Sigma_{\delta/\lambda}$
1	Шамот	1,3	0,2	0,154	0,31
2	Шамот- легковаговий	0,8	0,125	0,156	

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2

Обрано точку будівництва: на північній околиці селища Селекційне розміром 5,4 га. Розроблено систему комунікацій на території підприємства.

Асортимент продукції представляє собою скляні листи товщиною 4, 5 та 6 мм з можливістю нанесення покриття для надання продукції енергозберігаючих властивостей.

Було використано наступні сировинні матеріали: для введення в шихту SiO_2 застосовується кварцовий пісок родовища Новоселівське, Харківської обл.; для введення в шихту Na_2O використовується сода кальцинована ООО НОВОХИМ, м. Харків; CaO та MgO вводиться за допомогою вапняку родовища смт. Великий Люблін, Львівська обл. та доломіту родовища Коржова, Монастирського району Тернопільської області.

Розроблено технологічну схему на ділянці формування стрічки скла, нанесення покриття та відпалу в лері.

Розраховано матеріальний баланс та тепло-технологічні параметри печі для відпалу та флоат-ванни.

РОЗДІЛ 3. КОНТРОЛЬ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВИРОБНИЦТВА ТА АВТОМАТИЧНЕ РЕГУЛЮВАННЯ ПОЦЕСІВ

Виробництво такого масштабу має потребу в системі автоматизації для регулювання процесів виготовлення листового скла та покриття енергозберігаючим покриттям. З метою мінімізації людської праці та впливу на технологічний процес людського фактору було розроблену систему автоматичного керування для ділянки нанесення покриття піролітичним методом.

3.1 Опис розробленої схеми автоматизації камери для нанесення покриття

Для контролю температури передбачено 2 вольфрам-ренієвих термопари, встановлені по довжині камери (1-1, 4-1).

Сигнал від термопари 1-1 передається на пристрій 1-2, який дистанційно транслює його на комп'ютер управління 1-3, який його аналізує. Значення температури на кожній ділянці задаються технологічно. При відхиленні температури від заданої утворюється сигнал, який передається на пристрій 1-4. Якщо різниця більше заданої норми, тоді утворюється сигнал, який регулюватиме роботу клапана подачі газу на горіння в пальнику. Сигнал подається на пристрій 2-5 - регулюючий клапан.[25]

Контур 4 розроблено аналогічно.

На газопроводі встановлений прилад 2-1, який формує сигнал відповідно витраті газу на горіння в камері. Сигнал передається дистанційно на пульт управління приладом 2-2, де він аналізується і реєструється. Подібно до автоматичного контролю температури регулюється і витрата газу. Сигнал подається на той самий регулюючий клапан 2.5. Таким чином система регулювання температури та система регулювання витрати газу заведені на єдиний клапан.[26]

Для регулювання витрати рідини для нанесення покриття розроблено контур, аналогічний з тим, що регулює витрату газу. Контури 7 та 9 заведені на клапани 8 та 10.[27]

Контур 11 призначений для контролю, сигналізації та регулювання швидкості обертання роликів транспортера за допомогою тахометра, який заведений на мотор. Контур включає такі елементи:

11-1 Первинний перетворювач електронного дистанційного тахометра (виконує функцію чутливого елемента для вимірювання кількості обертів);

11-2 Вторинний перетворювач електронного дистанційного тахометра (прилад місцевий для дистанційного передавання показань);

11-3 Електронний прилад показуючий, реєструючий, кольоровий дисплей (основною функцією є відображення показань та реєстрація фіксованих даних на екрані);

11-4 Електронний пропорційно-інтегральний регулятор типу ЛУМО (виконує функцію автоматичного регулювання швидкості обертання);[28-29]

Далі контур 11 заводиться на класичні елементи автоматичного регулювання для мотору (контур 12): магнітний пускач – МП1, SB1/SB2 – кнопки керування виду АСКО та сигнальні лампи HL1/HL2 мінімального та максимального значень [30].

Специфікаційні дані наведені в додатку Ж.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3

Розроблено систему автоматичного регулювання та керування ділянкою нанесення покриття в піролітичній камері.

Передбачені контури для контролю та регулювання температури в зоні нанесення покриття. Витрату газу регулює витратомір заведений на клапан подачі газу.

Витрата газу контролює витратомір, оснащений клапаном для регулювання подачі $\text{SnCl}_3\text{C}_4\text{H}_9$.

Швидкість обертання роликів транспортера регулюється тахометром, який заведений на класичний контур мотора.

Розроблена система автоматизації забезпечує точний контроль необхідних параметрів та зниження людського фактору на процес нанесення енергозберігаючого покриття.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ

Відповідно до технологічної частини проекту, при виробництві скла з енергозберігаючим К-покриттям використовується $\text{SnCl}_3\text{C}_4\text{H}_9$ в якості сировини для нанесення покриття піролітичним методом. Встановлена велика кількість електрообладнання, теплових агрегатів, котрі працюють під тиском, експлуатуються паропроводи, використовується електрична, механічна, тепла енергія і хімічні реакції. При цьому на виробництві утворюються шкідливі, пожежо- і вибухонебезпечні речовини. Внутрішньоцеховий транспорт представлений електрокарами і транспортерами.

При проектуванні виробництва прийнято проектні рішення, які ухвалені з урахуванням вимог охорони праці і пожежної безпеки виробництва.

На основі аналізу шкідливих і небезпечних виробничих факторів на об'єкті, що проектується, розроблено заходи щодо створення у виробничих приміщеннях оптимальних умов праці, пожежної профілактики та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

4.1 Охорона праці

4.1.1 Виявлення і аналіз шкідливих і небезпечних виробничих чинників на проектуваному об'єкті. Заходи щодо охорони праці

4.1.1.1 Повітря робочої зони

Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 роботи у проектуваному цеху відносяться до категорії середньої важкості Пб. Санітарні норми параметрів мікроклімату в приміщенні проектуваного цеху, прийняті проектом, приведені в таблиці 4.1 **Ошибка! Источник ссылки не найден.**

Температура зовнішньої поверхні технологічного устаткування:

$$t_{\text{поверхні}} = t_{\text{оптим.зн.}} + 2 = 21 + 2 = 23 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

Нормальні метеорологічні умови на проектуваному заводі забезпечуються завдяки: механізації і автоматизації важких і трудомістких робіт; заміни сухого помелу мокрим; раціонального розміщення і теплоізоляція устаткування, агрегатів, комунікацій та інших джерел, випромінюючих на робочих місцях тепло; вологому прибиранню приміщень.[31]

Таблиця 4.1 Санітарні норми параметрів мікроклімату в приміщенні проектуваного цеху

Категорія робіт	Період року	Температура, °C		Відносна вологість повітря, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Оптимальне значення	Допустиме значення	Оптимальне значення	Допустиме значення	Оптимальне значення	Допустиме значення
Пб	Теплий	20-21	18-24	60-40	65	0.3	0.4
	Холодний	17-19	16-22	60-40	75	0.5	0.4

Від шкідливих речовин в повітрі робочої зони персонал забезпечений респіраторами типу "пелюстка.

Біля входу в цех встановлені теплові завіси, які запобігають переохолодженню персоналу.

Розрахуємо повітряно-теплову завісу типу змішувача при огорожі повітря з відкритого вестибюля, подвійні двері з тамбуром з прямим проходом.

Витрату повітря для повітряно-теплової завіси типу змішувача визначаємо за формулою:

$$G_3 = \frac{16000K\mu_{\text{вх}}F_{\text{вх}}(t_{\text{в}} - t_{\text{н}})\sqrt{\Delta p\gamma_{\text{н}}}}{t_3 - t_{\text{в}}}$$

де K – поправочний коефіцієнт для обліку числа людей, що проходять; $\mu_{\text{вх}}$ – коефіцієнт витрати входу; $F_{\text{вх}}$ – площа однієї стулки зовнішніх вхідних дверей, що відкривається; t – температура; γ – питома вага повітря; Δp – різниця тисків.

$$t_{\text{н}} = -15 \text{ }^\circ\text{C}; \gamma_{\text{н}} = 1.368 \text{ кг/м}^3$$

$$t_{\text{в}} = 16 \text{ }^\circ\text{C}; \gamma_{\text{в}} = 1.22 \text{ кг/м}^3$$

$$t_3 = 50 \text{ с}; F_{\text{вх}} = 0.8 \cdot 2.5 = 2 \text{ м}^2$$

Знаходимо коефіцієнт K , оскільки число людей, що проходять в будівлю (2500 чол/год), перевищує 1500 чол/год, то розрахункове число людей для однієї стулки складе $2500/2=1250$ чол/год, тоді $K = 0.46$

Величину p знаходимо за формулою:

$$\Delta p = h(\gamma_{\text{н}} - \gamma_{\text{в}}) = 7.215 \text{ кг/м}^2$$

Для двох поверхової будівлі h знаходимо по формулі:

$$h = h_{\text{д.к.}} - 0.5 \cdot h_{\text{дв.}} = 48.75 \text{ м},$$

де $h_{\text{д.к.}}$ - висота драбинкової клітки і дорівнює 50 м, $h_{\text{дв.}}$ - висота стулки вхідних дверей і дорівнює 2.5 м.

Підставляючи дані отримаємо G_3 :

$$G_3 = \frac{160000,46 \cdot 0,65 \cdot 2 \cdot (16 + 15) \sqrt{7,2151,368}}{50 - 16} = 27407 \text{ кг/год}$$

Теплову потужність калориферів повітряно-теплової завіси визначаємо за формулою:

$$Q_3 = 0.24 \cdot G_3 \cdot (t_3 - t_{\text{в}}) = 0.24 \cdot 27407 \cdot (50 - 16) = 223641 \text{ ккал/ч.}$$

В режимі реального часу за допомогою пиломіру та газоаналізатору буде проводиться контроль змісту в повітрі робочої зони шкідливих речовин. Для

безперервного моніторингу та контролю температури, відносної вологості, тиску та вмісту кисню у повітрі застосовуються прилади контролю мікроклімату ПКМ. Для контролю теплового випромінювання застосовується парний термометр. Відносну вологість повітря в лабораторних умовах додатково визначаємо за допомогою стаціонарного (психрометр Августа), а також аспіраційного психрометра М-34. Для спостереження за швидкістю руху повітря в приміщенні цеху встановлені чашкові анемометри.[32]

За способом організації повітрообміну передбачені загальнообмінні місцева і комбінована вентиляція. Застосовується схема вентиляції зверху вниз. У приміщенні цеху передбачена припливно-витяжна вентиляція. На виробництві передбачено аварійну вентиляцію.

4.1.1.2 Виробниче освітлення

На заводі в приміщеннях передбачається природне, штучне і суміщене освітлення.

Проектом також передбачено робоче, аварійне, евакуаційне, ремонтне і охоронне освітлення.

