

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

Інженерно-хімічний факультет  
Кафедра хімічного полімерного і силікатного машинобудування

«На правах рукопису»  
УДК \_\_\_\_\_

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ О.Л. Сокольський  
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

**Магістерська дисертація**

**на здобуття ступеня магістра**

**за освітньо-професійною програмою «Інжиніринг та комп'ютерно-інтегровані технології проектування інноваційного галузевого обладнання»**

**зі спеціальності 133 «Галузеве машинобудування»**

**на тему: «Лінія для виробництва плитки з модернізацією преса»**

Виконав:

студент 6 курсу, групи ЛП-21МП  
Пилипенко Вадим Миколайович \_\_\_\_\_

Науковий керівник:

Асистент, PhD

Витвицький Віктор Миронович \_\_\_\_\_

Консультант з «Монтаж і експлуатація обладнання»

ст. викл. Борщик Сергій Олександрович \_\_\_\_\_

Консультант з «Модернізація»:

д.т.н., проф. Щербина Валерій Юрійович \_\_\_\_\_

Консультант з «Автоматизації»

ст. викл. Жураковський Ярослав Юрійович \_\_\_\_\_

Рецензент:

Посада, науковий ступінь, вчене звання,

Прізвище, ім'я, по батькові \_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цій магістерській  
дисертації немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідних посилань.  
Студент \_\_\_\_\_

Київ – 2024 року

**Національний технічний університет України**  
**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**  
**ІНЖЕНЕРНО - ХІМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**  
**Кафедра хімічного, полімерного і силікатного машинобудування**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність – 133 «Галузеве машинобудування»

Освітньо-професійна програма «Інжиніринг та комп'ютерно-інтегровані технології проектування інноваційного галузевого обладнання»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ Сокольський О.Л.

«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**ЗАВДАННЯ**  
**на магістерську дисертацію студенту**  
**Пилипенку Вадиму Миколайовичу**

1. Тема дисертації «Лінія для виробництва плитки з модернізацією преса», науковий керівник дисертації Витвицький Віктор Миронович асистент, PhD; затверджені наказом по університету від «01»11\_\_\_\_\_ 2023 р. №5098
2. Термін подання студентом дисертації 18.01.2024
3. Об'єкт дослідження: Гідравлічний прес для виготовлення керамічних плит
4. Предмет дослідження: Камера гідравлічного пресу
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: пояснювальна записка, яка включає в себе: вступ, призначення та галузь застосування гідравлічного пресу, літературно – патентний огляд варіантів модернізації гідравлічного пресу, обґрунтування вибору варіантів модернізації гідравлічного пресу, розрахунки які підтверджують працездатність гідравлічного пресу, доцільність розробки та використання гідравлічного пресу, модернізація прес форми гідравлічного пресу.
6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу : технологічна лінія виготовлення керамічних плит (формат А1); загальний вигляд машини (формат А1); базовий прес (формат А1); модернізований прес (формат А1); модернізація камери (формат А1); плакат розрахунків (формат А1).
7. Орієнтовний перелік публікацій: теза «Агрегат для виробництва керамічної плитки з модернізацією преса» УДК 691.434

8. Консультанти розділів дисертації

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Монтаж експлуатація обладнання	Борщик С.О., ст.викладач каф. ХПСМ		
Автоматична система керування	Жураковський Я. Ю., ст. викладач каф. ТПЗА		
Загальний	Щербина В.Ю., д.т.н., проф.		
Перевірка	Щербина В.Ю., д.т.н., проф.		

9. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
	Вступ, опис лінії.	06.11 – 16.11.2023	
	Літературно-патентний огляд	17.11 – 26.11.2023	
	Розрахунки	27.11 – 03.12.2023	
	Креслення	04.12 – 10.12.2023	
	Охорона праці	11.12 – 17.12.2023	
	Монтаж та експлуатація	18.12 – 19.12.2023	
	Автоматизація	20.12 – 31.12.2023	
	Модернізація	01.01 – 15.01.2024	

Студент \_\_\_\_\_ Пилипенко В.М.  
(підпис)

Керівник дисертації \_\_\_\_\_ Витвицький В.М.  
(підпис)

## РЕФЕРАТ

Магістерська робота з заголовком «Лінія для виробництва плитки з модернізацією преса» складається з теоретичної частини, графічних матеріалів: 129 сторінок тексту, 43 схем, 25 таблиць, 3 додатків, 16 джерел і 6 креслень. Основним об'єктом дослідження є технологія виготовлення плитки за методом пресування. Робота спрямована на вдосконалення техніки для формування потрібної геометрії під час виробництва плитки.

Мета роботи: створення та розробка гідравлічного преса для формування плитки; проведення модернізації форми для пресу.

Магістерська робота розглядає принципи функціонування та будову гідравлічного пресу, який використовується у технологічній лінії для виробництва керамічних та інших видів плит. Через аналіз технічних параметрів та характеристик роботи пресу, було виконано параметричний та міцнісний розрахунок деталей та агрегатів цього пристрою за допомогою системи ANSYS. Результати розрахунків підтверджують ефективність та доцільність запропонованої модернізації.

Однією з недоліків базової конструкції гідравлічного пресу є обмежені можливості підвищення якості та швидкості виробництва через неякісну прес-форму та її кріплення. Для оновлення конструкції прес-форми був проведений аналіз літературних джерел та патентів, який дозволив запропонувати 2 модифікації. Одна з них включає встановлення додаткових роликів для нижньої частини прес-форми траверси.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** КЕРАМІЧНА ПЛИТКА, ГІДРАВЛІЧНИЙ ПРЕС, СУШІННЯ, ВИПАЛЮВАННЯ, МОДЕРНІЗАЦІЯ

## **THE ABSTRACT**

The master's thesis with the title "Optimization of the line for the production of tiles with an updated press system" consists of a theoretical part, graphic materials: 129 pages of text, 43 diagrams, 25 tables, 3 appendices, 16 sources and 6 drawings. The main object of research is the technology of making tiles using the pressing method. The work is aimed at improving the technique for forming the required geometry during tile production.

The purpose of the work: creation and development in accordance with the technical task of a hydraulic press for forming tiles; modernization of the form for the press.

The master's thesis examines the principles of operation and structure of the hydraulic press, which is used in the technological line for the production of ceramic and other types of plates. Through the analysis of the technical parameters and characteristics of the press, parametric and strength calculation of the parts and aggregates of this device was performed using the ANSYS system. The results of the calculations confirm the effectiveness and feasibility of the proposed modernization.

One of the disadvantages of the basic design of the extruder head is the limited possibilities of increasing the quality and speed of production due to the poor quality of the mold and its fastening. To update the design of the mold, an analysis of literary sources and patents was carried out, which allowed us to propose 2 modifications. One of them includes the installation of additional rollers for the lower part of the traverse mold.

**KEY WORDS: CERAMIC TILE, HYDRAULIC PRESS, DRYING, FIRING, MODERNIZATION**

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	3
1 ОПИС БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ, ЇЇ ОСНОВНИХ ЧАСТИН ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ. ТЕХНОЛОГІЧНА ЛІНІЯ ВИРОБНИЦТВА З ВИКОРИСТАННЯМ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРЕСА.....	5
2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАЗОВОГО ОБЛАДНАННЯ.....	12
3 ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ, ОБГРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПРЕСА.....	13
4 ВИБІР 2-Х МОДЕРНІЗАЦІЙ (ОСНОВНА І ДОПОМІЖНА).....	18
5 РОЗРАХУНКИ ЯКІ ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ МАШИНИ.....	24
5.1 ПАРАМЕТРИЧНІ РОЗРАХУНКИ.....	24
5.2 РОЗРАХУНКИ НА МІЦНІСТЬ.....	30
5.2.1 Розрахунок гідроциліндра.....	30
5.2.2 Розрахунок на міцність поршневого штоку.....	32
5.2.3 Перевірка стійкості штоку.....	36
5.2.4 Розрахунок опори виштовхувача пресу.....	37
6 ДОЦІЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ ТА ВИКОРИСТАННЯ МАШИНИ.....	40
6.1 МОНТАЖ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ.....	40
6.2 АВТОМАТИЗАЦІЯ.....	44
6.2.1 ОПИС АВТОМАТИЧНА СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ.....	44
6.2.2 АНАЛІЗ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРЕСУ ЯК ОБ'ЄКТА КЕРУВАННЯ.....	44
6.2.3 ОПИС РОЗРОБЛЕНОЇ СХЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРЕСУ.....	45
6.2.4 ОПИС СИСТЕМИ СИГНАЛІЗАЦІЇ.....	46
6.3 СТАРТАП ПРОЕКТ.....	50
6.3.1 ОПИС ІДЕЇ СТАРТАП-ПРОЕКТУ.....	50
6.3.2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АУДИТ ПРОЕКТУ.....	52
6.3.3 АНАЛІЗ РИНКОВИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАПУСКУ СТАРТАП-ПРОЕКТУ.....	52
6.3.4 РОЗРОБЛЕННЯ РИНКОВОЇ СТРАТЕГІЇ ПРОЕКТУ.....	55
6.3.5 РОЗРОБЛЕННЯ МАРКЕТИНГОВОЇ ПРОГРАМИ СТАРТАП-ПРОЕКТУ.....	58

<b>ЛП-21мп.186142.01-70ПЗ</b>				
<b>Зм.</b>	<b>Арк.</b>	<b>№ Докум.</b>	<b>Підпис</b>	<b>Дата</b>
Разраб		Пилипенко		
Перевір		Витвицький		
Н. Контр.				
Зате.		Сокольський		
<b>Лінія для виробництва плитки з модернізацією преса</b>			<b>Літ.</b>	<b>Арк.</b>
			1	<b>Аркушів</b>
<b>КПІ ім. Ігоря Сікорського</b>			<b>КПІ ім. Ігоря Сікорського</b>	

	2
6.4 ОХОРОНА ПРАЦІ .....	61
6.4.1 ПОВІТРЯ РОБОЧОЇ ЗОНИ .....	62
6.4.2 НЕБЕЗПЕКА ПОРАЗКИ ЕЛЕКТРИЧНИМ СТРУМОМ.....	63
6.4.3 РОЗРАХУНОК ЗАХИСНОГО ЗАЗЕМЛЕННЯ.....	66
6.4.4 ВИРОБНИЧИЙ ШУМ.....	68
6.4.5 НЕБЕЗПЕКА ВПЛИВУ ЩО РУХАЮТЬСЯ Й ОБЕРТАЮТЬСЯ ЧАСТИН УСТАНОВКИ .....	69
6.4.6 ОСВІТЛЕННЯ .....	69
6.4.7 ПОЖЕЖНА БЕЗПЕКА .....	71
6.4.8 УКАЗІВКИ МІР БЕЗПЕКИ.....	72
<b>7. МОДЕРНІЗАЦІЯ ВУЗЛА УСТАНОВКИ.....</b>	<b>75</b>
7.1 РОЗРОБКА 3D-МОДЕЛІ БАЗОВОЇ І МОДЕРНІЗОВАНОЇ ЧАСТИНИ ВУЗЛА УСТАНОВКИ .....	75
7.2 РОЗРАХУНОК БАЗОВОЇ МОДЕЛІ РОЛИКА .....	78
7.3 РОЗРАХУНОК МОДЕРНІЗОВАНОЇ МОДЕЛІ РОЛИКА.....	82
7.4 ПІДТВЕРДЖЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ МОДЕРНІЗОВАНОГО ВУЗЛА .....	87
<b>ВИСНОВКИ:.....</b>	<b>89</b>
<b>ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....</b>	<b>89</b>
<b>ДОДАТОК Б. ТАБЛИЦЯ РОЗГЛЯНУТИХ ПАТЕНТІВ ТА ЛІТЕРАТУРНИХ ПУБЛІКАЦІЙ .....</b>	<b>98</b>

						Лист
Изм.	Лист	№ документа	Підпись	Дата	<b>ЛП-21мп.186142.01-70ПЗ</b>	

## ВСТУП

В цій роботі буде детально розглянута тема «Лінія для виробництва плитки з модернізацією преса». Цей прес використовується для пресування вогнетривких та термостійких плит. Плити створюються з мулітокремнеземових волокон, які відносяться до алюмосилікатних матеріалів, із застосуванням карусельно-гідравлічного пресу, спроектованого та розробленого науково-дослідним інститутом "Склопластиків і Скловолокна".

Гідравлічний прес розрахований на безперервну цілодобову роботу з періодичними зупинками на планове та капітальне технічне обслуговування.

### **Актуальність теми.**

Основною продукцією є високоефективний теплоізоляційний матеріал, зроблений з керамічного волокна. Вироби на його основі включають вату, рулонний матеріал, волокно та плити на керамічній зв'язці. Крім того, можливе виготовлення виробів за індивідуальними специфікаціями та вимогами клієнтів.

Дані переваги виготовлення плит найшли місце в декількох областях діяльності. Найбільш розповсюджені знайшлися в:

Будівельній промисловості. Забезпечення надійністю, міцністю, стійкістю під впливом високих температур.

Житлово-комунальному господарстві. Керамічними плитами і плитками оснащується більшість покриття осель.

Виходячи з вищезазначеного **актуальність** модернізації та покращення виробництва керамічних плит присутня. Ця робота присвячена розробці та проектуванню модернізації гідравлічного пресу для виготовлення керамічних плит.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Дисертація реалізована відповідно до графіка науково-дослідної роботи відділу хімічного, полімерного та силікатного машинобудування.

**Об'єктом дослідження** є виробництво керамічних плит за допомогою гідравлічного пресу.



**Предметом дослідження** є вдосконалення гідравлічного пресу для виробництва керамічних плит.

**Науково-практичне значення** даної роботи полягає у вдосконаленні конструкції прес форми гідравлічного пресу, що дозволить покращити продуктивність виробництва та міцність плит.

## 1 ОПИС БАЗОВОЇ КОНСТРУКЦІЇ, ЇЇ ОСНОВНИХ ЧАСТИН ТА ПРИНЦИПУ ДІЇ. ТЕХНОЛОГІЧНА ЛІНІЯ ВИРОБНИЦТВА З ВИКОРИСТАННЯМ ГІДРАВЛІЧНОГО ПРЕСА

Гідравлічний прес із чотирма фіксованими позиціями шахт (прес-форм) створений для формування плит для теплоізоляції (див. Рис. 1.1).

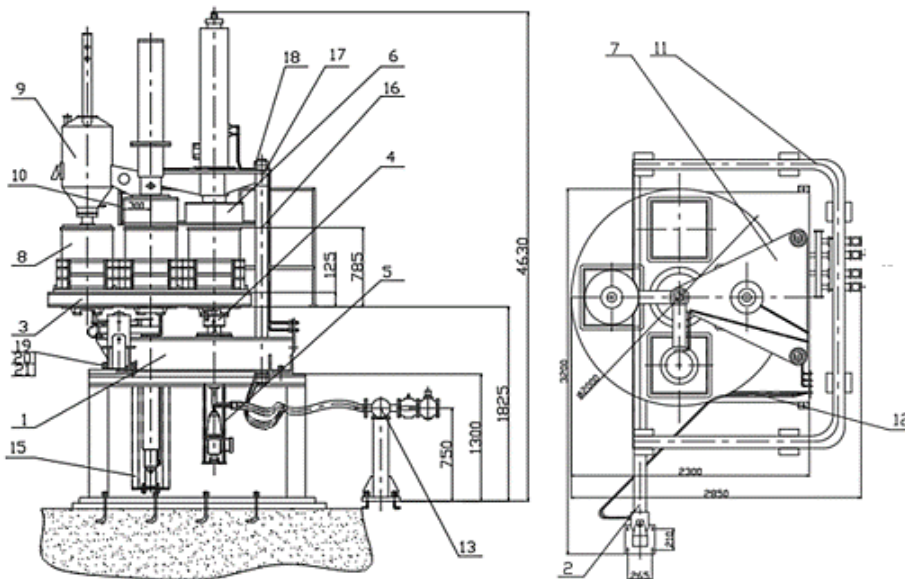


Рис. 1.1 – Гідравлічний прес:

1 – платформа; 2, 3 – стовпи; 4 -карусель; 5 – поворотній механізм; 6 – фіксатори; 7 – траверса; 8 – корпус; 9 – опора; 10 – гідроциліндр; 11 – шток; 12 – пуансон; 13 – змінні шахти; 14 – виштовхувач; 15 – механізм виштовхування; 16 – гідроциліндр; 17 – клапан; 18 – металева сітка; 19 – захисний кожух

Процес роботи преса включає чотири одночасні етапи: наповнення гідромаси в форму преса, стискання, виштовхування та вилучення виготовленого виробу [1.1].

На платформі 1 жорстко закріплені стовпи 2 та 3. Стовп 2 знаходиться в центрі платформи і служить віссю для каруселі 4, яка може обертатися кожні 900 градусів. Карусель закріплена на радіально-упорних шарикових підшипниках на стовпі. Її обертання забезпечується механізмом повороту 5, а фіксується за допомогою фіксаторів 6.

Верхня частина стовпів 2 та 3 з'єднана траверсою 7. На корпусі 8 розміщена опора 9 для гідроциліндра 10. Нижня частина гідроциліндра 10 пов'язана за допомогою штока 11 з пуансоном 12. Пуансон 12 має полость, яка з'єднана шлангом з вакуумною системою відкачки рідкої фази.

На каруселі 4 встановлені чотири прес-форми під кутом 90 градусів встановлюються змінні шахти 13 прес форми. Кожна прес-форма оснащена рухомим виштовхувачем 14 і ущільненнями.

Механізм виштовхування 15 включає гідроциліндр 16 і фіксуючий пристрій 6, який забезпечує з'єднання гідроциліндра і виштовхувача без відхилень. Полость виштовхувача 14 прес-форми пов'язана з вакуумною системою відкачки через спеціальний клапан 17 у нижній частині виштовхувача. Цей клапан автоматично або вручну відкривається в положенні "пресування", що з'єднує полость виштовхувача з вакуумною системою відкачки.

Системи та механізми, які починають, закінчують та контролюють процес вакуумування, можуть бути управляні вручну або переведені в автоматичний режим (технічні характеристики представлені в таблиці 1.1).

Для досягнення потрібної швидкості переміщення пуансона на штоку пресу використовується копір, який кінематично пов'язаний з дроселем управління мастилом в гідроциліндрі пресування. Залежно від кута нахилу копіра, швидкість руху штока гідроциліндра змінюється.

Система автоматизації та блокування гарантує послідовність операцій, що усуває можливість виникнення неполадок. Поворот каруселі з фіксованого положення стартує тільки при верхньому крайньому положенні пуансона у відключеному стані            подачі            мастила            у            гідроциліндр,

вимкненій подачі рідини з відкачувача, від дна прес-форми і при нижньому крайньому положенні виштовхувача, вимикаючи їх роботу.

Колони 2 і 3, траверса 5, гідроциліндр 10 та пуансон 12 закриті металевою сіткою огорожі 18.