У таблиці 4.2 представлені норми освітленості приміщень за ДБН В.2.5-28-2016.

Таблиця 4.2 Норми освітленості приміщень при штучному освітленні і КЕО при природному і суміщеному освітленні

Розряд і підрозряд зорових робіт	Освітленість, лк		КЕО 1%	
	Штучне освітлення		Природне освітлення	Суміщене освітлення
	Комбіноване	Загальне	Верхнє і бічне	Верхнє і бічне
VIII а	700	400	1	0.7
IV б	500	200	4	24

Для освітлення виробничого приміщення застосовуємо газорозрядні лампи низького і високого тиску типу ЛБ і ДРЛ. Для місцевого освітлення передбачені світильники прямого світла типу «Альфа». Для виконання ремонтних робіт застосовуються лампи розжарювання. У цеху передбачено аварійне та евакуаційне освітлення, для якого використовують лампи розжарювання.

Для вимірювання і контролю освітленості в приміщеннях застосовують люксметр ТМ-209М класу А (відповідно до стандарту [33]) з періодичністю 1 раз на рік і після ремонту освітлювальних установок і заміни ламп.

Для підвищення рівномірності розподілу яскравості в полі зору, стелі і стіни забарвлені в кремовий колір. Виробниче устаткування забарвлюють в яскраво-зелений колір, рухомі частини – в світло-жовтий, відкриті механізми – в яскраво-червоний колір.

4.1.1.3 Виробничий шум і вібрації

Виробничий шум виникає в результаті роботи помольно-дробильного устаткування в машинно-ванному цеху. Допустимі рівні звуку в приміщеннях і на території підприємства відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 складають 80 дБА. Фактичний рівень складає 76 дБА, що відповідає вимогам.

Джерелами вібрації на підприємстві є: сито-бурат, електродвигуни, вентилятори, компресори.

Згідно ДСН 3.3.6.039-99 допустимі рівні вібрацій приведені в таблиці 4.3.

Для захисту від виробничого шуму на підприємстві передбачені звукоізоляційні пристрої – перегородки і екрани, які встановлюють між джерелом шуму і робочим місцем. Також для зниження шуму передбачені об'ємні звукопоглиначі у вигляді перфорованих кубів і куль, підвішених над шумними агрегатами. Передбачено забезпечення працівників м'якими протишумовими вкладишами «беруші».[34]

Для зниження рівня вібрації використовується віброізоляція. Під віброуюче устаткування ставляться амортизатори вібрацій, виготовлені із сталевих пружин. На устаткування наноситься шар гуми.

Для вимірювання і аналізу шуму і вібрації передбачені цифрові шумоміри GM1351 і частотні аналізатори.

Таблиця 4.3 Допустимі рівні вібрацій

Середньгеометричні і граничні частоти октавних смуг, Гц		Октавні смуги з середньгеометричними частотами, Гц					
		2	4	8	16	31.5	63
		(1.4 ÷ 2.8)	(2.8 ÷ 5.6)	(5.6 ÷ 11.2)	(11.2 ÷ 22.4)	(22.4 ÷ 45)	(45 ÷ 90)
Середньоквадратичні значення колив. швидкості	в мм/с	11.2	5	2	2	2	2
	в дБА відносно $5 \cdot 10^{-5}$ мм/с	107	100	92	92	92	92

4.1.1.4 Випромінювання

Основними джерелами випромінювання в цеху є ванна з розплавом скломаси та лер для відпалу скла. Обидва місця ізольовані від робочої зони шарами вогнетривких матеріалів, які усувають будь-який опромінювальний вплив на людину, тому контролювати цей параметр немає необхідності.

4.1.1.5 Електробезпека

Основною причиною ураження електричним струмом в цеху є випадковий одночасний дотик до корпусу пошкодженого приладу або до струмоведучої частини з порушеною ізоляцією і до заземленого устаткування (інший електроприлад із справним заземленням, водопровідні труби, опалювальні батареї) або ситуація, коли людина дотикається до ушкодженого приладу, стоячи на вологій підлозі.

Електричне устаткування цеху живиться від трифазної чотирьохпровідної електричної мережі змінного струму промислової частоти напругою 380/220 В з глухозаземленою нейтраллю.

Відповідно до ГОСТ 12.1.038-82 допустимі рівні напруги дотику ($U_{\text{пр}}$) і струму, що проходить через тіло людини ($I_{\text{ч}}$) рівні: при нормальному режимі

роботи електричного устаткування $U_{\text{пр}} = 2\text{В}$, а $I_{\text{ч}} = 0.3 \text{ мА}$; при аварійному, відповідно 36 В і 6 мА.[35]

Однофазний дотик зустрічається частіше, ніж двофазний. Величина струму що проходить через людину при однофазному дотику визначають по формулі:

$$I_{\text{ч}} = \frac{U_{\phi} \cdot 10^3}{R_{\text{ч}} + R_0} = \frac{220 \cdot 10^3}{2000 + 4} = 109.8 \text{ мА}$$

де $U_{\phi} = 220$ – фазна напруга, В;

$R_{\text{ч}} = 2000$ – опір тіла людини, Ом;

$R_0 = 4$ - опір нейтралі заземлення, Ом.

Напруга дотику розраховується за формулою:

$$U_{\text{пр}} = I_{\text{ч}} \cdot R_{\text{ч}} = 0.1098 \cdot 2000 = 220 \text{ В.}$$

Порівнюючи, розрахункові значення з нормативними, бачимо, що при порушенні вимог ПУЕ в цеху можуть бути електричні травми з важкими наслідками.

Даний цех відноситься до класу приміщень з підвищеною небезпекою. Виходячи з вищевикладеного, електроустаткування в даному цеху – закритого типу. Для забезпечення електробезпеки передбачені наступні технічні способи і засоби: занулення, захисне відключення, вирівнювання потенціалів, мала напруга, ізоляція струмопровідних частин, електричне розділення мереж, захисні пристрої, блокування, застережлива сигналізація, знаки безпеки, попереджувальні плакати.

Безпека експлуатації при нормальному режимі електроустановок гарантується наступними заходами: ізоляцією струмопровідних частин і їх недоступністю, малою напругою. Джерела малої напруги – спеціальні знижувальні трансформатори з вторинною напругою 12–42 В. У електричних мережах напругою до 1000 В захисні засоби представлені оперативними і вимірювальними джерелами, ізолюючими струмовимірювальними клемами, показчиками напруги, а також діелектричними рукавичками, гумовими килимками і ізолюючими підставками. Передбачені захисні засоби (переносні огорожі), що захищають, захисні пристрої – спеціальні ящики, що закриваються суцільними або сітчастими огорожами.

4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.2.1 Безпека технологічних процесів і обслуговування устаткування

До устаткування, до якого встановлюються підвищені вимоги з виробничої безпеки, відносяться теплові агрегати, що працюють на природному газі. Природний газ легко спалахує і вибухає в суміші з повітрям, при неповному згоранні виділяється сильно отруйний газ СО. Витік природного газу приводить до витіснення кисню в повітрі робочої зони приміщення.

На підприємстві можливе травмування робочих рухомими деталями машин і механізмів, що обертаються. Найбільш небезпечними в цьому відношенні є агрегати дробильно-помольного відділення – щоківі дробарки, кульові млини.[36]

При експлуатації щоківі дробарки перед пуском ретельно перевіряється балансування ротора. Стрічкові транспортери, змішувачі обладналися звуковою сигналізацією при їх пуску. При установці дробарок щоб уникнути викидів шматків роздробленої породи, завантажені отвори закриваються глухими сітчастими огорожами, а над ними встановлюють міцні металеві ґрати з розмірами осередку не більше 150x150 мм. Електрокари для перевезення готової продукції оснащені сигналізацією. Швидкість руху транспортних засобів в цеху не більше 5 км/год . Всі вантажопідйомні механізми піддаються періодичним оглядам і технічному огляду.

На агрегатах що мають димососи, передбачено блокування, що відключає подачу газу при зупинці димососу.

Експлуатація газопроводів і газового устаткування агрегатів, споживаючих газове паливо, здійснюється в суворій відповідності з вказівками затверджених інструкцій. При розпалу газу необхідно переконатися в тому, агрегат правильно і надійно відключений від газової мережі, а також оглядають замочні пристрої, які повинні бути закриті, а крани свічок безпеки – відкриті.

Перед включенням пальників газопроводи агрегату продувають газом з перевіркою результатів продування. При короткочасних зупинках в роботі

обмежуються продуванням протягом 1-2 хвилин. Газопроводи агрегату рекомендується продувати до вентиляції (провітрювання) його топки .

Димососи вмикають не на початку провітрювання, а декілька пізніше, коли вийде з топки основна частина тих газів, які могли в ній скупчитися. Одночасно продувають повітропроводи дуття і перевіряють клапан блокування газу і повітря.

Після закінчення провітрювання топки припиняють дуття, але шиббер залишають відчиненим і повітря протягується через топку природною тягою, сила якої перед запаленням пальника повинна бути перевірена. Під час провітрювання оглядають вибухові клапани.

На газоспоживальних апаратах встановлюються контрольно-вимірвальні прилади для виміру параметрів.

4.2.2 Пожежна безпека

На проектуваному підприємстві можливе виникнення вогнищ спалаху унаслідок перевантаження електроустаткування і електроізоляції, прямого удару блискавки в будівлю, утворення оксидів в газах ванної печі, що відходять, що може привести до утворення вибухонебезпечної суміші. Продукти горіння в печі: SO_2 , NO_x , CO і інші оксиди.

Для запобігання пожежі на робочих місцях обладнують протипожежні щити з набором засобів пожежогасіння, вогнегасниками ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8, пінні вогнегасники, ящиками з піском. Між виробничими будівлями передбачені протипожежні розриви 10 м [37]. Для уникнення вибухів газопроводів їх періодично перевіряють на герметичність. Встановлюється охоронно-пожежна сигналізація автоматичного типу ПТІМ на висоті 6-10 метрів від рівня підлоги. З метою захисту від загорянь всі прилади і електроустаткування забезпечені плавкими запобіжниками.

Особливо небезпечним є прямий удар блискавки, при якому, можливі руйнування і пожежа об'єкту. Проектувальний цех відноситься до II категорії щодо обладнання блискавкозахисту згідно з СН 305-77 [38]. Від прямого удару блискавки блискавкозахист забезпечується стрижньовим блискавковідводом. Величина імпульсного опору заземлення блискавковідводу не більше 50 Ом. Кабелі високої напруги проведені в блокувальні оболонки і покладені під підлогою. Одержані дані з оцінки проектувального об'єкту наведено у додатку Е.

4.2.3 Аналіз небезпеки об'єкта

Згідно положення «Про план і ліквідацію надзвичайних ситуацій» цех одержання енергозберігаючого скла відноситься до категорії «Б».