Для забезпечення безпеки оператора навколо каруселі з шахтами встановлюється захисний кожух 19. Також передбачена звукова сигналізація і зупинка роботи механізмів у разі перебування обслуговуючого персоналу в небезпечній зоні або наявності сторонніх предметів.

Шахта 13, що розташована на каруселі 4 преса у позиції завантаження, наповнюється гідромасою вручну. Після цього за допомогою механізму повороту 5, який обертає карусель на 900 градусів, матеріал подається у зону пресування, де формування теплоізоляційної плити відбувається за наступною послідовністю:

Клапан матриці відкривається, рідка фаза відливається. Пуансон 10 опускається на заданий розмір. Потім протягом 60 секунд відбувається вакуумування з використанням пуансона 12, одночасно механізм повороту 5 повертається у початкове положення. Після завершення вакуумування закривається вакуум пуансона, вмикається відлив, вимикається відлив матриці та вмикається її вакуумування.

Процес вакуумування триває протягом однієї хвилини, після чого відбувається вимкнення вакууму, закриття клапана матриці, підняття пуансона до початкового положення і обертання каруселі на 900 градусів.

Після того як шахта 13 з відформованою плитою потрапляє до зони вивантаження, гідроциліндр підйомника 15 піднімає плиту з шахти, після чого вона вручну виймається з пресу.

Управління карусельно-гідролічним пресом здійснюється за допомогою пульта керування. Взаємодія механізмів відбувається відповідно до кінематичних та гідравлічних схем.

Згідно з кінематичною схемою, механізми карусельно-гідролічного пресу працюють у наступній послідовності: гідроциліндр з важелем на колоні, поворотна

собачка, кронштейн – це те, що обертає карусель на 900 градусів. Карусель монтована на колоні за допомогою радіально-упорних підшипників.

Після завершення обертання, гідроциліндр піднімає шток механізму виштовхування, який рухається по направляючій. Шток гідроциліндра приводить повзун із пуансоном у шахту.

Регулювання башмака опори здійснюється шляхом повороту гайки та її фіксацією.

Для відкриття клапана виштовхувача використовується електрогідравлічний штовхач, який піднімає порожній шток, з'єднуючи внутрішню частину виштовхувача з системою відкачки рідинної фази.

Мастило, що поступає від насосної станції, подається через напірний трубопровід до золотника РЗ, де канали переводяться у робоче положення. Далі мастило пройде через дросель ДРУ з редукційними та зворотними клапанами у штокову порожнину гідроциліндра ЦЗ. Рухаючись управо, шток повертає карусель, а поршень циліндра виштовхує мастило по трубопроводу у бак гідростанції. При переміщенні штока гідроциліндра управо, кінцевий вимикач закриває гідророзподільник Р2, через який мастило надходить до гідроциліндра Ц2, що призводить до підняття виштовхувача з виробом. Під час цього поршень виштовхує мастило з штокової порожнини у зливну магістраль. Коли шток досягає кінцевого вимикача, відбувається закриття гідророзподільника Р2 та відкриття гідророзподільника Р1, через який мастило направляється до гідророзподільника Р4. Залежно від положення каналів А і Б гідророзподільника, пресування відбувається у ручному або автоматичному режимах [1.2].

У робочому процесі канал А активується для переміщення до робочого положення, і мастило подається до дроселя ДРГ. Цей дросель використовується для ручного регулювання потоку мастила в поршневу порожнину гідроциліндра пресування Ц1. Мастило виштовхується з штокової порожнини через зливну магістраль до бака гідростанції. Коли шток досягає кінцевого вимикача, гідророзподільник Р1 відключається, і шток залишається у цьому положенні. Після цього відключається гідророзподільник РЗ, і масло подається в поршневу

порожнину гідроциліндра, що дозволяє Ц1 повернутися у початкове положення. Кінцевий вимикач фіксує цю позицію. Після закінчення часу для витримки пресування, шток гідроциліндра Ц1 повертається у початкове положення, гідророзподільник Р2 відключається, а шток гідроциліндра Ц2 також повертається у початкове положення.

Далі, коли активується гідророзподільник Р3, шток гідроциліндра Ц3, повертаючись у початкове положення, приводить карусель у рух.

У автоматичному режимі гідророзподільник Р4 включає канал Б, через який мастило подається до путового дроселя РП. Його шток, що опирається на планку копіра 4 завдяки ролику, контролює потік мастила в гідроциліндр, що в свою чергу змінює лінійну швидкість пуансона. Подальші операції виконуються в тій же послідовності, що й у ручному режимі.

Це описує пристрій та принцип роботи обладнання пресу.

Зварена станина виготовлена із товстого сталевго листу, має товщину 16 мм. На ній розміщуються колони з каруселлю, траверсою, опорою, механізмом виштовхування та гальмівним пристроєм. Під колонами є вварені втулки, для опори - фланець. Щоб забезпечити міцність, застосовано ребра.

Карусель складається з двох дисків товщиною 12 мм і діаметром 1900 мм, між якими розташована об'їмка та чотири рамки під кутом 90 градусів одна до одної. У центрі дисків фіксується втулка, що є центральним елементом для підшипникового вузла.

На нижньому диску каруселі під кутом 120 градусів розміщені три кронштейни, які використовуються для повороту каруселі. Щоб уникнути зсуву дисків, рамок і втулок відносно один одного, всі деталі заштифтовані.

Механізм повороту призначений для обертання каруселі на 90 градусів. Він складається з гідроциліндра, поворотного важеля, упорного кронштейна, що встановлений на основі, і заціпки. Поворотний важіль, який має роздільний підшипник ковзання, прикріплений до центральної колони пресу. Провушини важеля забезпечують фіксацію штоку гідроциліндра. Друга провушина корпусу

гідроциліндра закріплена на упорному кронштейні. Для фіксації кронштейнів у положенні під час повороту каруселі використовується пружинна защіпка.

Механізм повороту сконструйований так, щоб регулювати розташування гідроциліндра відносно кронштейну, що обертає карусель.

Траверса виконує функцію силового елемента пресу, який витримує тиск, і має форму трикутника із листа товщиною 25 мм. На його вершинах зварені втулки для кріплення колони пресу. У центрі трикутника розташована бронзова направляюча для переміщення штока пуансона. Щоб забезпечити жорсткість траверси, до неї прикріплені жорсткі ребра.

Принцип роботи цієї машини можна побачити в відеозаписі [3].

Гідравлічний прес використовується у галузях кераміки та силікатів для стискання теплоізоляційних плит. Муліт-кремнеземисте волокно, що є алюмосилікатним вогнетривким матеріалом, перебуває у склоподібному стані. Головними складовими цього волокна є глинозем та кварцовий пісок. Після плавлення та подальшої обробки цих матеріалів утворюються тонкі керамічні волокна, які додаються до основної маси під час пресування теплоізоляційних плит [1.4].

Теплоізоляційні плити служать для термальної ізоляції й захисту обладнання при температурах до 1100 °С (ПТМК–НС) і 1500 °С (ПТМК–К). Для їх виготовлення потрібні матеріали: муліт–кремнеземистий матеріал МКРР–130 згідно ГОСТ 23619, штапельні волокна з розплаву гірських порід згідно ТУ 8.2.7–88.023–025, бентонітова глина згідно ГОСТ 3226, неорганічне в'язуче НС згідно ТУ У 6–00209775.075, каолін і в'язуче на його основі [5]. Структура виробництва показана на рисунку 2.1.

Матеріал (наприклад, муліт-кремнеземистий матеріал МКРР-130) подається на транспортер зі складу для подальшої передачі до ящиків подавача. Звідти він потрапляє на зубчасті валки, де починається процес розмелювання в масу. Потім відбувається подрібнення в шарових млинах. Після цього матеріал направляється в розпилювальну сушарку, а звідти в розходжувальні бункери. Оброблена маса потрапляє до пресу, де набуває необхідну форму. Подальший процес включає

сушіння і випалювання в двох окремих печах, відповідальних за ці етапи. Останнім кроком є сортування і упаковання готової продукції.

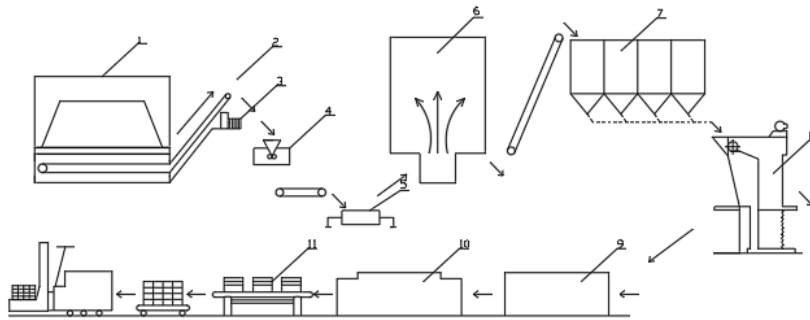


Рисунок 1.2 – Технологічна схема лінії виробництва керамічної плитки: 1 – склад матеріалу; 2 – транспортер; 3 – ящиківий живильник; 4 – дробарка; 5 – шаровий млин; 6 – розпилювальна сушарка; 7 – розхідні бункера; 8 – прес; 9 – апарат для сушки плит; 10 – піч для випалювання; 11 – сортувальний стіл

Плити виготовляють розміром 500мм x 500мм товщиною від 50 до 150мм, граничне відхилення по довжині та ширині +5–10мм, по товщині +–5мм.

Плити застосовуються для футерівки в:

машинобудівній галузі:

- газова піч для термообробки виробів;
- ковпачна піч ;
- піч з зовнішньою механізацією;
- шахтна піч;

промисловість будівельних матеріалів:

- тунельна піч випалювання;
- конвертна піч

скло–виробнича промисловість:

- піч для плавлення скломаси глазурі.



**2 ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА БАЗОВОГО ОБЛАДНАННЯ**

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика базової машини:

1. Продуктивність	15 плит/год
2. Розмір отриманих плит	550x550мм
3. Товщина	20–100 мм
4. Питомий тиск пресування	0,58 МПа
5. Тиск масла в гідросистемі	6,0 МПа
6. Кут повороту каруселі	90 град
7. Час повороту	15 с
8. Хід пуансона	520 мм
9. Хід виштовхувала	595 мм
10. Габаритні розміри	Довжина: 2850 мм; Ширина: 3189 мм; Висота: 3500 мм.
11. Маса	5 т

### 3 ПАТЕНТНИЙ ОГЛЯД СТАНУ ПИТАННЯ, ОБГРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ПРЕСА

Після аналізу наявних патентів, спрямованих на поліпшення функціонування гідравлічних механізмів та якості вироблених листів, з метою вдосконалення конструкції гідравлічного преса, було встановлено наступне:

Основна мета цього патенту [1.6] уникнути теплового впливу гарячого металу під час ковки на направляючі колони, використовуючи штору з ланцюгів, закріплену на рухомій поперечині.

Вплив теплового випромінювання від нагрітого металу на напрямні стовпи може призводити до зміни зазору в напрямних для рухомої поперечини. Це, в свою чергу, може спричинити порушення нормальної роботи преса та, в крайніх випадках, його поломку.

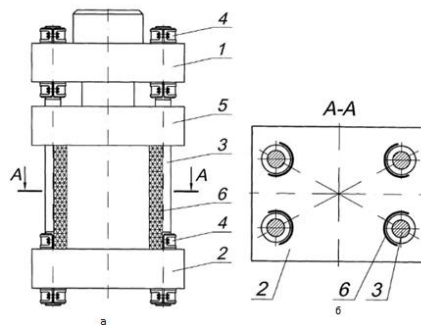


Рисунок 3.1 – Схема гідравлічного преса:

а – загальний вигляд гідравлічного преса; б – переріз А-А на а[б]:

1 – верхня нерухома поперечина, 2 — нижнянерухома поперечина, 3 – напрямні колони, 4 – гайки, 5 – рухома поперечина, 6 – захисний екран.

Даний патент призводить до покращення роботи гідравлічного преса через застосування захисних екранів. Ці екрани, розташовані навколо напрямних колон, ефективно усувають вплив теплового випромінювання від металу поковки на напрямні колони. При переміщенні рухомої поперечини, захисні екрани

гофруються униз і випрямляються при поверненні у верхнє положення. Це забезпечує захист направляючих колон від негативного впливу тепла. Крім того, конструкція захисних екранів дозволяє швидко демонтувати їх при необхідності, що сприяє зручності обслуговування. Такий підхід у побудові гідравлічного преса забезпечує підвищення надійності та тривалості його роботи.

Основна мета патенту [1.7] - покращення контролю тиску стиснутого газу в пневмогідравлічному пресі. Це досягається за допомогою зменшення навантаження на електродвигун насоса під час формування та підтримки високого тиску у гідромагістралі приводу пневмогідравлічного пресу під час його робочих циклів. Одержана стабільність роботи пресу та зниження споживання електроенергії насосом - це основні досягнення цього патенту.

Перевагою пневмо-гідравлічного пресу (рис. 3.2) є те, що пуансон навантажується під час робочого ходу за рахунок стисненого газу, який зосереджується в акумуляторі. Це дозволяє отримати пресування з високим тиском при мінімальних навантаженнях на електропривід насоса. Такий підхід значно зменшує витрати електроенергії на насос та забезпечує ефективне пресування під високим тиском.

Протягом роботи пневмогідравлічного преса у реальних умовах можуть відбуватися непередбачувані витоки рідини та стисненого газу через ущільнення пневмогідравлічної системи до атмосфери. У разі витоку рідини з системи рівень рідини в резервуарі може впасти нижче мінімальної межі, що відповідає мінімальному робочому обсягу рідини, і потребувати додаткового поповнення пневмогідравлічної системи преса.

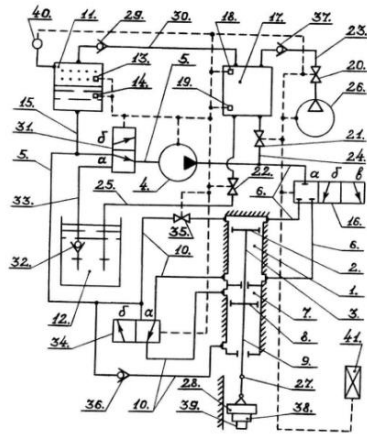


Рисунок 3.2 – Схема пневмогідравлічного преса [7]:

1 – циліндр, 2 – поршень, 3 – шток, 4 – помпа, 5 – всмоктувальний трубопровід, 6 – нагнітальний трубопровід, 7 – додатковий циліндр, 8 – поршень, 9 – шток, 10 – гідромагістраль, 11 – акумулятор, 12 – зливний резервуар, 13 – сигналізатор верхнього рівня води, 14 – сигналізатор нижнього рівня води, 15 – патрубок, 16 – гідророзподільвач, 17 – додатковий акумулятор, 18 – додатковий сигналізатор верхнього рівня води, 19 – додатковий сигналізатор нижнього рівня води, 20-22 – керовані засувки, 23-25 – трубопроводи, 26 – нагнітач, 27 – шарнір, 28 – повзун, 29 – зворотний клапан, 30 – додатковий акумулятор, 31 – гідророзподільвач, 32 – зворотний клапан, 33 – патрубок, 34 – гідророзподільвач, 35 – керована засувка, 36 – зворотний клапан, 37 – зворотний клапан, 38 – пуансонотримач, 39 – пуансон, 40 – манометр, 41 – блок керування.

При зниженні тиску в акумуляторі нижче заданого діапазону робочого тиску газу, що вимірюється манометром, пневмогідравлічна система преса потребує поповнення стисненим газом. Ця операція виконується за певним алгоритмом, описаним у документації пневмогідравлічного преса.

Економічний вигащ у роботі пневмогідравлічного преса пропорційний кількості прес-циклів, які виконуються без потреби у зарядці акумулятора стисненим газом і рідиною. Це відомо залежить від належного ущільнення

гідросистеми преса. Заявлений винахід значно підвищить продуктивність процесу пресування на підприємствах, де одночасно працює кілька пресів.

Цей патент [1.8] описує електрогідравлічний прес, що включає корпус з кришкою, у якій розташовані позитивний і негативний електроди, з'єднані з відповідними позитивним і негативним виводами електрогідравлічної системи. Всередині корпусу знаходиться матриця та рідина, що виконує роль пуансона.

Конструктивне удосконалення преса (див. рис. 3.3) відноситься до пристроїв, які перетворюють електричну енергію, що накопичується в електричних конденсаторах електрогідравлічної установки, у енергію дугового розряду. Ця енергія використовується для здійснення корисної роботи, наприклад, зміни форми різних твердих або пластичних матеріалів через штампування або пресування.

У спрощеному удосконаленні конструкції преса об'єднують корпус і його кришку, в якій розміщена матриця. Рідина у корпусі виконує роль пуансона, де обробляється матеріал, наприклад, лист металу. У кришці корпусу розташовані ізолятори, через які проходять позитивний і негативний електроди, що з'єднані з позитивним і негативними виводами електрогідравлічної установки.

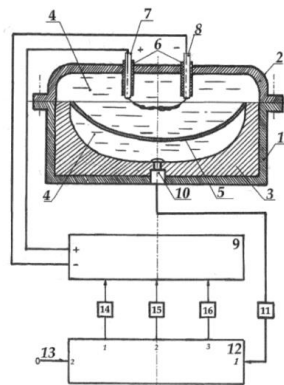


Рисунок 3.3 – Схема електрогідравлічного пресу [8]:

- 1 — корпус, 2 — кришка корпусу, 3 — матриця, 4 — пуансон,  
 4 — об'єкт обробки, 6 — ізолятори, 7 — позитивний електрод, 8 — негативний електрод, 9 — електрогідравлічна установка, 10 — контактний датчик, 11 —

аналого-цифровий перетворювач, 12 — керуючий комп'ютер, 13 — датчик програмного забезпечення, 14-16 — цифро-аналогові перетворювачі.

Прес виконує цикл штампування, використовуючи контактний датчик, який з'єднаний з керуючим комп'ютером через аналого-цифровий перетворювач. Для забезпечення взаємодії між електрогідравлічною установкою та комп'ютером за допомогою струму, напруги та числа імпульсів використовуються відповідні цифро-аналогові перетворювачі. Процес штампування завершується, коли оброблюваний об'єкт досягає матриці, тобто контактного датчика. Сигнал від цього датчика через аналого-цифровий перетворювач надсилається до комп'ютера, що призводить до припинення технологічного процесу.

Попередні модифікації не відповідають нашим потребам щодо налаштування виробництва та робочої схеми. Тому ми вирішили базуватися на двох наступних модифікаціях.