$\text{SnCl}_3\text{C}_4\text{H}_9$ відноситься до важкогорючих матеріалів. Причиною спалаху може бути несправність обладнання, людський фактор. Вирішити цю проблему можна механічним засипанням піском поверхні, що спалахнула, 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 Ступінь руйнування об'єкта залежно від надмірного тиску ударної хвилі $\Delta P_{\phi} = 25$ кПа

Елементи об'єкта	Ступінь руйнувань	Збитки, зруйновані елементи обладнання, %
1. Виробничі, адміністративні будівлі та споруди		
1. Бетонні та залізобетонні будинки та споруди антисейсмічної конструкції	Слабкі	10–30
2. Споруди з легким металевим каркасом і безкаркасні конструкції	Середні	30–50
3. Споруди зі збірного залізобетону	Середні	30–50
4. Складські цегляні будинки	Середні	30–50
5. Адміністративні багатоповерхові будівлі з металевим або залізобетонним каркасом	Слабкі	10–30

6. Цегляні малоповерхові будівлі (один–два поверхи)	Сильні	50–90
7. Цегляні багатоповерхові будівлі (три поверхи та більше)	Сильні	50–90
2. Деякі види обладнання		
8. Верстати важкі	Слабкі	10–30
9. Верстати середні	Середні	30–50
10. Верстати легкі	Сильні	
11. Крани та кранове обладнання	Слабкі	10–30
12. Стрічкові конвеєри в галереї на залізобетонній естакаді	Повні	90–100
13. Ковшові конвеєри в галереї на залізобетонній естакаді	Сильні	50–90
14. Електродвигуни потужністю від 2 до 10 кВт, відкриті	Слабкі	10–30
15. Трансформатори від 100 до 1000 кВ	Слабкі	10–30
16. Генератори на 100–300 кВт	Слабкі	10–30
17. Відкриті розподільні пристрої	Середні	30–50
18. Масляні вимикачі	Середні	30–50
19. Контрольно-вимірювальна апаратура	Сильні	50–90
3. Комунально-енергетичні мережі та споруди		
20. Газгольдери та наземні резервуари хімічних речовин	Середні	30–50
21. Наземні металеві резервуари та баки	Слабкі	10–30
22. Кабельні підземні мережі	Слабкі	10–30
23. Кабельні наземні мережі	Слабкі	10–30
24. Трубопроводи наземні	Середні	30–50
25. Трубопроводи на металевих або залізобетонних естакадах	Слабкі	10–30

Визначення можливих утрат виробничого персоналу.

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

а) на відкритій місцевості – травми легкого ступеня;

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.

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 $\Pi = 30$ %;
- ступінь вогнестійкості будівель – IV (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 % – отримають пошкодження уламками скла і конструкцій
	Верстати	слабкі	10–30		
	Трубопроводи	середні	30–50		
	Кабельні мережі	слабкі	10–30		

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4

Проведений аналіз повітря робочої зони, виробничого шуму, вібрацій, випромінювання та електробезпеки.

Розроблені заходи щодо техніки безпеки під час технологічних процесів та обслуговування устаткування.

Проведена оцінка пожежної безпеки на підприємстві.

Розглянуто виробництво на предмет потенційної небезпеки. Згідно положення «Про план і ліквідацію надзвичайних ситуацій» цех одержання енергозберігаючого скла відноситься до категорії «Б».

РОЗДІЛ 5. СТАРТАП-ПРОЕКТ

5.1 Резюме стартапу, основні економічні показники

Бізнес-ідея - виготовлення енергозберігаючого листового К-скла шляхом піролітичного нанесення SnO₂.

Мета - розробка, впровадження та виведення у серійне виробництво вітчизняним виробником енергозберігаючого скла для склопакетів.

Характеристика проекту:

Тема - виробництво будівельного скла: виготовлення скла з енергозберігаючим покриттям.

Суб'єкти замовлення - будівельні компанії та приватні підприємства в будівельному секторі.

Об'єкт дослідження - технічні та технологічні характеристики скла з енергозберігаючим покриттям, технологія виробництва К-скла.

Місце у ланцюжку цінностей - експлуатація.

Продукт - склолисти з енергозберігаючим К-покриттям.

Технологія виготовлення - виготовлення листового скла флоат методом з подальшим нанесенням функціонального покриття.

Розробник має *академічний рівень (кваліфікацію)* бакалавра хімічної технології силікатних тугоплавких неметалічних матеріалів.

Планований обсяг виробництва листового скла (4, 5, 6 мм):

Підприємство випускає скло листове:

товщиною 4 мм випуск – 2 млн м²/рік;

товщиною 5 мм випуск – 1,5 млн м²/рік;

товщиною 6 мм випуск – 1,5 млн м²/рік.

Місячний випуск продукції різного номіналу наведено в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Місячний випуск продукції різного номіналу

Місяць	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Плановий випуск (4мм), м ²	200000	260000	200000	200000	100000	100000	200000	100000	290000	130000	100000	120000
Плановий випуск скла(5мм), м ²	100000	100000	100000	100000	180000	200000	100000	170000	100000	100000	100000	150000
Плановий випуск скла(6мм), м ²	100000	100000	100000	110000	200000	100000	160000	250000	100000	150000	190000	60000
M	400000	460000	400000	410000	480000	400000	460000	520000	490000	380000	390000	210000

Сировинні матеріали: для введення в шихту SiO₂ застосовуємо кварцовий пісок родовища Новоселіське, Харківської обл.; для введення в шихту Na₂O використовуємо соду кальциновану ООО НОВОХИМ, м. Харків; CaO та MgO вводиться за допомогою вапняку родовища смт. Великий

Люблін, Львівська обл. та доломіту родовища Коржова, Монастирського району Тернопільської області. Сировина відповідає вимогам ДСТУ 3165 95.

Технологічні показники скла з К-покриттям:

Теплоізолюючі властивості, К	1,9-6,2
Здатність до пропускання сонячної енергії	SF 70
Метод виготовлення	Флоат-метод, піролітичне хімічне осадження з газової фази
Очистка краю листа від покриття при монтажних роботах	Не потребує
Загартування	Обов'язково

Вартість розробки - включає в себе проектування заводу та цехів виробництва, автоматизування ліній, прорахунок техніко-економічних показників, налагодження виробництва. Складає 5 млн грн.

Ринкова ціна: за 1 м²

$C_{4\text{мм}} = 85$ грн;

$C_{5\text{мм}} = 90$ грн;

$C_{6\text{мм}} = 95$ грн.

Питома собівартість:

$C_{\text{пит}4\text{мм}} = 47,98$ грн/м²

$C_{\text{пит}5\text{мм}} = 47,95$ грн/м²

$C_{\text{пит}6\text{мм}} = 47,95$ грн/м².

5.2 Аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища

Загрози і можливості зовнішнього середовища стартапу:

Аналіз зовнішнього середовища передбачає розглянення зовнішніх елементів оточення підприємства. Необхідний елемент аналізу зовнішнього середовища - пошук та розуміння актуальних та потенційних можливостей і загроз, з якими зустрічається проект. Поява можливостей обумовлюється тенденціями або подіями, які здатні забезпечити зростання обсягів продажу і швидкого збільшення прибутку.[39] Фактори загроз та можливостей наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 Фактори загроз та можливостей зовнішнього середовища стартапу

№	Фактор	Характер впливу: позитивний (+) негативний (-)	Реакція компанії
Економічні фактори			
1.	Рівень інфляції приблизно 2% в місяць	<ul style="list-style-type: none"> • Знецінення грошей (-) • Виплати по довгостроковим кредитам (+) • Отримання додаткових коштів на різниці в курсах валют (+,-) 	Індксація платежів в випадку прострочення, взяття довгострокового кредиту, купівля та продаж валюти
2.	Скорочення доходів споживачів на 10%	<ul style="list-style-type: none"> • Зниження купівельної спроможності населення, скорочення продажу (-) • Вимушене скорочення об'єму виробництва (-) • Зниження ціни на товар, що призведе до збільшення попиту та конкурентоспроможності (+) 	Проведення маркетингових випробувань, пошук нових ринків збуту

3.	Скорочення дотацій	<ul style="list-style-type: none"> • Труднощі з фінансуванням, скорочення оборотних засобів (-) 	Лобіювання в органах державного управління
4.	Збільшення податкового навантаження	<ul style="list-style-type: none"> • Скорочення платоспроможного попиту (-) • Скорочення чистого прибутку (-) 	Знаходження шляхів мінімізації податків
Науково-технічні фактори			
5.	Поява нової технології	<ul style="list-style-type: none"> • Моральне старіння діючої технології (-) • Скорочення строків амортизації (+) 	Пошук джерел інвестування, збільшення об'єму амортизаційних відрахувань
Соціальні фактори			
6.	Зростання мобільності населення	<ul style="list-style-type: none"> • Скорочення чисельності працівників (-) • Скорочення об'єму виробництва (-) • Зростання середньої заробітної плати одного працівника (+) 	Вдосконалення технологій та умов праці, вдосконалення системи стимулювання
7.	Зниження рівня освіти	<ul style="list-style-type: none"> • Проблеми з освоєнням нових технологій (-) • Зниження трудової дисципліни (-) 	Підтримання рівня вкладень в професійну підготовку кадрів

Переваги та недоліки внутрішнього середовища стартапу:

Внутрішнє середовище — це частина всього об'єму середовища, яка перебуває в рамках відповідної організації. Внутрішнє середовище вважається універсальним, незалежним від організаційно-правової системи організації, й об'єднує всі сфери її діяльності для вигідного функціонування: маркетинг, виробництво, фінанси, кадри, дослідження й розвиток. Кожна сфера характеризується основними чинниками, які можуть бути джерелом переваг і недоліків проекту.

Таблиця 5.4 Переваги та недоліки внутрішнього середовища стартап

Споживачі	1. При появі споживачів у вигляді фірм, що формують склопакети розширюється клієнтська база 2. Співпраця з великими будівельними фірмами забезпечую високий рівень попиту на продукцію	На початковому етапі мала база клієнтів
Постачальники	Відмова від великої кількості постачальників за рахунок використання ресурсів прирайонної території	Постійний контроль за поставками, що передбачає пошук відповідальних постачальників
Конкуренти	Поява нового товару та технологій виготовлення на ринку, що дасть можливість конкурувати з існуючими підприємствами	Середня ціна товару та контроль ринку конкурентами є перепорою у встановленні вигідної позиції при збуті товару
Посередники	Наявність великої кількості посередників дозволяє суттєво зменшити кількість персоналу	Мають місце постійний контроль за посередниками та питання укладання вигідних договорів.

5.3 Визначення ключових факторів успіху проекту. Метод Шонфільда

На початковому етапі аналізу інноваційності проекту слід визначити ключові фактори успіху.

Ключові фактори успіху (КФУ) - це керовані змінні характеристики проекту, реалізація яких збільшує ймовірність успішного розвитку ідеї в подальшому. Це базові показники, які дають можливість вивести проект на отримання прибутку і стійкий фінансовий результат.