#### 4 ВИБІР 2-Х МОДЕРНІЗАЦІЙ (ОСНОВНА І ДОПОМІЖНА)

Представлений прес для вирівнювання плит[1.9] має опорні балки, на яких розташовано нижню траверсу. Тут є вертикальні гідроциліндри для підйому, що встановлені на цих балках уздовж осі преса, а також упори, що розташовані на рамі столу. Гідравлічний привід для переміщення столу складається з рейок, пов'язаних з гідроциліндрами та розміщених на рамі столу, з вертикальними отворами. Вони мають однаковий розмір і служать для фіксації столу преса та упорів за допомогою шпилек. Удосконаленням є нижня траверса, складена з трьох частин, де середня має напрямні, що збігаються з напрямними рами столу, а валики підйомних гідроциліндрів мають ролонні опори.

Ідея технічного рішення поставленої задачі показана на рис. 4.4.

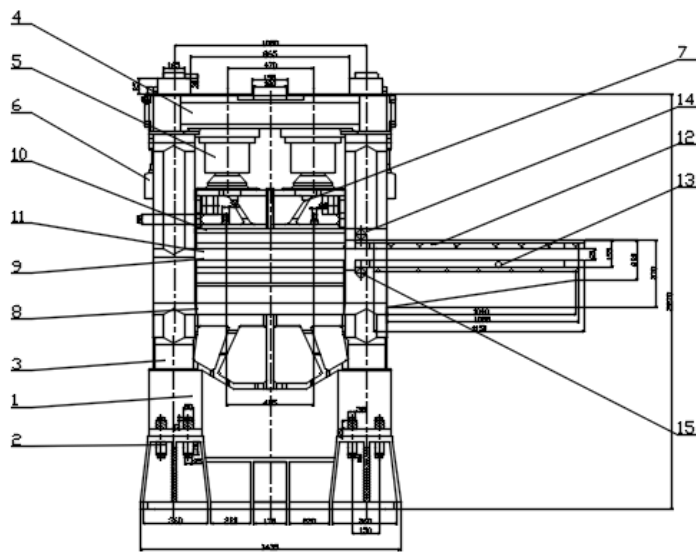


Рисунок 4.1 – Конструкція гідравлічного преса:

1 – траверса; 2 – опорні балки; 3 – напрямні колони; 4 – верхня траверса; 5 – робочі гідроциліндри; 6 – зворотні гідроциліндри; 7 – рухова траверса; 8 – рама; 9 – стіл; 10 – верхня плита; 11 – нижня плита; 12-13 інструментальні підбивки; 14-15 – привідні механізми.

Гідравлічний прес для вирівнювання плит (рис. 4.4) складається з верхньої траверси 1 та нижньої траверси 2, які з'єднані за допомогою чотирьох стяжних колон 3 та гаек, а також чотирьох напрямних колон 4. Між цими траверсами 1 і 2, через напрямні колони 4, рухається рухома траверса 5, яка пов'язана зі штоками робочих циліндрів 6 та зворотних циліндрів 7, встановлених у верхній траверсі 1. Паралельно осі преса розташована рама столу 8, що складається з двох балок і обладнана напрямними 9. По цих напрямних 9 рухається стіл 10. Прес також має механізм переміщення столу 11 у вигляді двох гідроциліндрів. Верхня робоча плита 12 та нижня робоча плита 13 закріплені на рухомій траверсі 5 та столі 10 відповідно..

Працює прес для правки плит таким чином:

Перед правкою плити 24 на пресі для вирівнювання плит встановлюють переставні упори 20 та 21 разом із нижньою плитою 13 столу 10. Перед початком процесу правки необхідно налаштувати відстань між переставними упорами 20 і 21 відповідно до довжини плити 24, яку правлять. Для цього штоки гідроциліндрів 15 з вальцевими упорними вузлами 16 опускаються в нижнє положення. Рухому траверсі 5 дають команду рухатись вгору. Щоб перемістити переставний упір 20 або 21 на потрібну відстань, його фіксують відносно рейок 22, вставляючи шпильки 23 в отвори рейок і відповідні отвори упорів 20 і 21. Потім за допомогою гідроциліндрів 11 рейки 22 з переставними упорами 20 або 21 рухають у необхідному напрямку та на потрібну відстань. Після цього витягують шпильки 23 з отворів і фіксують переставні упори на рамі столу 8.

Після цього фіксують стіл преса 10 до рейок 22, вставляючи шпильки 23 в отвори рейок 22 та відповідні отвори у столі 10. Далі, з допомогою гідроциліндрів переміщення столу 11, рухають рейки 22 разом із столом преса 10 до крайнього лівого положення. За допомогою підйомних механізмів, таких як мостовий кран, клали на нижню робочу плиту 13 столу 10 преса та переставний упор 21 плити 24, яка потребує вирівнювання.



Після плити розташовується переміщення плити 24 разом із столом 10 та робочою плитою 13, використовуючи рейки 22 та гідроциліндри 11, що приводять верхню робочу плиту 12 пресу для процесу вирівнювання.

Далі опускають рухоми траверсу 5 вниз, що прижимає верхню робочу плиту 12 до плити 24 та нижньої робочої плити 13, застосовуючи потрібний тиск для правки. Потім піднімають рухоми траверсу 5 до крайнього верхнього положення і переміщують плиту 24 для правки наступної ділянки. За допомогою підйомних гідроциліндрів 15 з вальцевими опорними вузлами 16 піднімають плиту 24 вище за нижню робочу плиту 13. Потім за допомогою рейок 22 та гідроциліндрів 11 переміщують плиту 24 на необхідну відстань для правки наступної ділянки. Нарешті, гідроциліндри 15 з вальцевими опорними вузлами 16 знижують плиту 24 на нижню робочу плиту 13 столу преса 10.

Нижче рухають рухоми траверсу 5 з верхньою робочою плитою 12, щоб виконати корекцію необхідного фрагмента плити 24.

Реалізація преса для коригування плит з використанням цього технічного рішення дозволила скоротити час коригування, зменшити складність та вартість робіт, підвищити продуктивність преса.

Отримання вказаного результату забезпечується виконанням наступних кроків:

- Переставні упори 20 і 21 можуть переміщатися по напрямних 9.
- Нижня траверса 2 складається з трьох частин: дві бічні (частина 17) та середня (частина 18), що має напрямні 19, які взаємодіють з напрямними 9 рами столу 8.
- Опорні балки 14 закріплені на фундаменті анкерними прогонами, на яких встановлена нижня траверса 2.
- Вертикальні підйомні гідроциліндри 15, змонтовані у проточках опорних балок 14, у площині, що проходить через подовжню вісь преса, забезпечені вальцевими опорними вузлами 16.
- Рейки 22, встановлені на рамі столу 8, сполучаються з плунжерами гідроциліндрів 11 для переміщення столу. У рейках 22 створені вертикальні

отвори з рівномірним кроком для фіксації переставних упорів 20, 21 або столу 10 відносно рейок за допомогою шпильок 23.

Патентоване технічне рішення [9] призвело до скорочення часу, потрібного для правки плит, зменшення трудомісткості та вартості робіт, а також підвищення ефективності роботи преса.

Згідно з технічним рішенням [1.10] , описаним у тексті, гідравлічний прес містить низьку траверсу, яка закріплена на опорних балках і з'єднана стяжними та напрямними колонами з верхньою траверсою. Прес оснащений робочими та зворотними гідроциліндрами, має раму зі столом, що рухається вздовж осі преса, а також рухому траверсу, зв'язану зі штоками гідроциліндрів. У пресі є верхня та нижня робочі плити. Це технічне вирішення включає підйомні роликові системи, що стоять з обох боків преса, та задовільні ролики, розміщені на рамі також по обидва боки преса.

Стіл на рамі має фіксоване положення, а рама має пази, в яких розміщені приводні ролики підймальних роликових систем. Крім того, у верхній та нижній робочих плит є напрямні пази, в яких розташовані відповідні інструментальні підкладки, що пов'язані з приводними механізмами для їх руху, що встановлені на рухомій траверсі та на столі преса (див. рис. 4.5). Використання цього преса, як описано, може підвищити продуктивність та надійність конструкції, а також дозволить коригувати та узгоджувати позитивні результати виправлення у всіх параметрах листів і їх реальних формах і розмірах.

Технічне рішення, яке було викладено, призначене підвищити продуктивність та надійність преса для виправлення. Ця мета досягається завдяки виключенню ручних операцій під час переміщення листа та механізації регулювання преса для корекції кривизни листа відносно його площини.

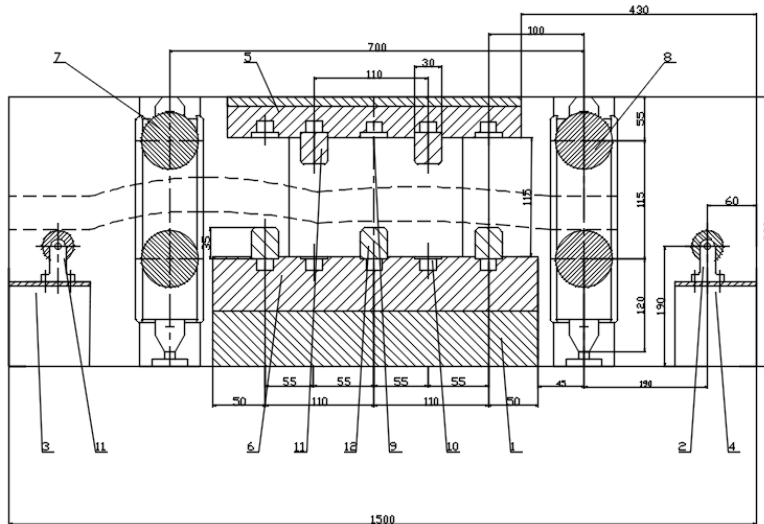


Рис. 4.2 – Конструкція гідравлічного преса:

- 1 – стіл; 2 – привідні ролики; 3, 4 – піднімальні кріплення; 5 – верхня робоча плита; 6 – нижня робоча плита; 7, 8 – прокатні ролики;  
9, 10 – напрямні пази; 11, 12 – інструментальні болти

Вказана конструкція преса, зображена на Рис. 4.5, включає в себе нижню траверсу 1, що розташована на опорних балках 2 і з'єднана через чотири стяжні і напрямні колони 3 з верхньою траверсою 4. Остання обладнана робочими гідроциліндрами 5 та зворотними гідроциліндрами 6. У напрямних колонах 3 розташована рухлива траверса 7, яка зв'язана зі штоками робочих 5 і зворотних 6 гідроциліндрів. На нижній траверсі 1 монтується рама 8 зі столом 9, що закріплений на рамі 8 нерухомо. Для відповідного розміщення плити на поверхні рами 8, яка має пази 10, встановлюються приводні ролики 11 відносно боків преса.

Технічний результат, який зазначається, включає можливість механізованого налаштування підкладок для корекції кривизни листа, а також здатність незалежно регулювати кожну з інструментальних підкладок на верхній або нижній робочій

плиті. Виключення хоча б однієї з цих ознак з сукупності ознак, які були наведені, призведе до неможливості досягнення зазначеного технічного результату.

Використання вдосконаленого преса для виправлення листів гарантує підвищення ефективності та надійності конструкції. Це також дає можливість коригувати та покращувати вихідні параметри листів, їх форму та площу, накопичуючи позитивні результати виправлення.

## 5 РОЗРАХУНКИ ЯКІ ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ МАШИНИ

### 5.1 Параметричні розрахунки

Знаходження фактичної маси пресу. Приймаємо ККД пресу  $\eta = 0,9$ .

Діаметри плунжерів:

- 1 – головного гідроциліндру=180мм;
- 2 – поворотного гідроциліндру=50мм;
- 3 – виштовхуючого гідроциліндру=50мм.

При прийнятих умовах фактична маса пресу при витримці виробу знаходиться з наступного виразу (дані формули було взято з використаного джерела [1.11]):

$$Q_{пр} = Q_{зл} - 2Q_{возер} = \frac{\pi}{4} \cdot 10^{-3} (P_6 D_{зл}^2 - 2P_{нвозер}^2) \eta =$$

$$= 7,065 \cdot 10^{-4} (2000 \cdot 18^2 - 2 \cdot 100 \cdot 5^2) = 4,54 \text{ т}$$

при розмиканні:

$$Q_p = 7,065 \cdot 10^{-4} (2P_6 d_{возер}^2 - P_n D^2) =$$

$$= 7,065 \cdot 10^{-4} (2 \cdot 2000 \cdot 5^2 - 100 \cdot 18^2) = 4,79 \text{ т}$$

зусилля виштовхування:

$$Q_{вишт} = 7,065 \cdot 10^{-4} (P_6 d_{вишт}^2 - P_n (d_{вишт}^2 - d_{возер}^2)) =$$

$$= 7,065 \cdot 10^{-4} (2000 \cdot 10^2 - 100(10^2 - 5^2)) = 1,37 \text{ (т)}$$

З приведених розрахунків видно, що фактична маса пресу завжди буде менше номінального. В даному розрахунку фактична маса пресу рівний 4,54 т, номінальний – 5 т.

Підбір гідравлічного гідроприводу. Гідравлічний привід широко застосовується в гідро пресових установках, в литтєвих машинах, в деяких моделях машин по виробництву таблеток. Загальними вимогами к насосам гідроприводів гідропресу являються:

– Здатність створювати відносно високий тиск при збереженні більш високооб'ємного і загального коефіцієнта корисної дії. Під високим тиском розуміємо значення тиску потрібного в пресі.

- Надійність в експлуатації.
- Рівномірність подачі.
- Малий удільний габарит.

Крім крупних пресів тоннажем > 10т в промисловості використовуються рядові преси і інші малотоннажні машини, до 2,5т. В зв'язку з цим для їх використання потрібні, головним чином, насоси малої (до 100л/хв) або середньої (500 л/хв.) продуктивності (дану інформацію було взято з джерела [1.13]).

В цих умовах, з урахуванням вище сформульованих задач потрібно визначити найбільш раціональне застосування в системах гідроприводу наступні типи насосів:

Низького тиску:

- при невеликій кількості потрібної рідини (до 100л/хв.) – ротаційні насоси;
- при середній кількості потрібної рідини (до 100 – 500 л/хв.) – гвинтові і багато плунжерні кривошипні насоси;
- при значно більшій потребності (понад 500 л/хв.) – відцентрові багатоступінчасті насоси.

Враховуючи вищезазначене та користуючись методикою підбору параметрів, приймаємо радіально–плунжерний насос та обираємо наступне.

Об'ємний коефіцієнт корисної дії такого насосу складає:

$$\eta = 0.8 - 0.9$$

Продуктивність насоса складає

$$Q=8 \text{ л/хв};$$

Зусилля стискання складає

$$P=12,5\text{МПа};$$

Потужність двигуна складає  $N=3\text{кВт}$ .

Це важливе рішення вибору системи гідроприводу. При порівнянні індивідуальної та централізованої систем гідроприводу, аналогічно децентралізації електродвигунів, необхідно розглядати техніко-економічні показники. Найбільш вигідною буде система з мінімальним розходом, яка оптимізує ключові параметри.

Порівняємо роботу пресу за один цикл при індивідуальному приводу  $A_1$  та централізованому  $A_2$ :

$$A_1 = \alpha_n \cdot \frac{Q_{cp} \cdot H_{cp}}{10^3 \eta_1} \cdot \tau_{cp} + n N_{хол} \cdot Q_{cp};$$

$$A_2 = q \cdot \frac{H'_{cp} + \Delta H}{10^3 \eta_2} \cdot T_{cp};$$

де  $n$  – кількість пресів;

$\alpha$  – коефіцієнт, що враховує втечі в комунікації;

$Q_{cp} = \left(\frac{fS}{\tau}\right)_{cp}$  – секундний розхід рідини на заповнення робочого циліндра ( $m^3/c$ );

$H_{cp}$  – середній тиск в циліндрі пресу при споживанні від індивідуального насосу (Па);

$\tau_{cp}$  – усереднена продовжуваність ходу замикання (сек.);

$N_{хол}$  – потужність, що споживається насосом (кВт);

$Q_{cp}$  – продовжуваність витримки (сек.);

$q$  – продуктивність насосів центральної акумуляторної станції ( $m^3/c$ );

$H'_{cp}$  – середній тиск в циліндрі пресу при споживанні від двох акумуляторів (Па);

$\Delta H$  – втрата тиску в магістралях при централізованому живленні;

$T_{cp}$  – продовжність циклу (сек.);

$\eta_1, \eta_2$  – коефіцієнти корисної дії насосів, приймаємо  $\eta_1 = \eta_2$ .

Очевидно, що границі вигідності той чи іншої системи живлення з енергетичної точки зору визначається рівністю  $A_1=A_2$ ; Для вирішення цього

рівняння необхідно перш за все з'ясувати відносні величини середніх тисків  $H_{cp}$  і  $H'_{cp}$  при максимальному тиску, який задається з режиму витримки.

В процесі пресування виробу під час процесу замикання відбуваються наступні етапи (Рисунок 5.1):

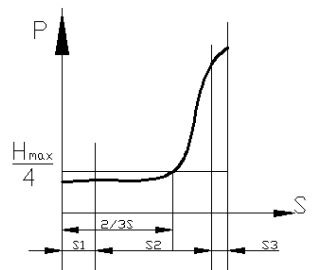


Рис. 5.1 - Схема до розрахунку ефективності типових гідроприводів

– Холостий хід  $S_1$  для зближення пуансона і матриці з протivotиском в поворотних циліндрах.

– Хід ущільнення  $S_2$ ;

– Хід пластичної текучості  $S_3$  відносно незначний, але з тиском приблизно рівним  $H_{max}$ ;

Для вирішення рівняння необхідно мати криву пресування.

Приймаємо для порівняння наступні значення  $S_1, S_2, S_3$  і згідно їм тиск:

–  $S_1=0,2S$  при тиску  $0,2H_{max}$ ;

–  $S_2=0,7S$  при середньому тиску  $0,3H_{max}$ ;

–  $S_3=0,1S$  при середньому тиску  $0,9H_{max}$ .

Така крива буде характеризувати пресування виробів з гідромаси.

Тоді в випадку індивідуального приводу:

$$H_{cp} = (0,2 \cdot 0,2 + 0,7 \cdot 0,3 + 0,1 \cdot 0,99) H \frac{H_{max}}{3} \max_{max}$$

У випадку централізованого приводу будемо мати два ступені ( $H_{max}$  і  $H_{max}/4$ ) з переключенням, орієнтовно на  $2/3S$ .



Тоді:

$$H'_{cp} = \frac{2}{3} \cdot \frac{H_{max}}{4} + \frac{1}{3} H_{max} = \frac{H_{max}}{2};$$

$$\frac{H'_{cp}}{H_{cp}} = \frac{3}{2} = 1,5;$$

Взагалі можна сказати, що при двох ступенях тиску ( $H_{max}$  і  $H_{max}/4$ ) відношення  $\frac{H'_{cp}}{H_{cp}}$  лежить в границі 1,5–2. Позначимо його як  $\beta$ , причому  $H_{cp} = \gamma H_{max}$ , де  $\gamma = 0,25-0,35$ .