КФУ для даного стартапу:

- Екологічність
- Теплоізолюючі властивості
- Абразивна стійкість
- Термін придатності
- Ціна
- Реалізація поставок
- Дотримання вимог нормативної документації
- Гарантія
- Прозорість скла після нанесення покриття.

Єдиними конкурентами є іноземні виробництва, так як на даний момент подібних заводів на території України немає. Характеристики іноземних постачальників типові. Оцінка факторів успіху наведена в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 Оцінка ключових факторів успіху

Характеристика	Коефіцієнт вагомості характеристики	Оцінка характеристик		
		Наша продукції	Pilkington	Guardian
Екологічність	0,5	5	4	4
Теплоізолюючі властивості	0,7	4	4	4
Абразивна стійкість	0,9	5	5	5
Термін придатності	1,0	5	5	5
Ціна	0,9	5	2	2
Реалізація поставок	0,3	5	3	3
Дотримання вимог нормативної документації	0,5	4	3	3
Гарантія	0,7	4	4	4
Прозорість скла після нанесення покриття	0,8	5	5	5

З урахуванням коефіцієнту вагомості характеристики бальна оцінка кожної характеристики наведена в таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 Бальна оцінка даного проекту в порівнянні з вагомими конкурентами

Характеристика	Бальна оцінка характеристик		
	Наша продукції	Pilkington	Guardian
Екологічність	$0,5*5=2,5$	$0,5*4=2,0$	$0,5*4=2,0$
Теплоізолюючі властивості	$0,7*4=2,8$	$0,7*4=2,8$	$0,7*4=2,8$
Абразивна стійкість	$0,9*5=4,5$	$0,9*5=4,5$	$0,9*5=4,5$
Термін придатності	$1,0*5=5$	$1,0*5=5$	$1,0*5=5$
Ціна	$0,9*5=4,5$	$0,9*2=1,8$	$0,9*2=1,8$
Реалізація поставок	$0,3*5=1,5$	$0,3*3=0,9$	$0,3*3=0,9$
Дотримання вимог нормативної документації	$0,5*4=2,0$	$0,5*3=1,5$	$0,5*3=1,5$
Гарантія	$0,7*4=2,8$	$0,7*4=2,8$	$0,7*4=2,8$
Прозорість скла після нанесення покриття	$0,8*5=4,0$	$0,8*5=4,0$	$0,8*5=4,0$

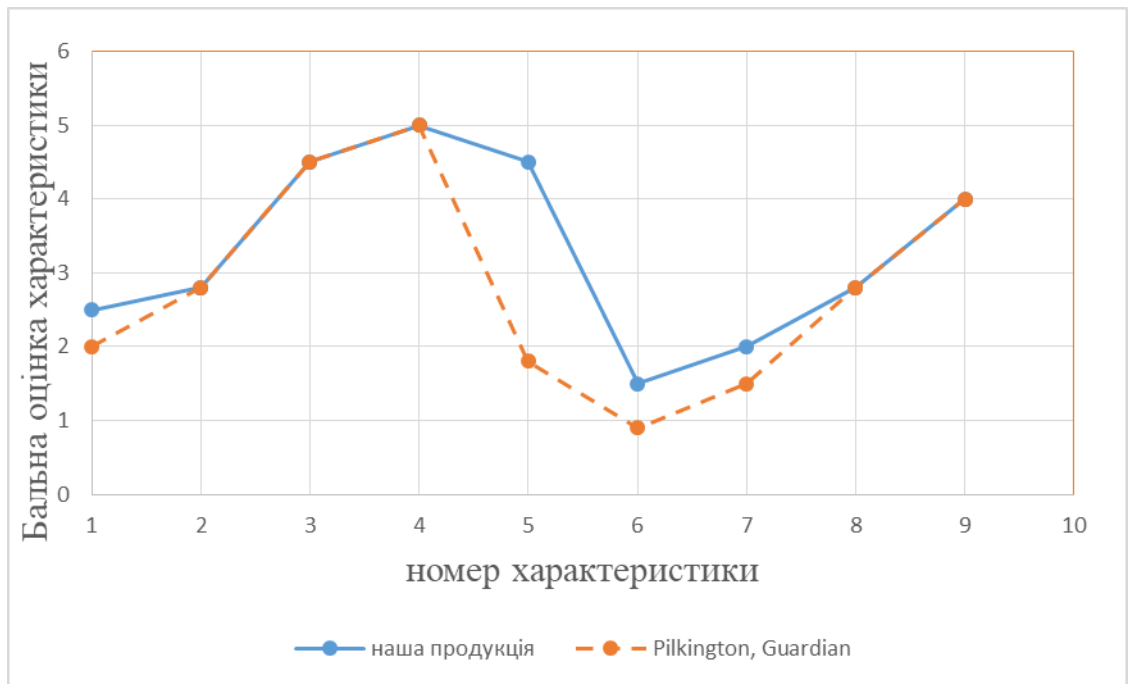


Рис. 5.1 – Графік порівняння конкурентних переваг нашого підприємства з іноземними конкурентами.

Відповідно до отриманих результатів проект має ряд переваг порівняно з іноземними виробництвами, які користуються подібними технологіями: питома вага продукції, ціна, реалізація поставок, дотримання вимог нормативної документації. Інші показники також обумовлюють відсутність високої конкуренції для нашого проекту, так як знаходяться на одному рівні з іноземними виробниками.

5.4 Визначення потенційних споживачів

Для визначення потенційних споживачів доречно використати статистичне опитування, для якого знадобиться відповідна анкета.

Повну інформацію про клієнта можна знайти в паспорті клієнта, де відображені юридичні, технічні та контактні данні.

Анкета для опитування та паспорт клієнта наведені в додатках Б та В.

Для оцінки ринкових позицій інноваційної розробки, розробимо анкету для визначення місця розробки у системі ринкового впровадження (таблиця 5.7).

Таблиця 5.7 Анкета для визначення місця розробки у системі ринкового впровадження

Показники	Ідеї товару				Бал
	Оцінка				
	Дуже висока	Висока	Низька	Дуже низька	
Привабливість					
Тенденції ринку	Виникаючий	Зростаючий	Стабільний	У стадії занепаду	
Швидкість поширення	Дуже висока	Достатньо висока	Низька	Дуже низька	
Фізичний потенціал ринку	> 10 000 тис.	10 000 – 5000 тис.	5000 – 1000 тис.	< 1000 тис.	
Грошовий потенціал ринку	1 млрд	1 млрд – 500 млн	500 – 100 млн	< 100 млн	
Потреба покупців	Дуже добре задовольняється	Задовольняється добре	Задовольняється погано	Не задовольняється	
Доступність ринку	Дуже легка	Легка	Важка	Дуже важка	
Конкурентна спроможність					
Привабливість	Дуже	Висока	Середня	Слабка	

ь товару	висока				
Відмінні властивості	Ексклюзивні	Значні особливості	Слабкі відмінності	«Як усі»	
Рівень конкуренції	Дуже слабкий	Слабкий	Високий	Дуже високий	
Відповідність формі	Змінює форму	Добре поєднується	Слабкий зв'язок	Немає зв'язку	
Ціна	Набагато нижча	Трохи нижча	Рівна	Вища	
Рівень якості	Значно перевищує	Небагато перевищує	Такий самий	Поступається	

5.5 Ціна інноваційної пропозиції на ринку

Вибір моделі фінансування стартапу - важливий момент, від цього залежить доля проекту у подальшому розвитку.

Існують різні способи залучення інвестицій до фінансування стартапів. Серед основних джерел фінансування стартапів виділяють: особисті заощадження стартаперів; бізнес-партнерство; модель «3Д»: домашні, друзі, дурні; кредитування; венчурні фонди; бізнес-ангели; бізнес-інкубатори, бізнес-акселератори; краудфандинг; грантові організації; IPO; субсидії держави.

На етапах зародження і розробки ідеї планується використовувати *власні заощадження*, подальші кроки потребують залучення коштів *інвесторів* або *гранти*.

Планується *пошук партнера* для спільного володіння бізнесом. Таким чином можна привернути додаткові кошти.

Кредитування планується використовувати як спосіб фінансування на початкових етапах як запобіжний засіб. Це пов'язано з багатьма ризиками, як внутрішніми, так і зовнішніми.

Внутрішні ризики – пов'язані з початковою стадією розвитку стартапу. Можливі прорахунки, непередбачувані витрати.

Зовнішні ризики – нестабільність економічної ситуації.

Можливе залучення державних коштів у вигляді фінансування.

Розрахунок пропозиції на ринку

Метод точки беззбитковості:

Річні витрати сировини наведені в таблиці 5.8

Таблиця 5.8 Річні витрати сировини

1 Найменування	2 Потреба у сировинних матеріалах, т/рік		
	3 Скло 4 мм	4 Скло 5 мм	5 Скло 6 мм
6 Пісок кварцовий	7 44202,52	8 41439,86	9 49727,84
10 Сода	11 17071,45	12 16004,49	13 19205,38
14 Вапняк	15 2199,72	16 2062,24	17 2474,69
18 Доломіт	19 12277,68	20 11510,33	21 13812,39
22 Каолініт	23 2421,41	24 2270,07	25 2724,08
26 Склобій	27 12840	28 12037,5	29 14445

Вартість сировини наведена в таблиці 5.9.

Таблиця 5.9 Вартість сировини

30 Найменування	31 Ціна грн/кг	32 Річна вартість, грн/рік		
		33 Скло 4 мм	34 Скло 5 мм	35 Скло 6 мм
36 Пісок кварцовий	37 2,5	38 110506,3	39 103599,7	40 124319,6
41 Сода	42 11	43 187786	44 176049,4	45 211259,2
46 Вапняк	47 1,9	48 4179,478	49 3918,26	50 4701,912
51 Доломіт	52 3	53 36833,05	54 34530,98	55 41437,18
56 Каолініт	57 10	58 24214,11	59 22700,72	60 27240,87
61 Склобій	62 0,9	63 11556	64 10833,75	65 13000,5
66 Всього (у перерахунку на м ²)		67 141684577	68 129986343,6	69 119963432,633

Фонд оплати праці включає заробітню платню робітників та нарахування:

$$\text{ФОП} = 12 \cdot (\text{ЗП} + \text{Нарах}_{\text{зп}}) = 12 \cdot (323\,500 + 71\,170) = 4\,736\,040 \text{ грн.}$$

Вартість приміщення: 25 554 000 грн

Вартість обладнання: 4 296 000 грн

Всього: 29 850 000 грн

ОФ = 29 850 000 грн

ОбФ = Вел.ен + Вгаз + Всир.4мм + Всир.5мм + Всир.6мм =
= 66602763,55+138844460,5+141684577+129986343,6+119963432,633=
= 597081577,283грн

Фонд оплати праці:

ФОП = 4 736 040 грн.

Постійні витрати включають витрати на газ, електроенергію, оплату праці.

Змінні витрати включають кошти, витрачені на сировину.

для скла 4мм:

ПВ=66602763,55+ 138844460,5+4 736 040=21183264,05грн

ЗВ=141684577грн/випуск

ЗВ=141684577/2000000=70,84 грн/м²

Q_{4мм}=ПВ/(Ц-ЗВ)= 21183264,05/(85-70,84)= 1868012,7м²

Ц=85грн.

для скла 5 мм:

ЗВ=129986343,6грн/випуск

ЗВ=129986343,6/1500000=78,66

Q_{5мм}=ПВ/(Ц-ЗВ)= 21183264,05/(90-78,66)= 1495993м²

Ц=90грн

для скла 6 мм:

$$ЗВ=119963432,633\text{грн}$$

$$ЗВ=119963432,633/1500000=80$$

$$Q_{6\text{мм}}=ПВ/(Ц-ЗВ)=21183264,05/(95-80)=1412217,6\text{м}^2$$

$$Ц=95\text{грн}$$

Параметричний метод:

$$Ц_{\text{н}} = \frac{П_{\text{н}}}{П_{\text{б}}} \cdot Ц_{\text{б}} \cdot [K_r]$$

В якості параметру візьмемо міцність скла на стиск: $П_{\text{б}} = 600\text{МПа}$, $П_{\text{н}} = 900\text{МПа}$.

Тоді:

$$Ц_{4\text{мм}}=900/600*85*0,65=82,3\text{ грн}$$

$$Ц_{5\text{мм}}=900/600*90*0,65=87,75\text{ грн}$$

$$Ц_{6\text{мм}}=900/600*95*0,65=92,6\text{ грн}$$

Метод бальної оцінки ціни:

Бальна оцінка характеристик наведена в таблиці 5.10.

Таблиця 5.10 – Бальна оцінка характеристик

Характеристика	Коефіцієнт вагомості характеристики	Оцінка характеристик	
		Наша продукція	Іноземні конкуренти
Енергозбереження	0,3	4	4
Абразивна стійкість	0,1	5	5
Довговічність	0,05	5	5
Прозорість	0,15	5	4
Екологічність	0,4	5	2

З урахуванням коефіцієнту вагомості характеристики визначаємо бальну оцінку кожної характеристики для нашої продукції і для конкурентів.

Таблиця 5.11 – Оцінка характеристик відповідно до коефіцієнтів вагомості

Характеристика	Коефіцієнт вагомості характеристики	Оцінка характеристик	
		Наша продукція	Іноземні конкуренти
Енергозбереження	0,3	1,2	1,2
Абразивна стійкість	0,1	0,5	0,5
Довговічність	0,05	0,25	0,25
Прозорість	0,15	0,75	0,6
Екологічність	0,4	2	0,8
Σ		4,7	3,35

Розрахуємо нашу ціну, порівнюючи з конкурентною іноземною компанією Guardian . Ціна за 1 м² скла (4мм) в цій компанії складає 120 грн.

Ціна одного балу складає:

$$P_{16} = 120 / 3,35 = 35,8 \text{ грн}$$

Тоді ціна нашого виробу:

$$P = 35,8 * 4,7 = 168 \text{ грн.}$$

Так як цей метод не включає фактичні затрати на виробництво та збут, не коректно його використовувати у прикладному розрахунку.

Конкурентний метод:

Розглянуті вище конкуренти в загальному мають ціну за м² енергозберігаючого скла - 110-120 грн. Оскільки наша продукція відрізняється за якістю, має вітчизняну сировинну базу та не включає затрати, пов'язані з експортом, то встановлюємо ціну 85, 90, 95 грн. Ставити ціну вище не доречно через високу конкуренцію закордонних компаній.

Витратний метод:

$$C_{4\text{мм}} = 147240 + 95819306,46 = 95966546,46 \text{ грн/рік}$$

$$C_{5\text{мм}} = 110430 + 71818411,84 = 71928841,84 \text{ грн/рік}$$

$$C_{6\text{мм}} = 110430 + 71818411,84 = 71928841,84 \text{ грн/рік}$$

Вираховуємо собівартість на м² продукції

$$\text{Спит}_{4\text{мм}} = C_{4\text{мм}}/V = 95966546,46 / 2000000 = 47,98 \text{ грн/м}^2$$

$$\text{Спит}_{5\text{мм}} = C_{6\text{мм}}/V = 71928841,84 / 1500000 = 47,95 \text{ грн/м}^2$$

$$\text{Спит}_{6\text{мм}} = C_{8\text{мм}}/V = 71928841,84 / 1500000 = 47,95 \text{ грн/м}^2.$$

Тоді:

$$Ц = С + \text{фіксований відсоток прибутку}$$

$$85 \text{ грн/м}^2 = 47,98 \text{ грн/м}^2 + 37,02\%$$

$$90 \text{ грн/м}^2 = 47,95 \text{ грн/м}^2 + 42,05\%$$

$$95 \text{ грн/м}^2 = 47,95 \text{ грн/м}^2 + 47,05\%$$

Техніко-економічні показники:

1) *Обсяг реалізації:*

$$V_{4MM} = 2 \text{ млн м}^2/\text{рік};$$

$$V_{5MM} = 1,5 \text{ млн м}^2/\text{рік};$$

$$V_{6MM} = 1,5 \text{ млн м}^2/\text{рік}.$$

2) *Чисельність персоналу за списком:*

Розробка: 7 ос.

Реалізація:

основний персонал – 10 ос.

допоміжний персонал – 15 ос.

інженерно-технічний персонал – 15 ос.

$$\Sigma = 47 \text{ ос.}$$

3) *Середньорічний виробіток робітника:*

$$\text{Розробка: ПП} = 5 \text{ млн} / 7 = 714285,7 \text{ м}^2/\text{ос}$$

$$\text{Реалізація: ПП} = 5 \text{ млн} / 40 = 125000 \text{ м}^2/\text{ос}$$

4) *Капіталовкладення:*

$$\text{Розробка: К} = 40000 \text{ грн, К}_{\text{пит}} = 0,008 \text{ грн/м}^2$$

$$\text{Реалізація: К} = 631667617,283 \text{ грн, К}_{\text{пит}} = 126,3 \text{ грн/м}^2$$

5) *Собівартість:*

$$\text{Розробка: С} = 25000 \text{ грн, С}_{\text{пит}} = 0,005 \text{ грн/м}^2$$

$$\text{Реалізація: С} = 597081577,283 + 368100 = 597449677,283 \text{ грн,}$$

$$\text{С}_{\text{пит}} = 119,5 \text{ грн/ м}^2$$

6) *Відносний прибуток:*

$$\text{Розробка: П} = 40000 - 25000 = 15000 \text{ грн}$$

$$\text{Реалізація: П} = 631667617,283 - 597449677,283 = 34217940 \text{ грн}$$

7) *Рентабельність:*

$$\text{Розробка: Р} = (15000 / 25000) * 100\% = 60\%$$

$$\text{Реалізація: Р} = (34217940 / 597449677,283) * 100\% = 21,5\%$$

8) *Період повернення капіталовкладень:*

Розробка: $T_{\text{пов}}=40000/15000=2,7$ роки

Реалізація: $T_{\text{пов}}=631667617,283/34217940=7,3$ роки

9) *Фондовіддача виробничих фондів:*

Розробка: $\Phi В=(40000*5\text{млн})/0,005=1,6$ грн/грн

Реалізація: $\Phi В=(34217940*5\text{млн})/ 631667617,283=17,3$ грн/грн

10) *Фондоємкість:*

Розробка: $\Phi С=0,625$ грн/грн

Реалізація: $\Phi С=0,058$ грн/грн

11) *Продуктивність праці:*

Розробка: $\text{ПП}=15000/(7*170)=12,6$ грн/ос

Реалізація: $\text{ПП}=34217940/(40*170)=50,32$ грн/ос

12) *Коефіцієнт економічної ефективності:*

Розробка: $E=15000/40000=0,375$

Реалізація: $E=34217940/631667617,283=0,54$

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

Розроблено карту бізнес-процесів виконання стартап-проекту (таблиця 5.12):

Таблиця 5.12 – Карта бізнес-процесів

Стадія реалізації стартап проекту	Бізнес-процеси	Характеристики		
		Задіяні ресурси	Орієнтовна тривалість процесу, міс	Верхня межа фінансових витрат, грн
Розробка ідеї стартапу	Стратегічний менеджмент	Матеріальні, людські. (оплата праці розробників)	6	50000
	Технічна підтримка	Матеріальні, людські. (оплата праці працівників технічного забезпечення)		
Реалізація ідеї	Постачання	Матеріальні, людські, натуральні. (постачання сировини, забезпечення електроенергією, газом)	24	100000000
	Виробництво	Матеріальні, людські,		

		натуральні. (витрати та купівлю основних засобів, забезпечення комунікаціями)		
	Збут	Матеріальні, людські, натуральні		
Впровадження у виробництво	бухгалтерський облік	Матеріальні, людські. (оплата праці персоналу)	6	1000000
	Кадрове забезпечення	Людські		
	Інформаційне забезпечення	Матеріальні, натуральні, людські		
Масова реалізація	Постачання	Матеріальні, натуральні, людські. (витрати на транспорт, технічне обслуговування)	12	1000000

Розроблено системний аналіз бізнес-процесів стартапу для оцінки функцій відповідальних за відповідну стадію проекту:

Таблиця 5.13 – Системний аналіз бізнес-процесів

Функції	Елементи						
	Розробник	Спеціаліст технологічного забезпечення	Спеціаліст інформаційного забезпечення	Інженер	Маркетолог	Менеджер з закупівлі та продажу	Логіст
Розробка технології, прорахунок характеристик	+	+		+			
Впровадження у виробництво, автоматизація	+	+	+	+			
Інформаційне забезпечення			+				
Проектування будівель, технологічної лінії	+			+			
Розробка принципів реалізації на ринку					+	+	
Закупівля сировини та постачання продукції						+	+
Пошук клієнтів					+	+	

5.7 Оцінка ризиків та страхування розробки

Для оцінки ймовірних факторів, які можуть слугувати ризиками для проекту складено таблицю та оцінено кожен ризик для запобігання їх виникненню.