Тоді:

$$A_1 - A_2 = \frac{\alpha_n \cdot (fs)_{cp}}{10^3 \cdot \eta} \cdot H_{cp} + nN_{хол} Q_{cp} - \frac{\mu \cdot \alpha_n (fs)_{cp} (H'_{cp} - \Delta H)}{10^3 \eta};$$

де  $\mu$  – коефіцієнт втрат в магістралях.

Після перетворення отримаємо:

$$A_1 - A_2 = N_{хол} Q_{cp} n - \frac{\alpha_n (fs)_{cp} H_{max}}{10^3 \eta (\mu \beta + \frac{\Delta H}{\gamma H_{max}})}$$

очевидно, що  $A_1 = A_2$  якщо:

$$\frac{1000 \eta N_{хол} Q_{cp}}{\gamma \alpha (fs)_{cp} H_{max} \frac{\Delta H}{\gamma H_{max}}}$$

Формули можна спростити якщо замість всіх коефіцієнтів підставити їх численне значення і врахувати, що при проектуванні магістралей відносна втрата тиску в них не повинна перевищувати 5%:

$$\frac{\Delta H}{H_{max}} = 0,05$$

тоді при  $\alpha = 1,1; \mu = 1,05; \gamma = 0,25 - 0,35; \eta = 0,8; \beta = 1,5 - 2;$

Економія енергії:

$$\Xi = A_1 - A_2 = n [N_{\text{хол}} Q_{\text{ср}} - (0.00026 - 0.00063)(fs)_{\text{ср}} H_{\text{max}}]$$

Границя вигідності обох систем буде:

$$\frac{N_{\text{хол}} Q_{\text{ср}}}{(fs)_{\text{ср}} H_{\text{max}}}$$

і гранична умова:

$$\frac{N_{\text{хол}} Q_{\text{ср}}}{(fs)_{\text{ср}} H_{\text{max}}}$$

де  $\Xi$  – економічний ефект, кДж/цикл;

$n$  – число пресів;

$Q_{\text{ср}}$  – середня продовжуваність витримки, сек.;

$(fs)_{\text{ср}}$  – середній об'єм головного циліндра ;

$H_{\text{max}}$  – максимальний тиск в циліндрі, Па;

$N_{\text{хол}}$  – потужність холостого ходу середнього індивідуального насосу, кВт;

Приймаємо:

$$\frac{N_{\text{хол}} Q_{\text{ср}}}{(fs)_{\text{ср}} H_{\text{max}}}$$

$$\Xi = [N_{\text{хол}} Q_{\text{ср}} - (0.00026 - 0.00063)(fs)_{\text{ср}} H_{\text{max}}];$$

$$\Xi = [0.5 \cdot 300 - 0.0005 \cdot 4 \cdot 20] \cdot 3 = 448.9 (\text{кДж/цикл}).$$

Проаналізувавши рівняння можна зробити висновки:

– З енергетичної точки зору централізований акумуляторний привід вигідний при значній витримці  $Q_{\text{ср}}$  і малому робочому об'ємі  $(fs)_{\text{ср}}$ , при малому тонажу кожного пресу, або короткому робочому ході;

– Економічність підвищується не тільки з збільшенням числа пресів, а й з підвищенням витримки  $Q_{\text{ср}}$ ;

– Для окремого випадку пресування виробів з гідромас:  $Q_{\text{ср}} < 300$  сек,  $H_{\text{max}} < 20$  Мпа,  $(fs)_{\text{ср}} > 2$ ,  $N_{\text{хол}} = 0,1-5$  кВт. Індивідуальний привід вигідніший ніж централізований.

Приймаємо для пресування виробів з гідромас на карусельному гідравлічному пресі –індивідуальний гідропривід з гідростанцією типу ІСВВ–40–1Н–3–8–Б такими технічними показниками:

Тиск нагнітання–12,5МПа;

Продуктивність –8л/хв;

Потужність двигуна –3кВт.

Індивідуальний гідропривід складається з радіально–плунжерного насосу, який приводиться в рух електродвигуном, баку для робочої рідини, трубопроводів і арматури, гідро і електроапаратури.

Гідро і електроапаратура повинна забезпечувати дистанційне керування гідроприводу і підтримувати автоматично необхідний тиск.

Подача насоса повинна бути рівною максимальній витраті робочої рідини або трохи перевищувати її.

Знаючи діаметр плунжера  $D$  і необхідну продуктивність насоса  $Q$  можемо вирахувати швидкість руху плунжера.

$$V = Q/0,0565 \cdot D^2 = 20\text{м/с}$$

При заданому зусиллі  $P$  і швидкості пресування можемо знайти необхідну потужність двигуна приводу:

$$N = \frac{P_v V}{7.5} = \frac{22Q \cdot P}{1000} = 2.75\text{кВт}$$

Обираємо трьох фазний асинхронний двигун:

– Потужність двигуна становить  $N=3\text{кВт}$ ;

– Частота обертання становить  $n=1500\text{об/хв}$ .

## 5.2 Розрахунки на міцність

### 5.2.1 Розрахунок гідроциліндра

Стінки гідроциліндра в процесі роботи отримують пульсуюче навантаження, а при великих швидкостях переміщення поршня або плунжера виникають гідравлічні удари.

Під дією гідростатичного тиску циліндр знаходиться в складному напруженому стані, в якому беруть участь осьові, тангенціальні і радіальні напруження (дані формули було взято з використаного джерела [1.14]).

В більшості випадків циліндри виконують, як товстостінні, в яких відношення зовнішнього і внутрішнього діаметрів  $D/d > 1,2$ .

Для циліндра з днищем і закріпленого спереду на фланці тангенціальне напруження у внутрішньої поверхні:

$$\sigma_{t_p} = P \cdot \frac{k^2 + 1}{k^2 - 1};$$

радіальне напруження на внутрішній поверхні:

$$\sigma_{r_r} = -P;$$

осьове напруження, що виникає в стінці гідроциліндра:

$$\sigma_{t_R} = P \cdot \frac{2}{k^2 - 1};$$

де  $k = D/d_B = 1,56$ ; а  $P = 12,5 \text{ МПа}$  – гідростатичний тиск.

Для матеріалів з яких виготовлений циліндр найбільш точні результати визначимо з IV теорії міцності:

$$\sigma_3 = \sqrt{\frac{1}{2} \cdot [(\sigma_{t_r} + \sigma_{r_r})^2 + (\sigma_{r_r} - \sigma_{z_r})^2 + (\sigma_{z_r} - \sigma_{t_r})^2]};$$

Підставляючи в вираз значення головних напружень отримаємо необхідні формули для визначення еквівалентних напружень у внутрішньої і зовнішньої поверхні циліндру:

еквівалентні напруження у внутрішньої поверхні циліндра:

$$\sigma_{3r} = P \cdot \frac{1,73 \cdot k^2}{k^2 - 1} = 12,5 \cdot \frac{1,73 \cdot 1,6^2}{1,6^2 - 1} = 35,48 \text{ МПа};$$

у зовнішньої поверхні:

$$\sigma_{3R} = P \cdot \frac{1,73}{k^2 - 1} = 12,5 \cdot \frac{1,73}{1,6^2 - 1} = 13,8 \text{ МПа};$$

При проектуванні в основному використовують формулу Баха для визначення найбільшого напруження у внутрішньої стінки циліндра:

$$\sigma_{\vartheta r} = P \cdot \frac{0.4 \cdot r^2 + 1.3 \cdot R^2}{R^2 - r^2} = 12.5 \cdot \frac{0.4 \cdot 40^2 + 1.3 \cdot 62.5^2}{6.5^2 - 40^2} = 30.99 \text{ МПа};$$

Так як отриманні максимальні напруження ( $\sigma_{\vartheta r} = 35.48 \text{ МПа}$ ;) не перевищують допустимого ( $[\sigma] = 45.6 \text{ МПа}$ ), то можемо вважати даний циліндр працездатним і можемо пропонувати для роботи в промислових умовах.

Для визначення зазору між напруженим діаметром поршня і діаметром отвору циліндра в процесі роботи гідроциліндр необхідно визначити радіальну деформацію  $\Delta r$  внутрішнього отвору:

$$\Delta r = \frac{P \cdot r}{E(R^2 - r^2)} \cdot [(1 - 2\mu)r^2 + (1 + \mu)R^2];$$

де  $\mu = 0.3$  коефіцієнт Пуассона;  $E = 2 \cdot 10^9 \text{ Па}$  – модуль пружності;

$$\Delta r = \frac{12.5 \cdot 0.04}{2 \cdot 10^9 (0.0625^2 - 0.04^2)} \cdot [(1 - 2 \cdot 0.3)0.04^2 + (1 + 0.3)0.0625^2] = 0.6 \text{ мм}$$

Радіальна деформація зовнішнього діаметру циліндра:

$$\Delta R = \frac{P \cdot r \cdot R \cdot (2 - \mu)}{E(R^2 - r^2)} = \frac{12.5 \cdot 0.04 \cdot 0.0625 \cdot (2 - 0.3)}{2 \cdot 10^9 (0.0625^2 - 0.04^2)} = 0.011 \text{ мм}$$

Таким чином були отримані всі потрібні результати, як радіальна деформація, еквівалентні напруження, а також осьове й радіальне.

### 5.2.2 Розрахунок на міцність поршневого штоку

Конструктивні відношення параметрів поршневого штоку.

Внутрішній діаметр різьби:

$$d_1 = \sqrt{\frac{4P}{\pi[\sigma]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 12.5}{3.14 \cdot [8]}} = 13.6 \text{ МПа}$$

Зовнішній діаметр метричної різьби:  $d = 13.6 \Rightarrow 14 \text{ мм}$ .

Посадочний діаметр під поршень:  $d_2 = d + (2 \div 6) = 14 + (2 \div 6)$ .

Приймаємо  $d_2 = 20$  мм.

Діаметр виточки під різьб:  $d_3 = d_1 - (0,5 \div 1,5)$ .

Приймаємо:  $d_3 = 12,6$  мм.

Діаметр хвостовика:  $d_4 = d_1 - (3 \div 6)$ .

Приймаємо:  $d_4 = 10,6$  мм.

Робочий діаметр:  $d_5 = d_2 + (5 \div 10)$ .

Приймаємо розмір рекомендований згідно ГОСТ 6540-78:  $d_5 = 24$  мм.

Найменше зусилля від попередньої затяжки:

$$T \frac{C_2}{C_1 + C_{2min}}$$

,де  $P=981,2$ кН – значення сили, що виникає при найбільшому гідростатичному тиску;

$C_1$  – жорсткість хвостовика штоку;

$C_2$  – жорсткість ступиці поршня.

Жорсткість ступиці поршня визначаємо за формулою :

$$C_2 = \frac{E_2 \cdot F_2}{h}$$

, де  $F$ -площина перетину;

$E_2=2 \cdot 10^3$  мПа-модуль пружності матеріалу ступиці;

$h=45$ мм- висота ступиці.

Площину перетину знаходимо за формулою:

$$F_2 = \frac{\pi}{4} (d_{ст}^2 - d_2^2)$$

,де  $d_{ст}=35$ мм – діаметр опорної поверхні ступиці.

$$F_2 = \frac{3.14}{4} (0,035^2 - 0,02^2) = 0,0647 \text{ м}^2$$

$$C_2 = \frac{2 \cdot 10^9 \cdot 0,0647}{0,045} = 2875,5 \text{ кН/м};$$

Жорсткість хвостовика штоку визначимо з рівняння сумарної податливості:

$$\frac{1}{C_1} = \frac{1}{C'} + \frac{1}{C''} + \frac{1}{C'''}$$

, де  $C'$  - жорсткість участку хвостовика діаметра  $d_2$ ;

$C''$  - жорсткість участку хвостовика діаметра  $d_3$ ;

$C'''$  - жорсткість участку хвостовика діаметра  $d_6$ , при  $d_6 = d_3$ .

Жорсткість кожного елемента визначаємо по формулі:

$$C_i = \frac{E_i \cdot F_i}{l_i}; \quad F_1 = 0,0314 \text{ м}^2;$$

$$F_2 = 0,0124 \text{ м}^2; \quad F_3 = 0,0124 \text{ м}^2;$$

$$C' = \frac{2 \cdot 10^9 \cdot 0,0314}{0,04} = 15700 \text{ кН/м};$$

$$C'' = \frac{2 \cdot 10^9 \cdot 0,0124}{0,002} = 12400 \text{ кН/м};$$

$$C''' = \frac{2 \cdot 10^9 \cdot 0,0124}{0,002} = 12400 \text{ кН/м}.$$

Підставивши числові значення отримаємо значення жорсткості хвостовика:

$$C_1 = 4444,74 \text{ кН/м}$$

Тепер можемо знайти найменше значення зусилля від попередньої зтяжки:

$$T = \frac{28755}{4444.74 + 28755} \text{ кН}$$

Зусилля попередньої зтяжки:

$$T = k \cdot T_{min}$$

, де  $k = 1,2$  – коефіцієнт запасу.

$$T = 1,2 \cdot 849,83 = 1019,8 \text{ кН}$$

Кругний момент:

$$M_{кр} = \beta \cdot d \cdot T$$

, де  $\beta = 0,13$ .

$$M_{кр} = 0,13 \cdot 0,014 \cdot 1019,8 = 1856 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Номінальне напруження від розтягу по внутрішньому діаметру різьби:

$$\sigma = 1,27 \cdot \frac{T + P_z}{d_1^2};$$

де:

$$P_z = P \frac{C_1}{C_1 + C_2} = 981,2 \cdot \frac{4444,74}{4444,74 + 28755} = 131,36 \text{ кН}$$

$$\sigma = 1,27 \cdot \frac{1019,8 + 131,36}{0,0136^2} = 74 \text{ МПа};$$

, де  $[\sigma] = 240 \text{ МПа}$  - для сталі Ст3.



Номінальне напруження від кручення:

$$\tau = 5,1 \cdot \frac{M_{кр}}{d_1^3} = 5,1 \cdot \frac{1856}{0,0136^3} = 37 \text{ мПа}$$

Сумарні приведені напруження будуть рівні:

$$\sigma_{н.пр} = \sqrt{\sigma^2 + 1,5\tau^2} = \sqrt{74^2 + 1,5 \cdot 37^2} = 86,7 \text{ мПа}$$

### 5.2.3 Перевірка стійкості штоку

Робочий діаметр штоку завжди значно менший ніж його довжина, тому шток необхідно розраховувати не тільки на міцність, а й на стійкість. При втраті стійкості деформація заключається в викривленні поздовжньої осі; це явище прийнято називати – повздовжнє викривлення.

Запас стійкості  $n_y$  визначається відношенням:

$$n_y = \frac{\sigma_{сжкр}}{\sigma_{сж}}, \text{ де}$$

$\sigma_{сжкр}$  - критичне напруження, а  $\sigma_{сж}$  – номінальне діюче в поперечному перерізі штоку

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{F_5}, \text{ де}$$

$F_5=0.045\text{м}^2$ -площа робочої частини штоку.

$$\sigma_{сж} = \frac{981.2}{0.045} = 21804 \text{ кН/м}^2;$$

$$\sigma_{сжкр} = \frac{\pi^2 E}{\lambda}, \text{ де}$$

$\lambda = \frac{\alpha \cdot l}{i}$  - гнучкість штоку.

$i$  являється радіусом інерції поперечного перерізу робочої частини штоку:

$$i = \frac{d_5}{4} = \frac{0.024}{4} = 0.006 \text{ м}$$

$\alpha = 0.5$ , а  $l=0,75$ .

$$\lambda = \frac{0,5 \cdot 0,75}{0,006} = 62,5;$$

$$\sigma_{сж,кр} = \frac{3,14^2 \cdot 2 \cdot 10^9}{62,5^2} = 50,4 \text{ МПа};$$

$$n_y = \frac{50,4}{21,8} = 2,3$$

Для штоку гнучкість якого  $\lambda < 90$ , розрахунок стійкості проводиться за формулою:

$$P = \phi \cdot \sigma_{сж} \cdot F_5, \text{ де}$$

$P$  – допустиме зусилля,  $\phi$  – коефіцієнт пониження допустимих напружень, який залежить від  $\lambda$  і матеріалу штока.

$$\phi = 0,86$$

$$P = 0,86 \cdot 21,8 \cdot 0,045 = 8436 \text{ кН};$$

Запас стійкості у штока повинен бути не менш 2.

$$n_y = \frac{50400}{2104} = 2,3$$

#### 5.2.4 Розрахунок опори виштовхувача пресу

Опора сприймає зусилля, яке розвиває прес, а на фундамент передається тільки сила від маси пресу. В ряді випадку при розрахунку працюючих при центральному навантаженні можемо користуватись спрощеним методом розрахунку опори, рахуємо, що жорсткість колон на згин значно менша жорсткості верхньої і нижньої поперечини; розраховуємо верхню і нижню поперечини як балку на двох опорах, навантажену на силою  $R_n$ , яка передається на поперечини опорної поверхні циліндра чи прес-форми, що продемонстровано в Рисунку 5.2 (дану інформацію було взято з використаного джерела [14]).

–  $R_n=981,2\text{кН}$  – номінальне зусилля;

–  $L=524\text{мм}=0,542\text{м}$  – відстань між опорами;

–  $l=102\text{мм}=0,102\text{м}$  – відстань між центрами підкладних планок.

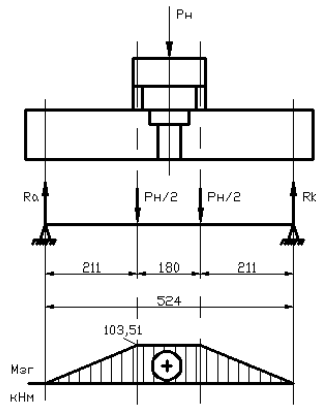


Рис. 5.2 – Схема навантаження нижньої поперечини

Подальший розрахунок зводиться до розрахунку реакцій в опорах та до розрахунку згинаючого моменту, що діє на нижню поперечину.

Визначаємо реакції в опорах:

$$\sum Y = Ra - \frac{P_H}{2} - \frac{P_H}{2} + Rb = 0$$

З рівняння:

$$Ra + Rb = \frac{P_H}{2} + \frac{P_H}{2}$$

$$Ra = Rb = \frac{P_H}{2} = \frac{981,2}{2} = 490,6 \text{ кН}$$

Знайдемо значення згинаючого моменту, що діє на поперечину:

$$M_1 = 0$$

$$M_2 = Rb \cdot \frac{(L-l)}{2} = 490,6 \cdot \frac{(0,524-0,18)}{2} = 103,51 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

$$M_3 = 0$$

$$M_4 = Ra \cdot \frac{(L-l)}{2} = 490,6 \cdot \frac{(0,524-0,18)}{2} = 103,51 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Найбільш небезпечний перетин буде посередині, напруга в цьому перетині буде:

$$\sigma = \frac{M}{k \cdot W};$$

де  $k = 0.8$  – коефіцієнт, що враховує ослаблення в перетині:

$$W = \frac{L \cdot b \cdot h}{3} = \frac{0.524 \cdot 0.524 \cdot 0.02}{3} = 0.0018 \text{ м}^3$$

$$\sigma = \frac{103.51}{0.8 \cdot 0.0018} = 70.8 \text{ МПа}$$

$$[\sigma] > \sigma;$$

$$[240] > 70.8 (\text{МПа})$$

Умова міцності виконується.