Ризики інноваційної розробки, характеристика та оцінка ймовірності їх настання та вплив на очікуваний результат наведені в таблиці 5.14

Таблиця 5.14 – Ризики інноваційної розробки, характеристика та оцінка ймовірності їх настання та вплив на очікуваний результат

№	Ризики інноваційної розробки	Характеристика ризику	Оцінка ймовірності (від 0 до 5 балів)	Вплив на очікуваний результат
1	Ризик нанесення збитків третім особам	виникають при забрудненні оточуючого середовища, та нанесенню моральних та матеріальних збитків особам при здійсненні інноваційної діяльності	2	Малоймовірно для скляної промисловості
2	Ризик пов'язаний з недостатнім рівнем кадрового забезпечення	при застосуванні новітніх розробок, зазвичай необхідно використовувати вміння і знання висококваліфікованими і перспективними кадрами	4	недостатня кількість кваліфікованого персоналу спричинить зменшення якості надання послуг
3	Ризик недобросовісної поведінки	виникає в умов неправомірної, або протиправної дії	4	впливає на можливість збуту

	конкурентів	конкурентів		продукції
4	Ризик виникнення непередбачуваних витрат і зниження доходів	виникає за умов появи непередбачуваних ситуацій, стихійних лих, пожеж тощо	3	вплив на очікуваний результат який неможливо передбачити
5	Ризик відтоку конфіденційної інформації	виникає внаслідок нечесної діяльності конкурентів	4	заволодіння конкурентами технологією виробництва призведе до збільшення прямої конкуренції
6	Ризик посилення конкуренції	виникають в тому випадку коли конкуренти також не бажають віддавати ринок і починають проводити заходи щодо підвищення власної конкурентоспроможності	1	мінімальний вплив на очікуваний результат
7	Виробничо-технологічний ризик (аварії на виробництві та поломки обладнання)	ця група ризиків є особливою, через свою непередбачуваність і настання таких ризиків може призвести до додаткових витрат, призупинення впровадження продукту у виробництво тощо	5	настання таких ризиків може призвести до додаткових витрат, призупинення впровадження продукту у виробництво тощо
8	Ризик коливання ринкової кон'юнктури, цін	ці ризики пов'язані зі зміною цін на ресурси як на зовнішньому так і	5	вплив на очікуваний результат який неможливо

	та валютних курсів	на внутрішньому ринках		передбачити
9	Ризик пов'язаний з нестабільністю економічного законодавства та економічної ситуації в країні	зовнішні фактори значним чином впливають на діяльність підприємства, саме тому реформування економіки, внесення змін до законодавства тощо можуть призвести до негативних наслідків	4	негативний вплив на результат який неможливо передбачити
10	Ризик пов'язаний з зовнішньоекономічною діяльністю	виникають тоді коли на вітчизняному ринку неможливо реалізувати інноваційний продукт і в результаті підприємство вимушене вийти за межі національного ринку де також можливі різноманітні ризики	1	мінімальний вплив на очікуваний результат
11	Ризики пов'язані з невиконанням контрагентів своїх обов'язків	виникають в тому випадку коли відбувається зрив поставок, затримка їх у часі, відмова постачальника від надання необхідних ресурсів та ін.	4	зменшення або припинення діяльності підприємства, пошук нових постачальників можливо навіть закордонних
12	Ризик застосування інноваційного	при впровадженні інноваційного проекту може бути необхідним	1	мінімальний вплив

	методу управління	застосування інноваційного методу управління підприємством або інноваційним проектом.		
13	Ризик пов'язаний з забезпеченням прав власності на інноваційну розробку	виникають за умов незабезпеченості патентами технічних і маркетингових рішень, можливості опротестування патентів	4	значний вплив на результат
14	Ризики невиконання господарського договору	виникає за умов: - відмови партнерів заключати договір після переговорів; - заключення договору на умовах неприйнятних для підприємства	4	значний вплив на результат
15	Маркетингові ризики при реалізації інноваційного проекту	першочергово обумовлені специфічними технічними рисами продукту і виникають за умови: -помилкового вибору стратегії продажу; -помилковий вибір цільового сегменту ринку; - неефективна стратегія в сфері реклами;	4	значний вплив на результат

16	Ризик недостатнього забезпечення інноваційного проекту фінансуванням	будь-який інноваційний проект зазвичай потребує значних фінансових вливань	4	підприємству необхідно або використати власні ресурси або, якщо власних недостатньо, залучити інвесторів, і саме через ризиковість проекту інвестори можуть не сприйняти ризик і не фінансувати проект
17	Ризик помилкового вибору інноваційного проекту	виникає у випадку неточної або помилкової оцінки фінансового і економічного потенціалу підприємства	1	Мінімальний вплив

Страховання інновацій слід розділяти за напрямками забезпечення страхового захисту суб'єктів інноваційної сфери. В результаті цього відповідальність страховика в страховому полі різна. Доречно звернути увагу на етапи реалізації та впровадження нововведення в матеріальному виробництві, яким притаманні дані ризику:

- втрата, пошкодження зразків, одиничних екземплярів;
- порушення прав власності (піратське копіювання);
- неможливість освоїти виробництво нової продукції в умовах конкретного підприємства, що вимагає додаткових витрат з відшкодуванням відповідних збитків.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5

Розроблено стартап-проект та представлено резюме проекту. Стартап-проект включає аналіз зовнішнього та внутрішнього середовищ, визначення ключових факторів успіху, оцінку бази потенційних споживачів, розраховано ціну інноваційної пропозиції на ринку та техніко-економічні показники, описана концепція бізнес-моделі проекту та карта бізнес-процесів реалізації проекту, проведена оцінка ризиків та страхування розробки. Рентабельність проекту складає 21.5 %, термін повернення капіталовкладень - 7.3 роки.

ВИСНОВКИ

В процесі виконання даної магістерської дисертації було розроблено виробництво енергозберігаючого листового скла по методу флоат з загальною продуктивністю 5 млн. м²/рік. Було використано ванну скловарну піч безперервної дії з поперечним напрямом полум'я. Процес формування листового скла полягає у введенні розплавленої скломаси у ванну з розплавом олова. Енергозберігаючі властивості надає покриття SnO₂, нанесене піролітичним методом. Після завершення формування скло потрапляє у піч відпалу, яка дозволяє видалити внутрішні напруження у склі.

Перевагами енергозберігаючого К-скла є: високі теплоізолюючі властивості ($K = 1,9-1,6$); відмінна здатність пропускання сонячної теплової енергії, абразивна стійкість, простота в обробці.

Потужність розробленої печі складає 200 т/добу. В результаті розрахунку варильна частина печі становить 111 м². Для забезпечення максимальної ефективності та довговічності роботи установки були використані відповідні вогнетриви.

Камера для піролітичного нанесення покриття автоматизована з метою зниження впливу людського фактора.

Піч відпалу може забезпечити швидкість руху стрічки скла до 1000 м/год, що значно пришвидшує темпи виробництва і не має негативного впливу на якість скла. Розраховані протяжності зон відпалу для максимального зниження впливу внутрішніх напружень.

Проект був розроблений з використанням сучасного устаткування, а також відповідно до норм техніки безпеки, охорони праці та навколишнього середовища.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналіз ринку флоат-скла України [електронний ресурс]- 2018-66с.
2. Float Glass. R.V. Kumar, J. Buckett, in Reference Module in Materials Science and Materials Engineering, 2017.
3. Інноваційні технології у виробництві спеціального та побутового скла [електронний ресурс]: підручник для студ. спеціальності 161 "Хімічні технології та інженерія", спеціалізація "Хімічні технології неорганічних керамічних матеріалів" / М.М. Племянніков, А.П. Яценко, І.В. Пилипенко, Б.Ю. Корнілович, КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. - 298с.
4. BS EN 572-1:2012 Glass in building - Basic soda lime silicate glass products. Definitions and general physical and mechanical properties.
5. Pulker H.K. Coatings on Glass/ 2nd Edition. - Elsevier Science. - 1999. - 466 p.
6. СТБ 2416-2015 Стекло в строительстве. Основные изделия из натрий-кальций-силикатного стекла. Часть1. Термины и определения, общие физические и механические характеристики.
7. Large scale F-doped SnO₂ coating on glass by spray pyrolysis
S.Aukkaravittayapuna, N.Wongtida, T.KasecwatanaS., Charojrochkula, K.Unnanona, P.Chindaudom, 117-120 p, 2006
8. Preparation and Characterization of SnO₂ Thin Film Coating using rf-Plasma Enhanced Reactive Thermal Evaporation, Punit Patelaf, Ayyan Karmakara, Chetan Jariwalab, Jayesh P.Rupareliaa, 473-479, 2013.
9. Transparent SnO₂ QDs-based multifunctional glass for ultraviolet-blocking and enhanced hydrophobicity, Shendong Zhuang, Xiaoyong XuJianyu, Yu Bing Feng, Wei Xu, Jingguo Hu, 291-294, 2014
- 10.ГОСТ 6912.1-93 Глинозем. Технические условия.
- 11.ТУ.У В.2.7-14.1-31261769-002:2011 Вапняки. Технічні умови.
- 12.ГОСТ 23671-79 Известняк кусковой для стекольной промышленности. Технические условия.
- 13.ТУ У 14.1.-31261769-001:2010 Доломіти. Технічні умови.

14. ГОСТ 23672-79 Доломит для стекольной промышленности. Технические условия.
15. ГОСТ 5100-85 Сода кальцинированная техническая. Технические условия.
16. ГОСТ 10298-79. Селен технический. Технические условия.
17. ГОСТ 18671-73. Кобальта окись. Технические условия.
18. ДСТУ 3165–95 Виробництво скла. Сировина. Терміни та визначення. [Текст]. – Чинний від 1995–02–01.
19. Гуляян Ю.А. – Технология стекла и стеклоизделий: учебник для средних специальных учебных заведений, систем профессионально-технического и производственного обучения – Владимир: Транзит-Икс, 2003. – 480с, ил.
20. Повышение качества вырабатываемого закаленного стекла на действующей технологической линии, Стекло и керамика, 2010, № 5.- С. 18-21 Макаров, Р. И., Суворов, Е. В.
21. Шаеффер Н.А. Технология стекла (перевод с немецкого) – Кишинев, «СТІ-Print», 1998 г. – 280 с.
22. ГОСТ 3826-82. Сітки дротяні ткані з квадратними осередками. Технічні умови.
23. ГОСТ 111-2014 Стекло листовое бесцветное. Технические условия
24. Повышение качества листового стекла на основе статистического анализа мониторинга процесса его производства, Стекло и керамика, 2014, № 10. - с. 13-15 Макаров, Р. И.
25. Лукінюк М. В. Технологічні вимірювання та прилади [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 436 с. : іл. – Бібліогр.: с. 427–428. – 200 пр. – ISBN 978-966-622-247-6.
26. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-інтегр. технології» / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 236 с. : іл. – Бібліогр.: с. 230–231. – 200 пр. – ISBN 978-966-622-287-2.
27. Лукінюк М. В. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: У 2 кн. Кн. 1. Методи та технічні засоби автоматичного контролю хіміко-