## 6 ДОЦІЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ ТА ВИКОРИСТАННЯ МАШИНИ

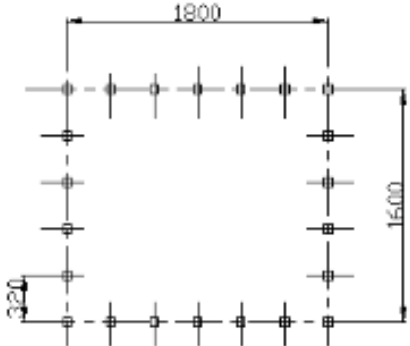
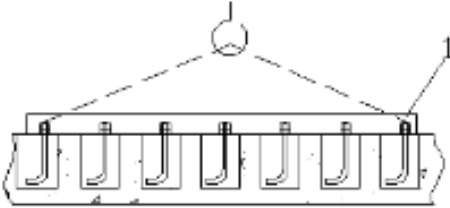
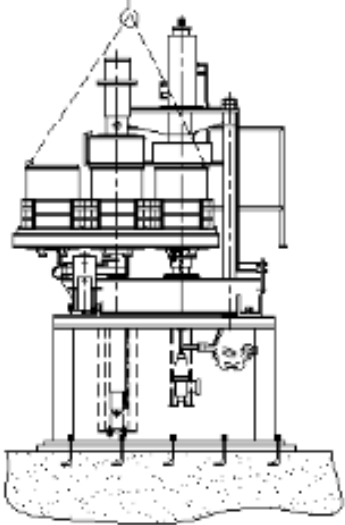
### 6.1 Монтаж та експлуатація

Таблиця 6.1 – Карта змащування

№ позиції	Найменування і позиції виробу	Найменування змазочного матеріалу	Кіл. точок	Спосіб нанесення змазочного матеріалу	Періодичність нанесення год.
1	Підшипник механізму поворота каруселі	Солідол типу Ж ГОСТ1033-79	105	Ручна набивка, шприцем	1500
2	Підшипник електрогідравлічного виштовхувача	Мастило-консталин№1 ГОСТ1957-76	33	Ручна набивка, шприцем	300
3	Підшипник електрогідравлічного виштовхувача	Консталин№1 ГОСТ1957-76	33	Ручна набивка, шприцем	300
4	Підшипник шарнірного механізму	Солідол типу Ж ГОСТ1033-79	5	Ручна	1500
5	Підшипник виштовхувача циліндра пресування	Консталин№1 ГОСТ1957-76	33	Ручна набивка, шприцем	300
6	Підшипник виштовхувача циліндра пресування	Консталин№1 ГОСТ1957-76	33	Ручна набивка, шприцем	300
7	Редуктор електрогідравлічного виштовхувача	Масло індустріальне І-30А ГОСТ20799-75	48	Заливка в корпус	1400





<i>Карта ескізів</i>		<i>Номер операції</i>											
		<i>Монтаж пресу</i>											
 <p><i>План розміщення фундаментних болтів</i></p>						 <p><i>Схема монтажу</i></p>							
										<i>Розробив</i>	<i>Пилипенко В. М.</i>		<i>Лист</i>
										<i>Перевір.</i>	<i>Борщук С. О.</i>		<i>1</i>
													<i>Листів</i>
<i>Ізм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Ізм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>	<i>Н. контр.</i>			<i>1</i>



## **6.2 Автоматизація**

### **6.2.1 Опис Автоматична система управління**

Високий рівень розвитку хімічної промисловості, яка є однією з ключових галузей економіки, обумовлює постійне впровадження автоматизації. Різноманітність технічних засобів автоматизації, вироблених вітчизняними підприємствами, сприяє успішному впровадженню автоматизації в хімічній промисловості. Завдання, які вирішуються при автоматизації хімічних виробництв, є складними і вимагають від спеціалістів глибокого розуміння процесів хімічної технології та автоматичного керування.

Автоматизація впливає на покращення ефективності виробництва: збільшення обсягів виробництва, підвищення якості продукції та зменшення її собівартості. Застосування автоматичних пристроїв призводить до підвищення якості продукції, зменшення відходів та браку, оптимізації витрат сировини та енергії, зниження чисельності працівників і обсягів капітальних витрат. Це також сприяє безаварійній роботі обладнання, зменшенню травматизму та уникненню забруднення довкілля промисловими відходами.

У хімічній промисловості особлива увага приділяється питанням автоматизації через складність технологічних процесів та їхню велику чутливість до порушень режиму, а також вибухо- та пожежонебезпеку перероблюваних речовин.

### **6.2.2 Аналіз гідравлічного пресу як об'єкта керування**

Гідравлічний прес використовується для формування термоізоляційних блоків у хімічній промисловості та виробництві температуростійких виробів. Це машина з трьома гідроциліндрами, які є основними робочими органами.

Інгредієнти суміші завантажують у прес-форму, де вони пресуються протягом певного часу для досягнення необхідної форми та розміру.

Керування процесом пресування включає вимірювання тиску в гідравлічній магістралі та узгоджені дії робочих механізмів. Схема автоматизації передбачає контроль взаємодії головного гідроциліндра та допоміжних гідроциліндрів.

Під час пресування може виникнути негативний ефект – збільшення питомої ваги готового продукту, що знижує термоізоляційні якості. Гідросистема заповнюється робочою рідиною-мастилом перед запуском, а регулятор тиску активує клапан подачі рідини.

Функціональна схема автоматизації повинна включати вимірювання шкали тиску, сигналізаційну схему та контроль тиску рідини в трубопроводі.

### **6.2.3 Опис розробленої схеми автоматизації гідравлічного пресу**

Функціональна схема організована так, що автоматично регулює тиск робочої рідини в гідросистемі гідравлічного пресу та автоматично перемикає процеси пресування, повороту каруселі та виштовхування відформованого продукту. Тиск робочої рідини в гідросистемі вимірюється манометром 7а, а тиск пресуючого механізму вимірюється пружинним манометром 2а.

Для забезпечення необхідної швидкості подачі пуансона на штоці пресу встановлений копір, який кінематично пов'язаний з клапаном управління подачі мастила в гідроциліндр пресування.

Система автоматики та блокування забезпечує послідовність операцій, уникнення можливих збоїв. Поворот каруселі відбувається тільки з фіксованого положення, коли пуансон знаходиться у крайньому верхньому положенні, а подача мастила в гідроциліндр вимкнена.

В процесі пресування важливо витримати матеріал певний час під тиском. Система автоматизації контролює подачу мастила, переміщення гідроциліндрів та витримку продукту під час цього процесу.

#### 6.2.4 Опис системи сигналізації

Система технологічної сигналізації у гідравлічному пресі призначена для інформування про завершення певного етапу технологічного процесу, витримки чи виштовхування. Поява попереджувальних сигналів вказує обслуговуючому персоналу на необхідність вжиття визначених заходів для подальшої роботи пресу.

Технічно система сигналізації реалізується через пряме з'єднання кінцевих вимикачів із сигнальною лампою. Робота системи включає кінцевий вимикач, пов'язаний з штоком гідроциліндра, вимірювальний елемент і ланцюг сигналізації. Вихідний ланцюг вимірювального елемента підключено до регулюючого приладу, а ланцюг сигналізації - до його виходу. Технологічний контакт ТК1 в ланцюгу сигналізації замикається при відповідному положенні вимірювального приладу. При цьому відбувається замикання ланцюгу сигналізації, і під час світіння сигнальної лампи оператор може визначити завершення конкретного технологічного процесу.

#### 6.2.5 ВИСНОВКИ ЗА РОЗДІЛОМ

Результат виконання розділу «Автоматизація» є розроблена функціональна схема автоматизації гідравлічного пресу.

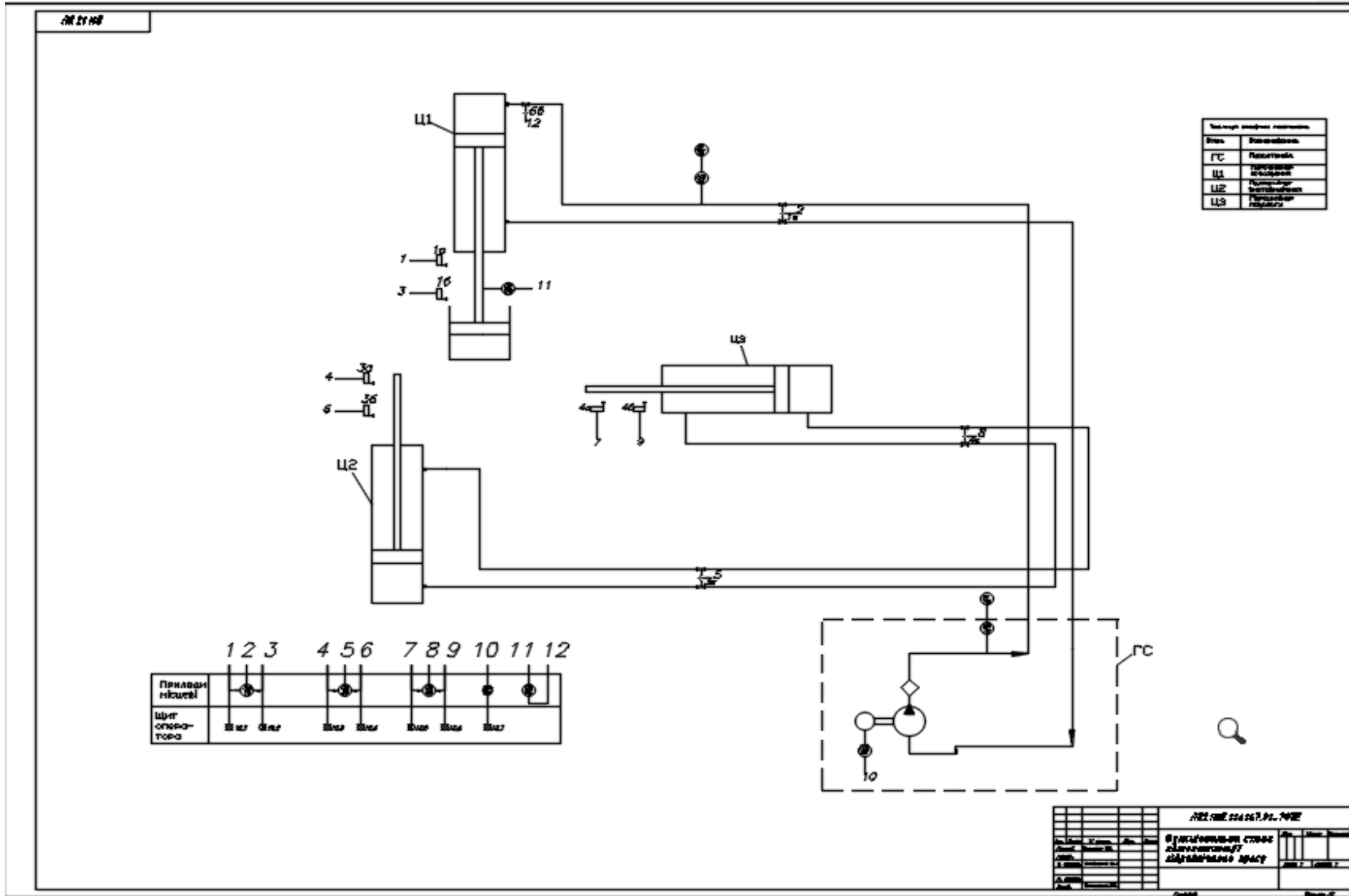
Під час виконання даного розділу були отримані нові знання та навички, такі як:

- Формулювання завдання на автоматизацію присутнього технологічного процесу;
- Читання та розробка схем автоматизації хіміко-технологічних процесів на основі стандартів які нам дані;

- Вивчення принципів роботи та характеристик основних типів первинних вимірювачів (датчиків) технологічних параметрів та вторинних пристроїв, а також інструментів сигналізації;

- Ознайомлення із стратегіями управління та функціональними можливостями автоматичних регуляторів (позиційних, аналогових, цифрових);

- Ознайомлення з особливостями конструкції та умовами експлуатації пристроїв, які мають безпосередній вплив на технологічний процес.



Таблиця 6.2 Специфікація устаткування, виробів і матеріалів

№ позиції на схемі	Найменування параметру	Граничні значення параметрів	Найменування і характеристики	Місце встановлення	Кількість на агрегаті	Завод виробник
1г,3г 4г	Напруга	12В	Магнітний перимикач	В установці	3	Приборобудівний завод, м. Луцьк
1а, 1б,3а3б ,4а4б	Напруга	12В	Кінцевий вимикач	Гідроциліндр	6	Приборобудівний завод, м. Луцьк
2б,7б	Тиск	16МПа	Манометр МН4	Головна магістраль	2	Завод “Мукачев-прибор” м. Мукачево
2а,7а	Тиск	32МПа	Перемикач манометра ПМ-2-2-32УХЛЧ	магістраль	2	Завод “Теплоавтомат” м. Харків
НЛ1- НЛ7	Напруга	12В	Лампа сигнальна	Щит управління	7	Завод “Теплоавтомат” м. Харків
5б	Напруга	380В	Вмикач	Установка гідростанції	1	Приборобудівний завод, м. Луцьк

## 6.3 Стартап проект

### 6.3.1 Опис ідеї стартап-проекту

Підхід до виробництва керамічних плит з кожним роком невпинно вдосконалюються в різних аспектах: дизайн, структура, технологічний підхід виробництва і тд. Основні аспекти які ми обрали для обговорення це структура самої плитки та процес виробництва.

За рахунок цього ми постараємось підвищити якість плитки, що в свою чергу покращить довговічність плитки і дозволить підтримувати незамінність плит в будівлях на довгі роки. Цим поліпшиться екологічність середовища.

Ідея стартап проекту полягає у створенні екологічно чистих керамічних плит, що будуть використовуватись у різних сферах будівництва (в пріоритеті великі життєві масиви). Детальний опис ідеї подано у табл. 6.3.

Таблиця 6.3. – Опис ідеї стартап-проекту

Розробка екологічно чистих методів виробництва керамічних плит.	1. Будівельні проекти, оздоблення фасадів	Екологічно чисті матеріали, що не шкодять здоров'ю.
	2. Декорування підлоги, стін, плитка для ванних кімнат.	Можливість використання в будівництві для створення естетичних та екологічно чистих приміщень.
	2. Інтеграція у сучасні архітектурні проекти для створення стильних просторів.	Інноваційні рішення для архітектурних проектів та дизайну.
	4. Використання у виробництві меблів, технічних деталей.	Можливість застосування у виробництві меблів і технічних конструкцій.

Існують кілька популярних методів створення екологічно чистих керамічних плит:

- Використання вторинних матеріалів: Це включає використання відходів від виробництва кераміки або інших промислових процесів.
- Зменшення споживання енергії: Розробка технологій, які зменшують витрати енергії під час виробництва.
- Використання біопалива: Заміна традиційних джерел енергії на біопаливо для підтримки екологічно чистого виробництва.

Основні відмінності від конкурентів включають:

- Екологічна підвищена придатність: Використання вторинних матеріалів або біопалива може створювати екологічно сприйнятливі продукти, що робить їх привабливими для екологічно освічених споживачів;
- Енергоефективність: Реалізація технологій зменшення споживання енергії може забезпечити більш ефективний процес виробництва, що може стати перевагою у виробництві (табл. 6.4).

Таблиця 6.4 – Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№	Техніко-економічні характеристики ідеї	Концепції конкурентів			W	N	S
		Мій проект	Morgan Advanced Materials	Atlas Concorde			
1	Надання клієнтам зразки продукції для ознайомлення	+	-	+			Клієнт може ознайомитись із зразками готової продукції
2	Виготовлення плит під замовлення	+	+	+			
3	Виготовлення плит з вогнетривкою підтримкою	-	+	-	-		Створений нами вид не підлягає вогнетривкості



4	Обробка специфічними візерунками	+	-	+			Клієнт може спокійно обрати з присутніх стилів, або ж дати власний
---	----------------------------------	---	---	---	--	--	--

### 6.3.2 Технологічний аудит проекту

Виконуємо аналіз техніко-економічних характеристик нашого стартапу. Досліджуємо динаміку серед ринку керамічних плит та подібних виробів в Україні, світі за останні декілька років (табл. 6.5).

Таблиця 6.5 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Створення екологічно чистих керамічних плит	Керамічне виробництво з використанням гідравлічних пресів та екологічних матеріалів.	<b>Керамогранітні технології:</b> Використовуються для імітації натурального каменю, виготовлені з екологічно чистих матеріалів.	Технології вже застосовуються в промисловості і є доступними для впровадження.

### 6.3.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Актуальність нашої ідеї підтримується за рахунок якості нової суміші матеріалу, що використовує більш зменшений помел, в свою чергу відкриваючи покращені характеристики готових виробів. Це підтверджується ринковими можливостями запуску стартапу. Оцінюємо детальну характеристику потенційних клієнтів у табл. 6.6.

Таблиця 6.6 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія	Вимоги споживачів до товару	Вимоги споживачів до компанії
1	Естетичний дизайн: Споживачі цінують керамічні плити за їхню естетику та стиль, що відповідає сучасним тенденціям.	Будівельні компанії та ремонтні бригади: Це основні споживачі керамічних плит для використання в будівництві та ремонті.	Якість матеріалу та дизайну. Функціональність та довговічність.	Якісне обслуговування та консультації. Гнучкість та адаптивність у виробництві.
2	Стійкість та надійність продукту: Попит на плитку з кераміки виникає через її довговічність та високу зносостійкість.	Приватні споживачі: Особи, які власноруч ремонтують чи оновлюють інтер'єри своїх осель.	Якість матеріалу та дизайну. Функціональність та довговічність.	Якісне обслуговування та консультації. Гнучкість та адаптивність у виробництві.

Обрані покращення на нашу думку прекрасно стабілізують процес нашої задумки. Ці покращення не поширені серед конкурентів і тому ми спокійно вважаємо нашу ідею цілком перспективною та конкурентоспроможною (табл. 6.7).

Таблиця 6.7 – Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№	Фактор конкурентоспроможності	Перерахунок аспектів, які роблять показник для зіставлення конкурентних проектів вагомим.
1	Якість	Очікується якісний продукт з естетичним дизайном та різноманітними варіантами
2	Функціональність та довговічність	Плитка буде довго служити, та витримає вплив зносу та вологи
3	Комплексний підхід	Наявність професійних консультантів, які нададуть необхідну інформацію та поради. Споживачі можуть мати різні вимоги, тому компанія готова до індивідуальних замовлень

Тепер виходячи з визначень конкурентоспроможності проводимо аналіз сильних та слабких сторін нашого проекту (табл. 6.8).

Таблиця 6.8– Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін проекту

№	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1- 20	Рейтинг товарів- конкурентів у порівнянні з нашим проектом						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Функціональність	19			3	1	2		
2	Якість	19			3	2	3		
	1.сучасні матеріали	18				2	2		
	2.обладнання	19			2	1	1		
	Потреби споживачів	15		3	2	2			
3	Екологічність	19			2	1			
4	Строк експлуатації обладнання	17			1	3			
5	Ціна	15	1	3	2				

1. Morgan Advanced Materials.
2. GIR - Група Tubądzin.
3. Atlas Concorde.

Тож, на основі аналізу цих факторів конкурентоспроможності можна зробити наступні висновки:

- 1) Сильні сторони: екологічність (чистота при виробництві, використання екологічно чистих речовин і нових технологій), якість;
- 2) Слабкі сторони: потреби споживачів, строк експлуатації обладнання (стрічки конвеєрів і розхідні бункера постійно будуть зношуватись).

Більш детальну інформацію продемонстровано в SWOT–аналіз (табл. 6.8).

Таблиця 6.9 – SWOT-аналіз

<p><b>Сильні сторони:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Довговічність продукції;</li> <li>2. Функціональність;</li> <li>3. Висока ефективність;</li> <li>4. Сучасність: обладнання та матеріали;</li> <li>5. Наявність способів транспортування;</li> <li>6. Екологічність.</li> </ol>	<p><b>Слабкі сторони:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Висока ціна відносно звичайних плит;</li> <li>2. Вузька спеціалізація обладнання виробництва;</li> <li>3. Строк експлуатації декількох елементів обладнання.</li> </ol>
<p><b>Можливості:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сучасні розробки;</li> <li>2. Різноманітний дизайн;</li> <li>3. Можливість розширення виробництва в інших галузях.</li> </ol>	<p><b>Проблеми:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Висока ціна;</li> <li>2. Складність процесу;</li> <li>3. Вузький спектр застосування.</li> </ol>

Виходячи зі SWOT-аналізу робимо наступний висновок:

Даний стартап має більше сильніших сторін та можливостей, ніж складних сторін і проблем.

#### 6.3.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Ринкова стратегія нашого стартапу передбачатиме визначення стратегії розповсюдження ринку: вибір цільових груп споживачів (табл. 6.9).

Таблиця 6.10 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

№	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи	Інтенсивність конкуренції сегменті	Простота входу у сегмент
1	Комунальні організації	Висока	Високий	Середня	Середня

2	Будівельні, інженерні та інші компанії, які спеціалізуються на будівничий промисловості	Висока	Високий	Висока	Середня
3	Малі приватні підприємства	Середня	Високий	Мала	Висока

Добавлено примечание ([вп1]):

Робимо висновок з отриманих даних: присутня можливість орієнтуватись на обидві категорії споживачів. Для повноцінної роботи в обраних сегментах потрібно сформулювати стратегію проекту (табл. 6.11).

Таблиця 6.11 – Визначення базової стратегії розвитку

№	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкуренто-спроможні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Розробка і виробництво екологічно чистих керамічних плит, використовуючи унікальні матеріали та технології з екологічною спрямованістю.	Запуск продукції з акцентом на стале підтвердження екологічності продукту та сприяння у зменшенні впливу на навколишнє середовище, просування на ринок через партнерство з екологічними організаціями та рекламу, спрямовану на свідомих споживачів.	1. Висока якість продукції, враховуючи екологічні стандарти. 2. Інноваційність у використанні матеріалів та технологій для створення екологічних плит.	Фокус на дослідженні та впровадженні нових технологій, підтримка екологічної ініціативи, розвиток партнерських відносин із спеціалізованими організаціями та акцент на високу якість продукту.

Оцінюючи ринок керамічного виробництва ми бачимо який він великий. Тому основними стратегіями було обрано дослідження та впровадження. Завдяки цьому ми можемо задовольнити широкий спектр клієнтів. Тепер виконуємо оцінку конкурентної поведінки (табл. 6.12).

Таблиця 6.12 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№	Чи є проект першопрохідцем на ринці	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1	Так, наш проект є першопрохідцем, оскільки пропонує екологічно чисті керамічні плити, що є новаторським продуктом на ринку.	Компанія спрямована на привертання нових споживачів, акцентуючи на перевагах екологічно чистих плит над існуючими ринковими пропозиціями.	Наша стратегія передбачає унікальність продукту, проте ми вивчаємо конкурентів для уникнення їхніх недоліків і можливого вдосконалення наших пропозицій.	Наша стратегія базується на інноваціях, визначенні сильних сторін конкурентів для покращення наших продуктів та активному маркетингу, який підкреслить екологічні переваги наших плит.

Найперспективніший варіант являється унікальність самого продукту і удосконалення методів виробництва продукції, задля більшого впливу на ринку, модернізацій продукту, адаптація продукції до нових рішень та розширення варіацій використання.

Далі визначаємо стратегію позиціонування (табл. 6.13).

Таблиця 6.13 – Визначення стратегії позиціонування

№	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкуренто-спроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Екологічна безпека - небезпека для навколишнього середовища мінімізується за допомогою екологічно чистих матеріалів	Інновації у виробництві керамічних плит.	Надійна екологічність продукту.	Екологічна відповідальність. Інноваційність. Естетика та стиль.
2	Дизайн та естетика - відмінний зовнішній вигляд, який привертає покупців.	Посилення маркетингових зусиль у просуванні екологічних переваг продукту.	Сучасний та привабливий дизайн плит.	Екологічна відповідальність. Інноваційність. Естетика та стиль.

Виходячи з усього вищесказаного, було обрано три ключових фактори, які формують стратегію позиціонування для нашого стартапу.

### 6.3.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Для того щоб розробити маркетингову програму потрібно сформувати концепцію нашого товару. Визначаємо ключові переваги концепції (табл. 6.14).

Таблиця 6.14 – Визначення ключових переваг потенційного товару

№	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)

1	Зростаючий попит на екологічно чисті будівельні матеріали.	Мінімізація впливу на навколишнє середовище завдяки екологічно чистим матеріалам.	Використання найновіших екологічно чистих технологій у виробництві.
2	Потреба у високоякісних та стильних керамічних плитах для інтер'єру.	Естетика та якість в одному продукті, задовольняючи вимоги покупців.	Унікальний дизайн та широкий вибір, що перевершує аналогічні продукти на ринку.

Таблиця 6.15 – Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові
1. Товар за задумом	1. Екологічно чисті матеріали та інноваційні технології для створення керамічних плит. 2. Унікальний дизайн та висока якість.
2. Товар в реальному виконанні	1. Виробництво керамічних плит із використанням екологічно чистих матеріалів та технологій. 2. Продукція, яка відповідає стандартам якості та має естетичний дизайн.
3. Товар із підкріпленням	1. Підтвердження екологічності матеріалів відповідно до сертифікаційних вимог. 2. Відгуки клієнтів, підтверджуючи високу якість та естетику продукції.
Виходячи з вищезазваного, робимо висновок, що потенційний товар буде захищено від копіювання: захист ідеї виконується штампами та маркою.	

Виходячи з цих двох таблиць було розроблено основну концепцію товару та її переваги.

Далі визначимо меж встановлення цін товару (табл. 6.16).

Таблиця 6.16 – Визначення меж встановлення ціни

№	Рівень цін на товари- замітники	Рівень цін на товари- аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	600-1200 грн.	750-2000 грн	Від 160000 грн до 4000000 грн на рік	Верхня: 1600 грн Нижня: 800 грн (Залежить від дизайну продукції).



На основі аналізу ринку керамічного виробництва в Україні було визначено приблизну цінову межу на продукцію.

Далі виконуємо визначення оптимальної системи збуту, в межах якого приймається рішення (табл. 6.17).

Таблиця 6.17 – Формування системи збуту

№	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Клієнти можуть бути схильні до збуту товару великими партіями для будівництва чи витрат на оздоблення, що впливає на обсяги та регулярність замовлень.	Включають в себе пошук клієнтів, управління складом товарів, організацію доставки та підтримку клієнтів у вирішенні питань з використання продукції.	Широка.	Залучена.

На основі цієї таблиці було залучено потрібну систему збуту(чим більше людей залучено, тим вище шанс реалізації проекту).

Остання складова маркетингової комунікації що спирається на попередню обрану основу для позиціонування, що визначає специфіку поведінки клієнтів (табл. 6.18).

Таблиця 6.18 – Концепція маркетингових комунікацій

№	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, яким й користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Клієнти можуть цінувати екологіч-	Онлайн-платформи, соціальні мережі,	Екологічна чистота,	Привернення уваги до	Використання образів, які

но чисті матеріали, активно шукати інформацію онлайн, та бути зацікавленими в інноваціях у будівельній сфері	фахові журнали та виставки, електронна пошта, а також реклама у спеціалізованих будівельних магазинах.	інноваційність у виробництві керамічних плит, створення естетичних та функціональних рішень.	екологічних переваг продукту, висвітлення його унікальних якостей та позиціонування у якості інноваційного вирішення.	підкреслюють екологічність, інноваційність та естетику продукту, та акцент на його практичній користі.
--	--	--	---	--

На основі всього виконаного і визначених складових стартап-проекту робимо наступні висновки:

- Ринок керамічної продукції актуальний досі та використовується попитом у всьому світі. Динаміка являється підростаючою, тому створюються нові можливості для реалізації нашого проекту. Враховуємо, що ринок виробництва екологічних керамічних плит є новим, тому факт невеликої конкуренції присутній, але не варто зазіхати увагу на те що в скорому часі не буде аналогу.

#### 6.4 Охорона праці

Охорона праці та навколишнього середовища в сфері проектування і модернізації техніки є суттєвою. Дотримання вимог діючого законодавства стосовно безпеки праці та охорони довкілля є надзвичайно важливим для забезпечення безпечних та здорових умов праці. Ваші вказівки з охорони праці щодо карусельного пресу дуже конкретні та охоплюють ключові аспекти безпеки:

- Повітря робочої зони: Важливо забезпечити належну вентиляцію та очищення повітря, щоб уникнути небезпечних рівнів шкідливих речовин, які можуть утворюватися під час процесу виробництва;

- Виробничий шум: Звуковий комфорт робочого середовища також є важливим. Використання шумозахисних матеріалів чи ізоляція може зменшити негативний вплив шуму на працівників;
- Безпека при роботі з рухомими та обертаючимися деталями: Необхідно запрограмувати пристрої безпеки для уникнення доступу працівників до рухливих деталей пресу в процесі його роботи;
- Небезпека електричного струму: Важливо використовувати заходи безпеки, такі як захисні оболонки та системи відключення, щоб запобігти поразці електричним струмом;
- Пожежна безпека: Встановлення відповідних систем пожежної безпеки та дотримання вимог щодо пожежонебезпечних матеріалів у зоні виробництва.

#### 6.4.1 Повітря робочої зони

Робота машиніста по обслуговуванню карусельного пресу відноситься до категорії легких фізичних робіт з ГОСТ 12.1.005-88 з енерговитратами 630 кдж/год. Приміщення відноситься до приміщень без надлишку явного тепла до 84 кдж/м<sup>3</sup>\*год. Для даної категорії робіт із прийнятих значень норм мікрокліматичних умов припустимі і фактичні параметри температури, відносній вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні зводимо в табл. 6.19.

Таблиця 6.19 – Параметри вологості і швидкості руху

Сезон	Категорія робіт 1б					
	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
	Допуст.	Фактич.	Допуст.	Фактич.	Допуст.	Фактич.
холодний	19-25	19-20	19-20	40-65	Не більш 0,2	0.2
теплий	19-25	19-20 <sup>1</sup>	20-20	40-70	Не більш 0,2	0.2

Фактичні параметри метеоумов відповідають нормам ГОСТ 12.1.005-88 і забезпечуються наступними заходами:

- У холодний час року підігрів приміщення батареями з теплоносієм водою, нагрітої до  $t 60^{\circ} \text{C} \pm 5^{\circ} \text{C}$ ;
- У теплий час року загальобмінною вентиляцією через верхні прорізи вікон, через двері.

#### **6.4.2 Небезпека поразки електричним струмом**

Виробниче приміщення, у якому встановлений пункт керування карусельним пресом, відповідно до діючих правил (ПУЕ) відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою поразки людей електричним струмом.

Для живлення установки використовується трифазна напруга 220/380 В, з частотою 50 Гц і ізольованою нейтраллю.

Причини поразки обслуговуючого персоналу можуть бути наступні:

- помилкове вмикання установки;
- пробій на корпус;
- дотик людей до відкритих струмопровідних частин електроустаткування;
- старіння ізоляції і втрата її ізоляційних властивостей;
- дотик до частин установки, що можуть виявитися під напругою у випадку короткого замикання.

Трифазні ланцюги згідно “Правилам устрою електроустановок” (ПУЕ), при напрузі до 1000 В приймаються як трьохпровідні ланцюги з ізольованою нейтраллю.

Для трехпроводной сети с изолированной нейтралью при режиме работы у випадку дотику до однієї фази струм через людину дорівнює:

$$I_4 = \frac{U_\phi}{R + \frac{r}{3}} = \frac{220}{1200 + \frac{80000}{3}} = 0,0078(A),$$

де  $U_\phi = 220\text{В}$  - фазну напругу;

$R_ч = R_{мч} + R_о + R_n + R_{кн} = 800 + 250 + 100 + 50 = 1200$  Ом - опір людини;

г-опір мережі.

Таким чином, небезпека поразки для людини визначається опором ланцюга людини. Зі зменшенням цих опорів ця небезпека збільшується.

Як величину тривалої поразки струмом при нормальних умовах застосовують силу струму  $I=0,01$  А. При тривалому влученні під напругу силу струму, що допускається, приймають рівній силі струму, не зухвалих порушень у режимі ритму роботи серця.

Припустимо величину напруги дотику визначають як:

$$U_g = I_4 \cdot R_4 = 0,01 \cdot 1200 = 12(B).$$

Для короткочасного перебування під напругою

$$U = I_4 \cdot R_4 = 0,065 \cdot 1200 = 78(B),$$

де  $I_{чм}=0,065$  А - сила струму, що допускається, при дії в плінні 1 сек.

Безпека експлуатації устаткування забезпечується поруч організаційних і технічних мір захисту: застосуванням малих напруг, захисним поділом мереж, контролем і профілактикою ушкодження ізоляції, подвійною ізоляцією, забезпеченням неприступності струмоведучих частин, захисним

заземленням, захисним зануленням, захисним відключенням, застосуванням засобів індивідуального захисту й ін.

З метою запобігання травм рекомендується вживати наступних заходів обережності:

- рубильники включення установки повинні знаходитися в спеціальній шафі;
- силові кабелі помістити в спеціальні захисні металеві рукава;
- передбачити спеціальне захисне відключення установки у випадку влучення людини під напругу;
- на панелі управління передбачити спеціальні лампи включення установки;
- вузли установки, що можуть виявитися під напругою, постачити затисками для підключення заземлення.

Заземлення установки виконується відповідно до ГОСТ 12.1. 030-81.

Біля датчиків заземлення нанести незмивний фарбою знаки «Земля» за ГОСТ 12.1.030-81.

Електрична міцність ізоляції перевіряється на іспитовій напрузі 200 В с частотою 50 Гц у пліні 1 хвилини.

Опір ізоляції повинен бути не менш 0,5 мОм.

Електрична апаратура, встановлена усередині робітників приміщень, повинна мати ступінь захисту Ір-51 ГОСТ 14254-80.

Ізоляція провідників виміряється мегаамперметром П044Т У25-0.4-1970-80.

### 6.4.3 Розрахунок захисного заземлення

Оскільки установка запитана напругою 380 В и існує можливість влучення обслуговуючого персоналу під напругу, тому необхідно заземлити установку. Допускається заземлення з опором  $R_D = 4$  Ом.

При улаштуванні штучних заземлень, їхній опір повинен задовольняти умові:

$$R_U < |R|$$

Як заземлення використовуємо сталеві стрижні  $d = 0,014$ м.

Опір розтікання струму з одного вертикального електрода:

$$R_1 = \frac{R}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right) =$$

$$= \frac{30}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot 3}{0,0142} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 25 + 3}{4 \cdot 25 - 3} \right) = 10,1 (\text{Ом}),$$

де  $t$ -віГОСтань від центра електрода до поверхні землі, м;

$l$ - довжина стрижня, м;

$R$ - питомий опір ґрунту.

Опір одного сталевого електрода більше припустимого, тому включаємо кілька рівнобіжних електродів.

Їхню кількість визначаємо:

$$n = \frac{R_1}{V \cdot R_U} = \frac{10.1}{0.7 \cdot 3.3} = 4.4$$

де  $V_3$  - коефіцієнт взаємного екранування.

Приймаємо  $n_3=5$ .

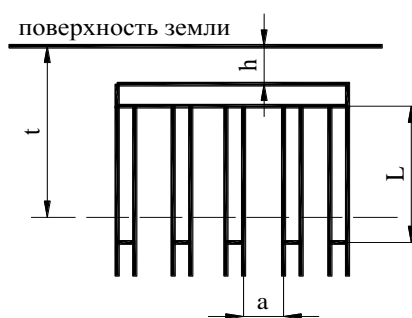


Рис. 7.1. Схема до розрахунку захисного заземлення.

З'єднання вертикальних електродів будемо виконувати металевією смугою перетином  $4 \times 40$  мм.

Довжина смуги:

$$l_n = a \cdot (n - 1) = 1,5 \cdot (5 - 1) = 6(\text{м}),$$

де  $a = 1.5$  м - віГОСтань між електродами опору, рівна віГОСтані зє'днувальним смуги:

$$R_n = \frac{R_{ГР}}{2 \cdot \pi \cdot l_n \cdot V} \cdot \ln \frac{2 \cdot l^2}{6 \cdot l_n} = \frac{30}{2 \cdot 3,14 \cdot 6 \cdot 0,7} \cdot \ln \frac{2 \cdot 3^2}{6 \cdot 0,7} = 1,65(\text{Ом})$$

Еквівалентний опір заземлення:



$$R = \frac{R_1 \cdot R_n}{R_1 + (R_n \cdot V \cdot n)} = \frac{10,1 \cdot 1,65}{10,1 + (1,65 \cdot 0,7 \cdot 5)} = 1,05(\text{Ом})$$

Тому, що еквівалентний опір заземлення  $R_3 = 1,05\text{Ом}$  менше припустимого значення  $R_g = 4\text{ Ом}$ , та умова виконується.