- технологічних процесів [Текст]: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за на-прямом підготов-ки: «Хімічна технологія та інженерія» / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 336 с. : іл. – Біблігр.: с. 328–330. – 300 пр. – ISBN 978-966-622-520-0. – ISBN 978-966-622-530-9 (Кн. 1).
28. Лукінюк М. В. Контроль і керування хіміко-технологічними процесами: У 2 кн. Кн. 2. Керування хіміко-технологічними процесами [Текст]: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом: «Хімічна технологія та інженерія» / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 336 с. : іл. – Біблігр.: с. 331–332. – 300 пр. – ISBN 978-966-622-520-0. – ISBN 978-966-622-531-6 (Кн. 2).
29. Бабіченко А. К. Промислові засоби автоматизації [Текст]: навч. посіб.: У 2 ч. / А. К. Ба-біченко, В. І. Го-шинський, В. С. Михайлов та ін. ; за заг. ред. А. К. Бабіченка. – Харків: НТУ «ХПІ», 2003. – Ч. 1. Вимірювальні пристрої. – 470 с. : іл. – Бібліогр.: с. 467. – 500 пр. – ISBN 966-593-232-2.
30. Бабіченко А. К. Промислові засоби автоматизації [Текст]: навч. посіб.: У 2 ч. / А. К. Ба-біченко, В. І. Го-шинський, В. С. Михайлов та ін. ; За заг. ред. А. К. Бабіченка. – Харків: НТУ «ХПІ», 2003 р. – Ч. 2. Регулювальні і виконавчі пристрої. – 658 с. : іл. – Бібліогр.: с. 644–645. – 500 пр. – ISBN 966-593-292-6.
31. Метод, вказівки до викон. розділу «Охорона праці» в дипломних проектах і роботах бакалаврів хіміко-технологічного і біотехнології та біотехніки ф-тів / Уклад.: А.Т. Орленко, Н.А. Праховнік, Ю.О. Полукаров - К.: НТУУ «КПІ», 2011. - 33 с.
32. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
33. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безпеки труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
34. ДБН В.2.5-28:2016 Природне і штучне освітлення.
35. ГОСТ Р 8.665-2009 Государственная система обеспечения единства измерений. Люксметры и яркомеры фотоэлектрические.
36. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.

- 37.ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда.
Электробезопасность.
- 38.СН 305-77. Строительные нормы. Инструкция по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений.
- 39.Гринчуцький В. І., Карапетян Е. Т., Погріщук Б. В. Економіка підприємства: Навчальний посібник. – К.: Центр учбової літератури, 2010.
– 304 с.

ДОДАТКИ

Додаток А

Договір на виконання НДР

Договір № _____

на виконання науково-дослідних робіт

м. Київ " ____ " _____ 201_ року

Центр адаптації державної служби до стандартів Європейського Союзу в особі _____, діючого на підставі Положення про Центр адаптації державної служби до стандартів Європейського Союзу, далі - Замовник, та _____ в особі _____, діючого на підставі _____, далі - Виконавець, далі разом - Сторони, а кожна окремо - Сторона, уклали договір про наступне.

1. Предмет Договору

1.1. Замовник доручає, а Виконавець бере на себе зобов'язання з виконання науково-дослідної роботи на тему " _____ ", а Замовник зобов'язується прийняти виконану роботу та оплатити її.

1.2. Наукові, економічні та інші вимоги до науково-дослідної продукції, яка є результатом виконання предмета цього Договору, викладені у Технічному завданні на науково-дослідну роботу (додаток 1), що є невід'ємною частиною цього Договору.

1.3. Зміст та терміни виконання етапів роботи визначаються Календарним планом виконання науково-дослідної роботи (додаток 2), що є невід'ємною частиною цього Договору.

1.4. Використання результатів науково-дослідної роботи Виконавцем може проводитись лише за письмовим погодженням Замовника.

2. Ціна Договору та порядок розрахунків

2.1. Ціна Договору, відповідно до Протоколу погодження ціни виконання науково-дослідної роботи (додаток 4), становить _____ (число)

_____ (прописом). Операція звільнена від оподаткування відповідно до підпункту 5.1.22 пункту 5.1 статті 5 Закону України "Про податок на додану вартість".

2.2. Планова калькуляція кошторисної вартості виконання науково-дослідної роботи та розрахунок витрат за статтями наведено у додатках _____ до цього Договору, які є невід'ємною частиною цього Договору.

2.3. Джерело фінансування – Власні кошти підприємства.

3. Порядок здавання та приймання робіт

3.1. Перелік наукової та іншої документації, що підлягає оформленню та здаванню Виконавцем Замовнику на окремих етапах виконання та після закінчення виконання робіт, визначаються Технічним завданням, Календарним планом виконання науково-дослідної роботи та ДСТУ 3008-95.

3.2. Передача оформленої у встановленому порядку документації як за окремими етапами Договору так і по роботі в цілому здійснюється за супроводжувальними документами Виконавця.

3.3. По завершенню виконання робіт по етапу Виконавець не пізніше, ніж через 3 робочих дні надає Замовнику акт здавання-приймання виконаних робіт за відповідним етапом робіт, з додатком до нього:

3.3.1. проміжний звіт про виконання відповідного етапу робіт;

3.3.2. звіт про виконання кошторису фактичних витрат за етапом з розписом по статтям витрат та пояснювальною запискою;

3.3.3. затвержені Виконавцем акти на списання придбаних та використаних матеріалів за відповідним етапом робіт.

3.4. По завершенні робіт Виконавець не пізніше, ніж через 5 робочих днів надає Замовнику акт здавання-приймання науково-дослідної роботи, додавши до нього:

3.4.1. акт здавання-приймання науково-дослідної продукції;

3.4.2. науковий звіт;

3.4.3. звіт про виконання кошторису фактичних витрат за етапами з розписом по статтям витрат та пояснювальну записку;

3.4.4. перелік науково-дослідної продукції, що передається Замовнику за результатами роботи.

3.5. Замовник протягом 5 днів з дня одержання відповідних Актів та документів, зазначених у п.п.

3.6. У випадку мотивованої відмови Замовника, Сторонами складається двосторонній акт, в якому обґрунтовуються причини неприйняття робіт та (по можливості) із переліком необхідних доробок та термінів їх виконання.

3.7. Якщо в процесі виконання роботи з'ясується недоцільність подальшого її проведення у відповідності до вимог Технічного завдання та Календарного плану, Виконавець повинен за вимогою Замовника припинити виконання робіт за Договором, повідомивши про це Замовника у триденний термін після припинення роботи. Після припинення виконання робіт Сторони повинні протягом 3 календарних днів розглянути питання про порядок проведення остаточного розрахунку та оплати Замовником фактично виконаних Виконавцем робіт на момент припинення виконання робіт. Відповідне рішення оформлюється протоколом Сторін.

4. Відповідальність Сторін

4.1. У разі порушення строків, визначених у Календарному плані, Виконавець за вимогою Замовника сплачує пеню у розмірі ставки Національного банку України від _____ за кожен день прострочення, але не більше 5 % суми перерахованих коштів.

4.2. Виконавець несе відповідальність за:

4.2.1 відповідність науково-дослідної продукції в цілому за своїми науковими і технічними параметрами вимогам Технічного завдання на науково-дослідну роботу;

4.3. Виконавець не має права змінювати розподіл коштів між статтями витрат Планової калькуляції кошторисної вартості витрат у межах узгодженої планової калькуляції без письмової згоди Замовника.

4.4. Виконавець зобов'язаний своїми засобами і за свій рахунок у погодженні із Замовником строки ліквідувати зазначені в відповідних Актах недоліки і дефекти, які були допущені з його вини.

4.5. У разі невиконання робіт за цим Договором з вини Виконавця останній повертає Замовнику всі раніше сплачені кошти з виплатою відсотків в розмірі діючої на той час ставки рефінансування НБУ.

4.6. Замовник має право в односторонньому порядку розірвати Договір за умови порушення норм, викладених у п. ____, в порядку визначеному цим Договором (зокрема, п. _____), якщо у зазначені Замовником строки

Виконавцем не були ліквідовані недоліки та дефекти, які були допущені з його вини в процесі виконання робіт за даним Договором.

ЗАМОВНИК

Посада

_____ 200_ р.

М. П.

ВИКОНАВЕЦЬ

Посада

_____ 200_ р.

М. П.

Додаток Б

Анкета-опитування для споживачів щодо визначення їх бачення до можливості використання скла з енергозберігаючим покриттям вітчизняного виробництва

Правила заповнення анкети:

- 1) Учасник опитування після обрання того чи іншого варіанту відповіді на питання робить позначку навпроти нього;
- 2) Якщо учасник опитування має власну відповідь на питання, він формулює її письмово у графі «Інша відповідь».

Будь-ласка, зверніть увагу на те, що всі пункти анкети обов'язкові для заповнення.

1. Скільки років ви працюєте в сфері будівництва?
до 5 років - 5-10 років -
10-15 років - більше 15 років -
2. Ваша стать?
жіноча - чоловіча -
3. Доходи вашого підприємства (за рік)?
до 5 млн грн - 5-10 млн грн -
більше 10 млн грн -
4. Вкажіть Ваш сімейний стан:
Одружений(-а) - Не одружений(-а) -
5. Чи працює ваше підприємство з іноземними постачальниками?
так - ні -
6. Вкажіть місце знаходження підприємства?

7. Чи знаєте Ви, що таке енергозберігаюче
так - ні -

скло?

8. Які види енергозберігаючих покриття
Вам відомі?

9. Чи мали Ви необхідність
використовувати енергозберігаюче
покриття для скла при виробництві?

так - ні -

10. Які властивості енергозберігаючого
покриття для Вас важливі? (позначити
цифрами від 1 до 5, де 1-найважливіша)

екологічність

абразивна стійкість - ціна -

теплоізолюючі властивості -

прозорість скла після нанесення покриття

11. Чи знаєте Ви, що таке метод
піролітичного нанесення покриття?

так - ні -

12. Як Ви ставитесь до вітчизняних
виробників?

13. Чи зацікавилися Ви можливістю
такого енергозбереження?

так - ні -

14. Які труднощі виникають при
реалізації поставок з-за кордону?

вчасність поставки

умови оплати -

термін виготовлення та поставки -

ціна продукції/роботи -

інше -

Інше:

15. Чи розповісте Ви про цю можливість підприємствам-партнерам?

так - ні -

Колектив групи розробників стартап-проекту вдячний Вам за відверті відповіді та витрачений Вами час!