При наявності заземлення струм через людину дорівнює:

$$I = \frac{U_\phi}{R + \frac{r}{3} + \frac{R \cdot r}{3 \cdot R}} = \frac{220}{1200 + \frac{80000}{3} + \frac{1200 \cdot 80000}{3 \cdot 1,05}} = 0,0039(\text{А}).$$

Таким чином, при улаштуванні заземлення міри електробезпеки забезпечується.

#### 6.4.4 Виробничий шум

Тому що робота карусельного пресу зв'язана з механічними рухами, те неминуче виникають шуми, що шкідливо впливають на слуховий апарат людини.

Основними джерелами шуму є:

- електродвигуни приводів;
- зубчасті передачі;
- механізми повороту каруселі;

Рівень звукового тиску в октавних смугах частот рівня звуку й еквівалентні умови звуку для постійних робочих місць, при працюючій печі не повинні перевищувати припустимих величин, установлених за ГОСТ 12.1.003-83 і ДСН 3.3.6.037-99.

Тому що при роботі карусельного пресу шуми непостійні, то максимально встановлені рівні звуку на робочих місцях відповідають величині

80 дБ. При такому рівні звуку забезпечується збереження слуху працюючих протягом 20 років.

При роботі карусельного пресу рівень звуку досягає значення 60 дБ .

Таким чином, фактичний рівень звуку нижче, ніж припустимий.

#### **6.4.5 Небезпека впливу що рухаються й обертаються частин установки**

Небезпечними що рухаються й обертаються частинами машини вертикального витягування скла є:

- Карусель пресу;
- муфта головного редуктора;
- гідромуфта;

Ці механізми є небезпечними, тому що можливе нанесення механічних травм. З метою запобігання травм встановлені огороження і захисні кожухи. Для огороження використовуємо зварені з прутів у виді ґрат екрани. Обертові механізми двигунів і муфт встановлені в нерухомих кожухах.

#### **6.4.6 Освітлення**

Важливу роль у справі створення безпечних умов праці грає освітлення. Розрізняють природне, штучне і сполучене освітлення.

Санітарні норми вимагають максимально можливого використання природного освітлення приміщень, тому що останнє підвищує захисні функції організму, стимулює і нормалізує роботу різних його систем.

У денний час виробничі приміщення освітлюється природним світлом. Для цього вибирається бічне освітлення, через світлові прорізи в зовнішніх стінах.

Згідно СН і П П-4-79, робота з обслуговування устаткування відноситься до VI розділу підрозділу «а», тобто загальне спостереження за технологічним

процесом. При цьому робоче місце машиніста машини вертикального витягування скла повинне мати освітленість робочої зони  $E_{\text{нор}}=150$  лк.

Устаткування працює в 3 зміни, виробництво безупинне.

Розрахунок освітлення будемо робити для темного часу доби, застосовуючи тільки загальну освітленість люмінесцентними лампами ЛДЦ-40, потужністю 40 Вт, світловим потоком  $F = 2100$  лм і освітленістю  $E_{\text{ф}} = 100$  лк.

Загальне рівномірне освітлення горизонтальної поверхні при світильниках будь-якого типу буде розраховано по методу коефіцієнта використання світлового потоку.

Виконуємо проектний розрахунок освітлення:

Світловий потік лампи накаливання знайдемо по формулі:

$$F = \frac{EKSZ}{N\eta},$$

де  $F$  - потік лампи у світильнику, лм;

$E$  - мінімальна освітленість по нормах, лк;  $E = 150$  лк;

$K$  - коефіцієнт запасу;  $ДО = 1,4$ ;

$N$  - число світильників,  $N = 55$ ;

$\eta$  - коефіцієнт використання світлового потоку в частках одиниці  $0,52$ ;

$Z$  - відношення середньої освітленості до мінімального,  $Z = 1,15$  для ламп накаливання;

$S$  - площа приміщення,  $S = 30 \times 20 = 600$  м<sup>2</sup>;

Індекс приміщення обчислюється по формулі:

$$i = \frac{S}{\square(A + B)},$$

де  $h$  - розрахункова висота підвісу світильників  $h = H - h_c - h_p$ ;

$A$  - довжина приміщення,  $A = 30$ м;

$B$  – ширина приміщення,  $Y = 20\text{м}$ ;

$H$  – висота приміщення,  $H = 8\text{м}$ ;

$h_c$  – звис світильника звичайно приймається  $0,6 \div 0,7\text{ м}$ ;

$h_p$  – висота робочої поверхні від підлоги  $0,8 \div 1\text{ м}$ .

Тоді:

$$h = 8 - 0,6 - 1 = 6,4(\text{м}).$$

$$i = \frac{600}{6,4(30 + 20)} = 1,88$$

Величина коефіцієнта відображення стін  $\rho_s = 10\%$ ,  $\rho_n = 30\%$ .

Знайдемо світловий потік:

$$F = \frac{150 \cdot 1,4 \cdot 600 \cdot 1,15}{55 \cdot (32/100)} = 8232,9(\text{лм})$$

Визначивши світловий потік однієї лампи, вибираємо лампу накаливання типу ДРЛ-250 потужністю 250 Вт, світловим потоком  $F=8300\text{ лм}$  (з відхиленням від розрахункового світлового потоку на 8%, що допускається) при напрузі 220 В.

Тоді фактична освітленість буде  $E_f=151,2\text{лк}$ , що і відповідає СН і П П-4-79.

Лампи накаливання вибираємо з тієї причини, що у виробництві є деталі обертання. Може спостерігатися стробоскопічний ефект при освітленні світильниками.

#### 6.4.7 Пожежна безпека

В цеху встановлено обладнання, яке загоряється при  $t=370-400^0\text{ С}$ .

Категорія пожежної небезпеки цеху – В (згідно ОНТП 24-86), ступінь вогнестійкості II (згідно СН і П 2.01.02-85).

Основними причинами виникнення пожеж при роботі карусельного пресу :

- несправність електроустаткування;
- розряд атмосферної і статичної електрики.

Заходи щодо пожежної безпеки підрозділяються на організаційні, технічні й експлуатаційні.

Організаційні заходи передбачають: правильну експлуатацію устаткування, правильний зміст приміщення, протипожежний інструктаж робітників.

До технічних заходів відносять дотримання протипожежної безпеки, правил і норм при проектуванні будинку, при установці електроустаткування, опалення, освітлення і вентиляції.

Експлуатаційні заходи – це своєчасний огляд і ремонт технологічного устаткування. Для гасіння пожежі застосовуються вуглекислотні вогнегасники ОУ-5 (4 шт.). Будинок обладнаний додатковим виходом (0,8 м) згідно СН і П 2.09.02-85.

#### **6.4.8 Указівки мір безпеки**

Карусельний прес обслуговують змінні оператори, черговий слюсар і електрик, добре знаючий його устрій, правила експлуатації і догляду, що одержали право на його обслуговування, що пройшли інструктаж з техніки безпеки.

До карусельного пресу може бути допущений персонал відповідної кваліфікації, що вивчив устрій машини, правила його експлуатації і минулий інструктаж з техніки безпеки у встановленому порядку.

Адміністрація підприємства, де експлуатується карусельний прес, повинна розробити докладно правила техніки безпеки виходячи з конкретних умов експлуатації, видати їх обслуговуючому персоналу.

Робоче місце оператора машини має освітленість робочої зони не менш 150 люкс.

Рівень звукового тиску в октавних смугах частот на робочому місці оператора машини не повинний перевищувати 80 дБ відповідно до вимог ГОСТ 12.1003-88 для постійних робочих місць і робочих зон у виробничих приміщеннях на території підприємства (згідно ДСН 3.3.6.037-99).

Гранично припустима концентрація ( ПДК пилу в повітрі робочої зони не повинна перевищувати норм, зазначених у ГОСТ 12.1005-88 “Повітря робочої зони. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги” – 6 мг/м<sup>3</sup>.

Для безпеки ремонтних робіт необхідно над робочою зоною установити вантажопідйомний устрій на 5 тонн.

Категорично забороняється:

- робити чи розбирання ремонт механізмів машини без відключення його від електромережі;
- залишати машину без нагляду в робочому стані;
- продовжувати працювати при виявленні яких-небудь несправностей;
- чистити, чи змазувати ремонтувати механізми машини час роботи;
- працювати без належного заземлення всіх елементів;
- ремонтувати електродвигуни, чи електроапаратуру замінити запобіжники особам, що не мають на це прав;
- працювати зі знятими чи ушкодженими огороженнями;
- працювати з підв'язаними, перемкнутими чи несправними вимикачами, що блокують;
- робити вмикання машини без подачі звукового сигналу.

Для безпеки роботи необхідно:

- силову й освітлювальну підводку укласти в ізоляційні труби;
- не захащувати робоче місце навколо установки, забезпечити вільний доступ до обладнання з усіх боків.

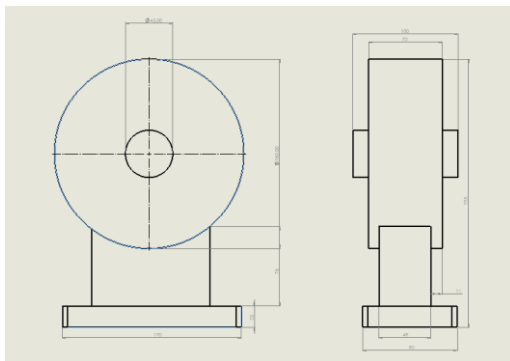
## 7. МОДЕРНІЗАЦІЯ ВУЗЛА УСТАНОВКИ

### 7.1 Розробка 3D-моделі базової і модернізованої частини вузла установки

Задля підтвердження модернізації потрібно розробити дві 3D-моделі ролику прес форми, а саме базову і модернізовану конструкції. В процесі виконання потрібно буде провести ряд певних розрахунків і порівняти два варіанти моделі між собою та узагальнити висновки стосовно продуктивності запропонованої модернізації. Проводити усі розрахунки будемо в програмному забезпеченні Solidworks 2023.

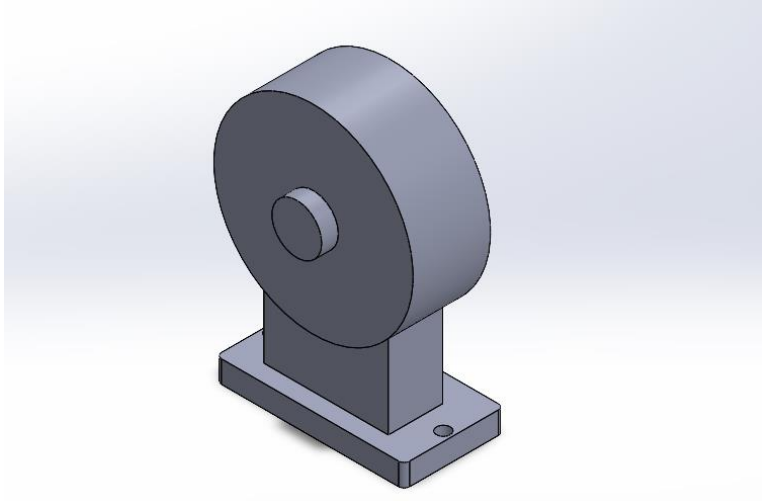
#### 7.1.1 Створення 3D-моделі вузла установки

Для створення базової моделі в Solidworks 2023, необхідно створити новий проект і додати до нього створені моделі деталей ролику за допомогою команди «Insert Component». Щоб з'єднати деталі використовуємо команду «Mate» та обираємо потрібний зв'язок. На рисунку 7.1 продемонстровано готову модель базового ролику.



a)



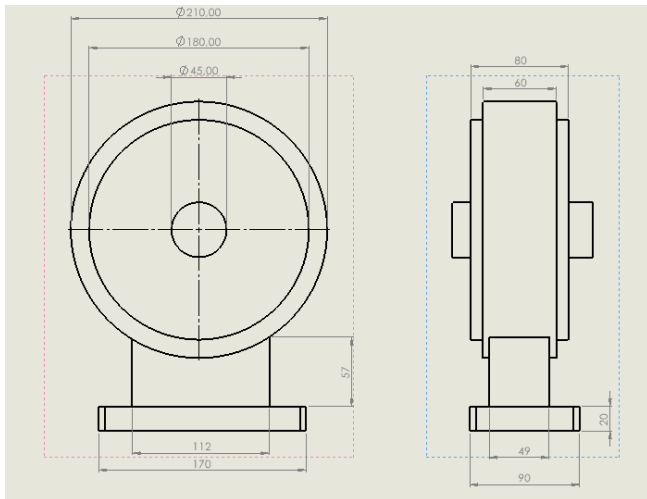


б)

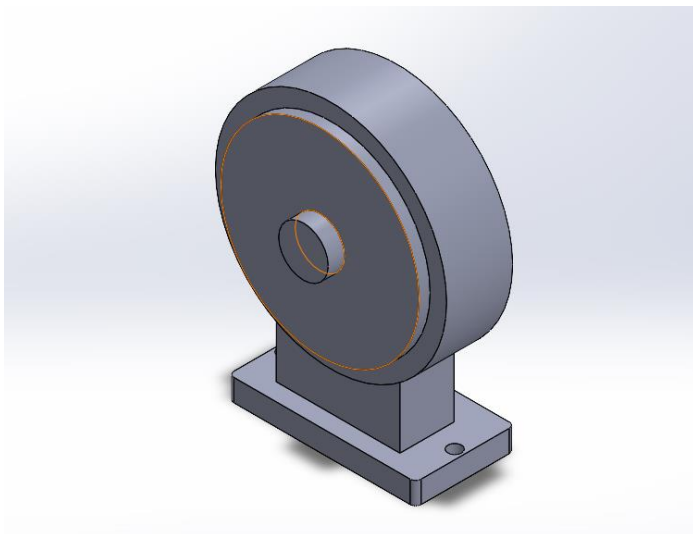
Рис. 7.1 – а) Ескіз моделі ролику; б) Тривимірна модель ролику

### 7.1.2 Створення 3Д-моделі модернізованого вузла установки

Для створення модернізованої тривимірної моделі в Solidworks 2023, створюємо новий проект і додаємо до нього створені моделі деталей ролику за допомогою команди «Insert Component». Щоб з'єднати деталі використовуємо команду «Mate» та обираємо потрібний зв'язок. На рисунку 7.2 продемонстровано готову модель модернізованого ролику.



а)



б)

Рис. 7.2 – а) Ескіз модернізованої моделі ролику; б) Тривимірний модернізований ролик

## 7.2 Розрахунок базової моделі ролика

Для виконання розрахунку деталі використовуємо Solidworks 2023, який доцільно підходить для такого типу задач. Обраний модуль програмного забезпечення Static.

Створюємо спочатку схему проекту, яка продемонстрована на рисунку 7.3.

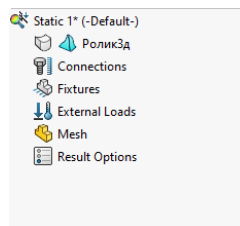


Рис. 7.3 – Створення середовища для навантажень на деталь

Далі обираємо потрібний матеріал. Було вирішено обрати карбонову сталь, яка має коефіцієнт запасу міцності в 350МПа(рис. 7.4).

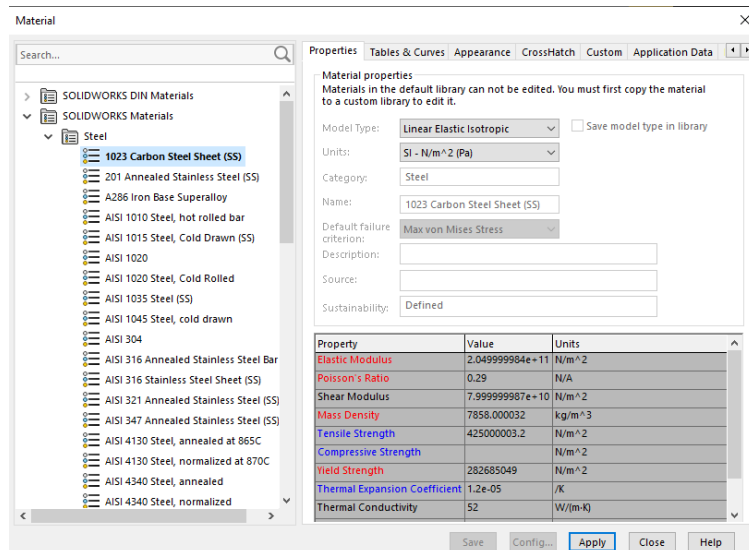


Рис. 7.4 – Вибір матеріалу

Далі задаємо закріплення на нижню плиту та верхню частину корпусу ролика. Після цього задаємо навантаження на колесико ролика, як продемонстровано на рисунку 7.5. Сила навантаження дорівнює 1,96 кПА. Після навантажень і закріплень створюємо сітку в пункті Mesh (рисунок 7.6). Використовуємо автоматичний підбір сітки. Якщо результат не задовольняє, коригуємо вручну.

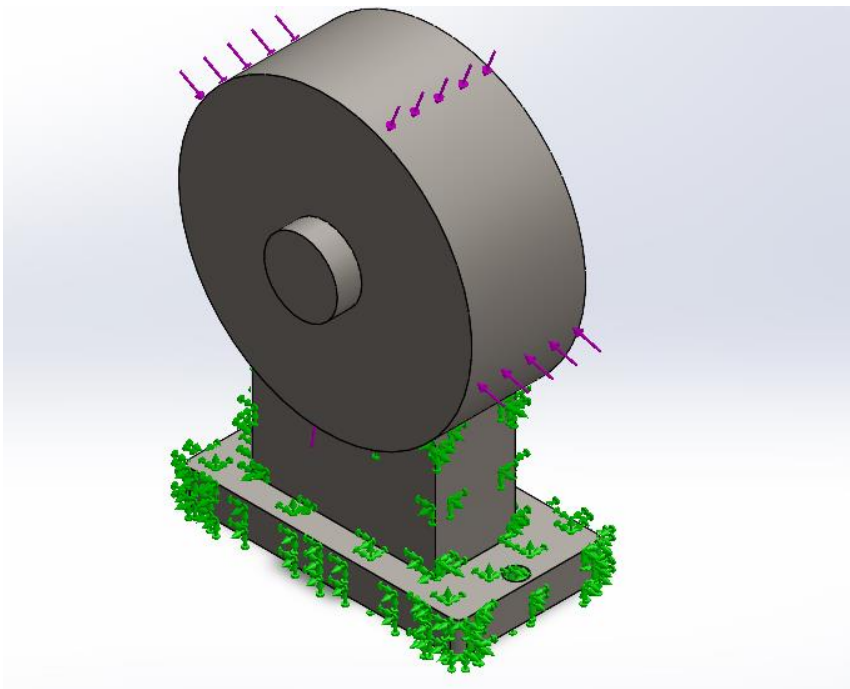


Рис.7.5 – Закріплення та навантаження на моделі ролика

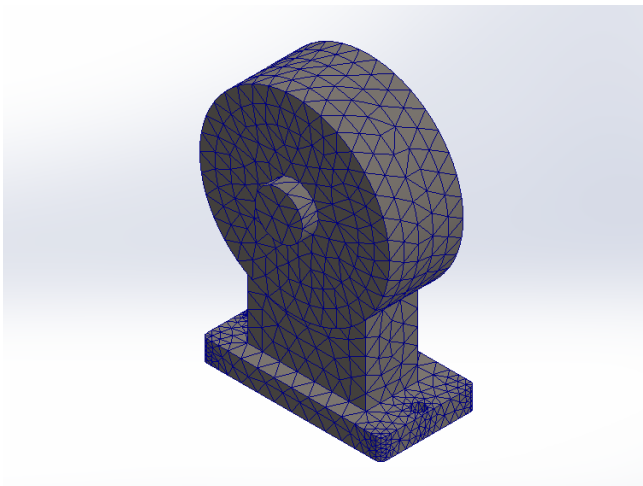


Рис.7.6 – Сітка моделі базового ролику

Після цього переходимо до розділу Results. Тут додаємо результати, які нам потрібні: напруження (рисунок 7.7), переміщення (рисунок 7.8), деформація (рисунок 7.9). Запускаємо команду Run This Study та розраховуємо тіло моделі.