Додаток В
Паспорт клієнта «Епіцентр К»

I. Загальна інформація про клієнта		
1	Повне найменування та скорочене найменування	Національна мережа будівельно-господарських гіпермаркетів «Епіцентр К»
2	Організаційно-правова форма	Товариство з обмеженою відповідальністю
3	Форма власності	Приватна компанія
4	Код за ЄДРПОУ	32490244
5	Місцезнаходження згідно з реєстраційними документами	02139, м. Київ, вул. Братиславська,11
II. Основні відомості про клієнта		
6	Галузь діяльності	Оптово-роздрібна торгівля
7	Рівень спеціалізації	Багатопрфільне
8	Потужність	Велике
9	Ресурси, що споживаються	Матеріаломістке, капіталомістке
10	Сфера діяльності	Комерційне, посередницьке
11	Рівень технологічної цілісності	Провідне
12	Організація процесів	Безперервне
13	Робота протягом року	Позасезонне
14	Доля іноземного капіталу	Більше 10%
15	Формування статутного капіталу	Корпоративне
16	Засновано	2003 рік
17	Засновник	Герєга Олександр Володимирович
18	Штаб-квартира	Київ
19	Територія діяльності	Україна
20	Ключові особи	Генеральний директор: Петро Михайлишин Фінансовий директор: Герєга Галина Федорівна
21	Власники	Герєга Олександр (81,1%) Герєга Галина (18,7%) Суржик Тетяна (0,055%)
22	Продукція	Будівельні товари та матеріали
23	Виторг	28 147 млрд грн (2016)
24	Операційний прибуток ЕВІТ	3 200 млрд грн (2016)
25	Чистий прибуток	2 434 млрд грн (2016)

26	Чисельність співробітників	20 931
27	Холдингова компанія	Емак S.p.A.
28	Дочірні компанії	18 підприємств
29	Асоціації	Європейська асоціація роздрібної торгівлі системи DIY
30	Володіння	Мережа «Епіцентр» Мережа «Нова лінія» Логістичний комплекс «Калинівка» Холдинг «Вінницька агро-промислова група» Онлайн магазин 27.ua
31	Мережа магазинів	46 гіпермаркетів
32	Сайт	Epicentrk.ua
33	Контактні дані	Центральний відділ: +38 (044) 886 3431 (факс) +38 (044) 886 34 53

Додаток Г

Розрахунок складу шихти для скла у програмному забезпеченні «Microsoft Excel 2007»

Матриця коефіцієнтів										
	Пісок	Сода	Вапняк	Доломіт	Глинозем	Стовпчик вільних членів				
SiO ₂	0,995	0,000	0,000	0,025	0,000	71,6				
Na ₂ O	0,000	0,579	0,000	0,000	0,003	15,1				
CaO	0,002	0,000	0,540	0,299	0,000	7,8				
MgO	0,000	0,000	0,010	0,203	0,000	4				
Al ₂ O ₃	0,000	0,000	0,002	0,002	0,995	1,5				
	0,06124	Визначник матриці								
	Обратная матрица					Стовпчик невідомих значень (рішення)				
	1,005	0,000	0,002	-0,128	0,000	71,447				
	0,000	1,727	0,000	0,000	-0,005	26,069				
	-0,003	0,000	1,904	-2,799	0,000	3,461				
	-0,002	0,000	-0,094	5,057	0,000	19,365				
	0,000	0,000	-0,004	-0,003	1,005	1,469				

Додаток Д

Таблиця Д.1

Розрахунок кількості склоутворюючих оксидів та виходу продуктів дегазації на 100 кг шихти

Компонент шихти	Кількість на 100 кг скла	Кількість на 100 кг шихти	Кількість оксидів, що переходять у матрицю скла в %мас.							
			Основні оксиди					Побічні оксиди		Σ
			SiO ₂	Na ₂ O	CaO	MgO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	
Пісок	71,45	57,09	56,82	0	0,11	0,02	0	0,022	0	56,98
Сода	26,07	20,83	0	12,06	0	0	0	0	0	12,06
Вапняк	3,46	2,77	0	0	1,49	0,03	0,01	0	0	1,53
Доломіт	19,36	15,47	0,39	0	4,62	3,15	0,02	0,011	0	8,20
Глинозем	1,47	1,17	0,00	0	0	0	1,17	0	0	1,17
Баланс оксидів			57,21	12,07	6,23	3,20	1,20	0,036	0	79,94
Заданий склад (на 100 в. ч. скла)			71,60	15,10	7,80	4,00	1,50	0,10	0	100
Розрахунковий склад			71,57	15,09	7,80	4,00	1,50	0,05	0	100
Розбіжність			-0,03	-0,01	0,00	0,00	0,00	-0,05	0	

Розрахунок кількості склаутворюючих оксидів та виходу продуктів дегазації на 100 кг шихти

Компонент шихти	Кількість на 100 кг скла	Кількість на 100 кг шихти	Кількість продуктів дегазації		
			CO ₂	H ₂ O	Σ
Пісок	71,45	57,09	0,11		0,11
Сода	26,07	20,83	8,77		8,77
Вапняк	3,46	2,77	1,24		1,24
Доломіт	19,36	15,47	7,28		7,28
Глинозем	1,47	1,17		0,00	0,00
Волога шихти				2,00	2,00
Всього в кг на 100 кг шихти			17,39	2,00	19,39
Всього в м ³ на 100 кг шихти			8,80	2,49	11,28
% за масою			89,68	10,32	100,00
% за об'ємом			77,95	22,05	100,00

Додаток Ж

Таблиця Ж.1

Специфікація устаткування, виробів та матеріалів

Позиція на схемі	Назва параметра	Середовище, місце відбору інформації	Граничне значення параметра	Місце монтажу	Назва та характеристика	Тип моделі	Кільк., шт	Виробник, поста-чальник
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1-1, 4-1	Температура	Середовище печі	1600 °С	Бокові стінки камери	Вольфрам-ренієва термопара (поз: 95 % W + 5 %; негативн.: 80 % W + 20 % Re). Діапазон використання: 0 - +2200 °С. Короткочасно використовувати до +2500 °С	ТВР-1	2	м. Київ, вул. М. Раскової 15, КСК Автоматизація

1-2, 4-2	Темпера- тура	-	-	За місцем	Вимірювальний прилад вольфрам-ренієвої термопари	ИП-6- ТК	2	м. Київ, вул. М. Раскової 15, КСК Автоматизація
1-3, 4-3	Темпера- тура	-	-	На щиті керування	Електронний прилад показувальний, реєструвальний, сигналізувальний, кольоровий дисплей 5	LOGOS CR ENN-3	2	м. Київ, вул. М. Раскової 15, КСК Автоматизація
1-4, 4-4	Темпера- тура	-	-	На щиті керування	Електронний пропорційно- інтегральний регулятор типу JUMO	TRON 08	2	м. Київ, вул. М. Раскової 15, КСК Автоматизація
2-1, 5-1	Витрата газу	Трубопро- від подачі газу	2 м ³ /сек	За місцем	Коріолісовий витратомір	Метран- 360	2	м. Львів, вул. Залізняка, 17 ВАТ НВФ «Дока»

2-2, 5-2	Витрата газу	-	-	За місцем	Вимірювальний прилад коріолісового витратоміра	SITRAN S F US Clamp- on	2	м. Київ, вул. М. Раскової 15, КСК Автоматизація
2-3, 5-3	Витрата газу	-	-	На щиті керування	Електронний прилад показувальний, реєструвальний, сигналізувальний, кольоровий дисплей 5	LOGOS CR ENN-3	2	м. Київ, вул. М. Раскової 15, КСК Автоматизація
2-4, 5-4	Витрата газу	-	-	На щиті керування	Електронний пропорційно- інтегральний регулятор типу JUMO	TRON 08	2	м. Київ, вул. М. Раскової 15, КСК Автоматизація
2-5, 5-5	Витрата газу	-	-	За місцем	Регулювальний клапан з позиціонером	SAM- SON PIC – P95	2	м. Київ, вул. М. Раскової 15, КСК Автомати-зація

7-1, 9-1	Витрата $\text{SnCl}_3\text{C}_4\text{H}_9$	Трубопро -від подачі газу	2 м ³ /сек	За місцем	Коріолісовий витратомір	Метран- 360	2	м. Львів, вул. Залізняка, 17 ВАТ НВФ «Дока»
7-2, 9-2	Витрата $\text{SnCl}_3\text{C}_4\text{H}_9$	-	-	За місцем	Вимірювальний прилад коріолісового витратоміра	SITRAN S F US Clamp- on	2	м. Київ, вул. М. Раскової 15, КСК Автоматизація
7-3, 9-3	Витрата $\text{SnCl}_3\text{C}_4\text{H}_9$	-	-	На щиті керування	Електронний прилад показувальний, реєструвальний, сигналізувальний, кольоровий дисплей 5	LOGOS CR ENN-3	2	м. Київ, вул. М. Раскової 15, КСК Автоматизація
7-4, 9-4	Витрата $\text{SnCl}_3\text{C}_4\text{H}_9$	-	-	На щиті керування	Електронний пропорційно- інтегральний регулятор типу JUMO	TRON 08	2	м. Київ, вул. М. Раскової 15, КСК Автоматизація

7-5, 9-5	Витрата $\text{SnCl}_3\text{C}_4\text{H}_9$	-	-	За місцем	Регулювальний клапан з позиціонером	SAM- SON PIC – P95	2	м. Київ, вул. М. Раскової 15, КСК Автоматизація
11-1	Швидкість обертання	Зовнішня сторона	$4 \pm 0,1$ об/хв	За місцем	Первинний перетворювач електронного дистанційного тахометра	K-1803	11	м. Київ, вул. М. Раскової 15, КСК Автоматизація
11-2	Швидкість обертання	-	-	За місцем	Вторинний перетворювач електронного дистанційного тахометра	K-1804	11	м. Київ, вул. М. Раскової 15, КСК Автомати-зація
11-3	Швидкість обертання	-	-	На щиті керування	Електронний прилад показуючий, реєструючий, кольоровий дисплей	LOGOS CR	11	м. Київ, вул. М. Раскової 15, КСК Автомати-зація
11-4	Швидкість обертання	-	-	На щиті керування	Електронний пропорційно- інтегральний регулятор типу JUMO	TRON 08	11	м. Київ, вул. М. Раскової 15, КСК Автомати-зація

МП1	Увімкнення/ Вимкнення живлення 380В електромотору М1	-	380В 10кВт	На щиті керування	Магнітний пускач нереверсивний захищеного типу, роб. струм до 23 А., допустима потужність електромотору 10 кВт при живленні 380 В, з тепловим реле ТРН-8	ПМЕ- 222	6	м. Київ, вул. Магніто- горська 1А, ТехноТОН
SB1, SB2	Увімкнення/ Вимкнення живлення електромотору М1	-	-	На щиті керування	Кнопка керування виду АСКО, зелена «Старт» з зеленим підсвічуванням/ червона «Стоп» з червоним підсвічуванням	XB2- BA31	32	м. Київ, вул. Магніто- горська 1А, ТехноТОН
HL1, HL2	-	-	-	На щиті керування	Лампа сигнальна світлодіодна зелена «Старт»/червона «Стоп» індикатором Uжив = 220 В, 50/60 Гц, d = 27 мм, сила світла 20 мКд	СКЛ-11- Ж-2-220	32	ВАТ «Кашинський завод електро- апаратури», м.Москва