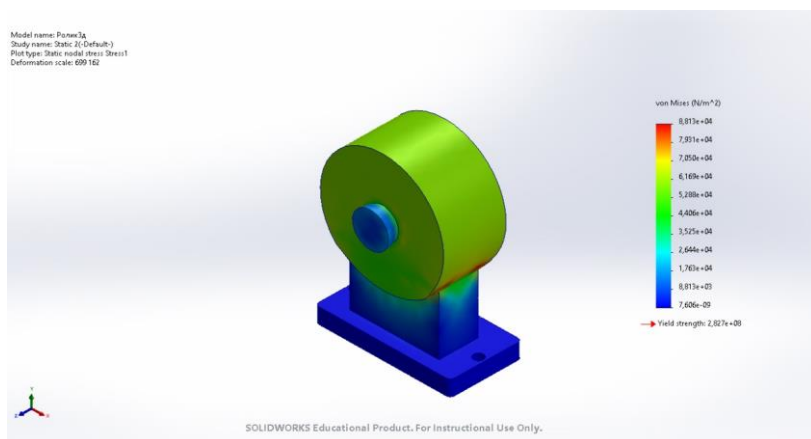


Рис. 7.7 – Результати напруження (max = 88 МПа)

Отриманий результат демонструє напруження базового ролика в межах 88 МПа, що цілком задовільно. Коефіцієнт запасу міцності відповідає значенню 3,9.

Наступним продемонстровано результат загальних деформацій, який демонструє знаходження найбільш навантажені зони та їх розмір.

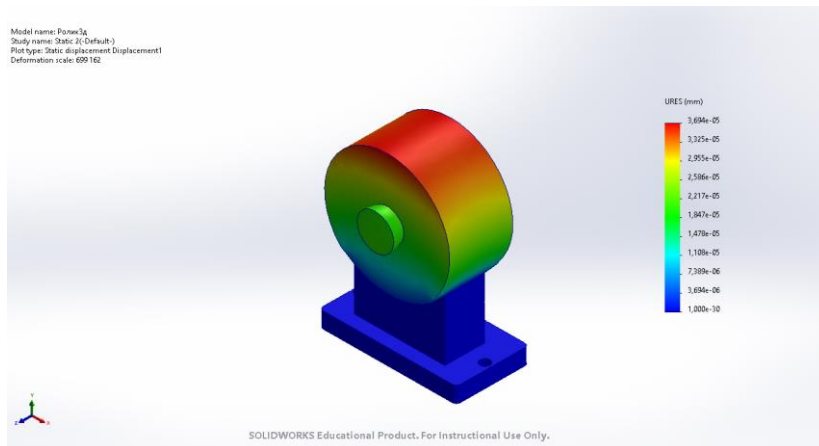
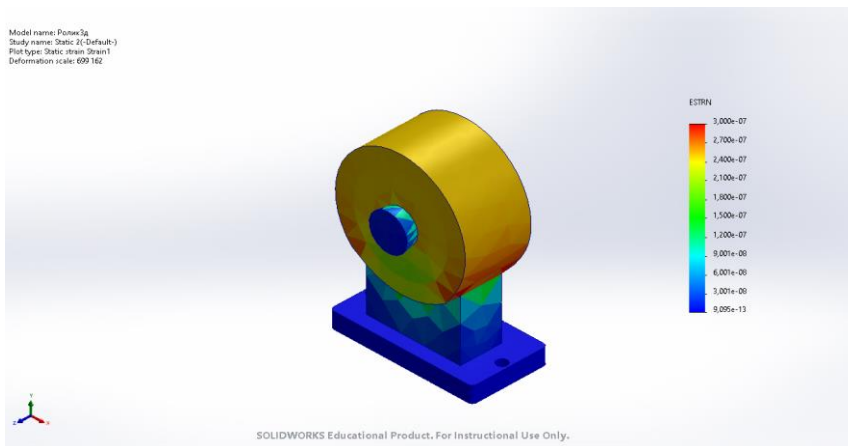


Рис.7.8 – Результат загальних деформацій(max =  $3,6 \cdot 10^{-5}$  мм)



Результат розрахунку переміщення ролику (max =  $3 \cdot 10^{-7}$  мм/мм)

Після проведених розрахунків робимо висновок, що обрані параметри деталі задовольняють поставлені вимоги для забезпечення ефективної роботи.

Результати демонструють, що напруження базового ролика рівні 88 МПа, коефіцієнт запасу міцності дорівнює 3,9, чим задовільняє умови виконання роботи. Загальні деформації рівні  $3,6 \cdot 10^{-5}$  мм, що підходить для стабільної роботи.

### 7.3 Розрахунок модернізованої моделі ролика

Для виконання розрахунку деталі використовуємо Solidworks 2023, який доцільно підходить для такого типу задач. Обраний модуль програмного забезпечення Static.

Створюємо спочатку схему проекту, яка продемонстрована на рисунку 7.9.

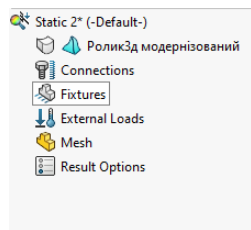


Рис. 7.10 – Створення середовища для навантажень на деталь

Далі обираємо потрібний матеріал. Було вирішено обрати карбонову сталь, яка має коефіцієнт запасу міцності в 350МПа (рис. 7.11).

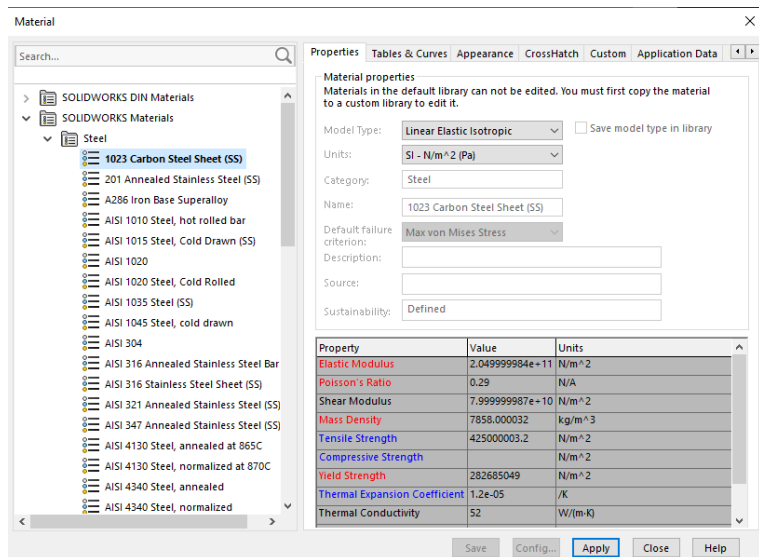


Рис. 7.11 – Вибір матеріалу

Далі задаємо закріплення на нижню плиту та верхню частину корпусу ролика. Після цього задаємо навантаження на колесико ролика, як продемонстровано на рисунку 7.12. Сила навантаження дорівнює 1,96 кПА. Після навантажень і закріплень створюємо сітку в пункті Mesh (рисунок 7.13). Використовуємо автоматичний підбір сітки. Якщо результат не задовольняє, коригуємо вручну.



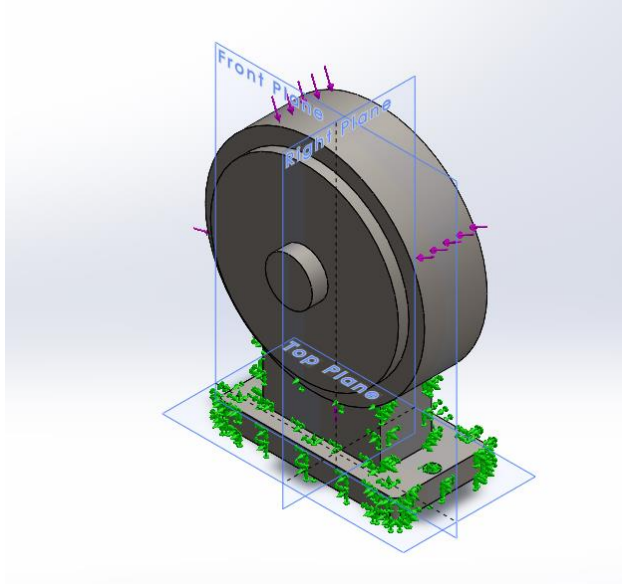


Рис.7.12 – Закріплення та навантаження на моделі модернізованого ролика

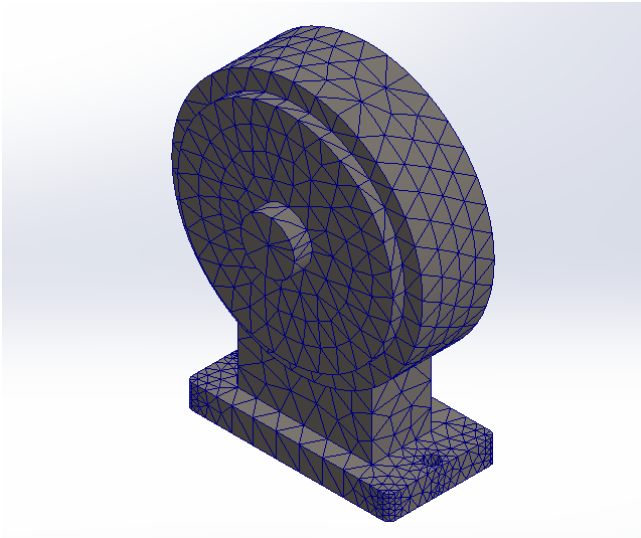


Рис.7.13 – Сітка моделі модернізованого ролика

Після цього переходимо до розділу Results. Тут додаємо результати, які нам потрібні: напруження (рисунок 7.14), переміщення (рисунок 7.15),

деформація (рисунок 7.16). Запускаємо команду Run This Study та розраховуємо тіло модернізованої моделі.

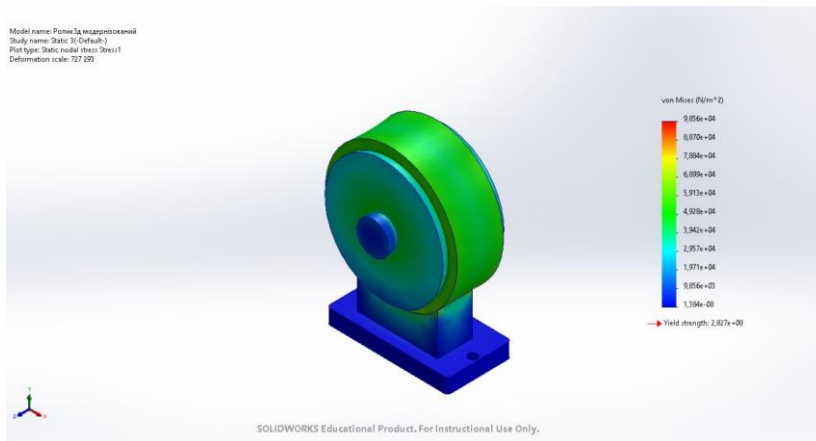


Рис. 7.14 – Результати напруження(max = 98 МПа)

Отримані результати напружень модернізованого ролика більші ніж в базового і сягають понад 98 МПа. Проте коефіцієнт запасу міцності дорівнює 3,5 і залишається допустимим для умов подальшої роботи.

Наступним продемонстровано результат загальних деформацій, який демонструє знаходження найбільш навантажених зон та їх розмір.

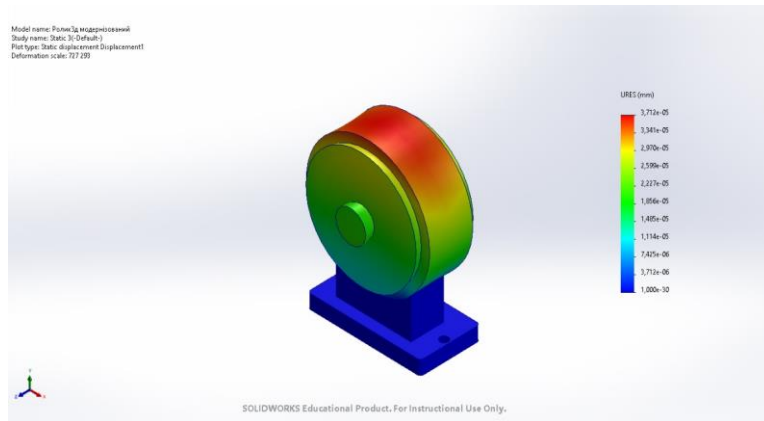


Рис. 7.15 – Результати загальних деформацій ( $\max = 3,7 \cdot 10^{-5} \text{ мм}$ )

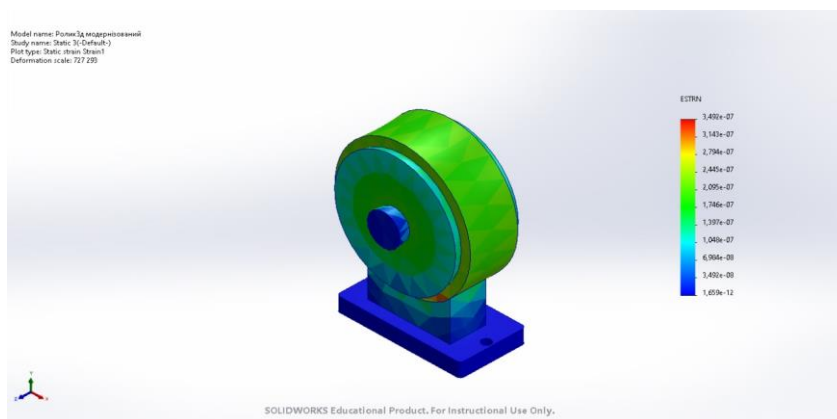
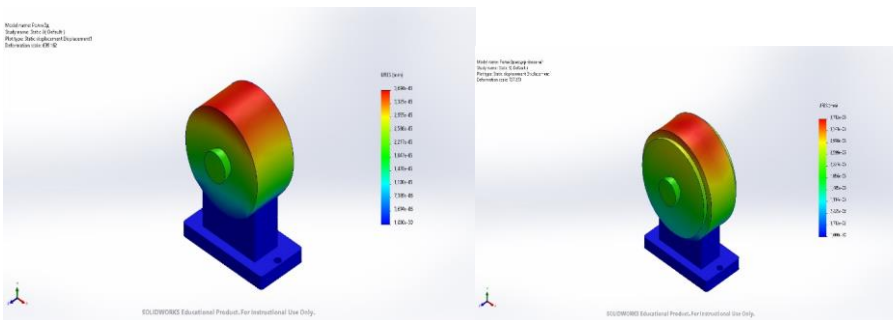


Рис. 7.16 – Результати розрахунку переміщення ( $\max = 3,4 \cdot 10^{-7} \text{ мм/мм}$ )

Після проведених розрахунків робимо висновок, що незважаючи на більші напруження, модернізація задовольнятиме умови роботи, за рахунок достатнього значення коефіцієнту запасу міцності. Результати загальних деформацій у нормі.

## 7.4 Підтвердження працездатності модернізованого вузла

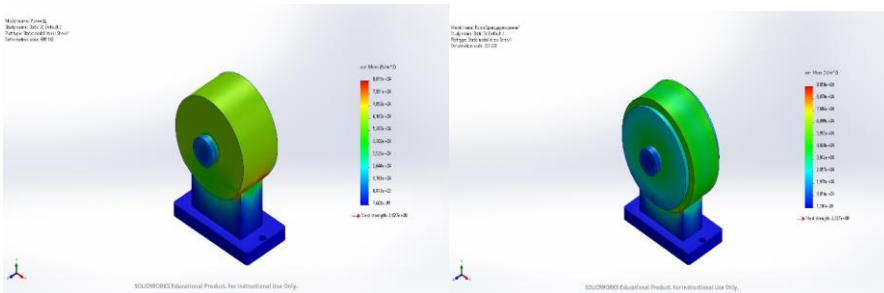
Узагальнюючи те що обидва вузли мали однакові навантаження робимо висновок на рахунок працездатності за готовими результатами розрахунку коефіцієнту безпеки та еквівалентних напружень.



а) Базовий ролик;

б) Модернізований ролик.

Рис. 7.17 – Порівняння коефіцієнтів деформації роликів



а) Базовий ролик;

б) Модернізований ролик.

Рис. 7.18 – Порівняння еквівалентних напружень роликів

Отримані результати напружень для базової моделі 88 МПа, а для модернізованої 98 МПа. Коефіцієнт запасу міцності для базового ролика дорівнює 3,9; для модернізованого в свою чергу 3,5.

Незважаючи на дещо збільшені напруження модернізації, коефіцієнт запасу міцності задовільняє умови роботи. Підсумовуємо, що модернізована конструкція дає кращий хід плити при високих навантаженнях.

## ВИСНОВКИ

Магістерська дисертація на тему «Лінія для виробництва плитки з модернізацією преса» демонструє ряд виконання декількох видів розрахунків, в переліку яких:

- параметричні розрахунки в ході яких було визначено технічні характеристики гідроприводу та насосу;
- розрахунок на міцність гідроциліндра в яких отримали радіальну деформацію, еквівалентні напруження, а також осьове та радіальне;
- розрахунок на міцність поршневого штоку;
- перевірка стійкості штоку в ході якої був отриманий запас стійкості;
- розрахунок опор виштовхувача.

В ході патентного огляду стало очевидним, що існує можливість модернізувати робочі вузли за принципом удосконалення робочого столу прийому плитки (за допомогою додаткових рольганів), а також нижньої траверси відносно цього столу у вигляді складення з 3 трьох частин.

В ході подальшої роботи були виконані розділи:

- монтаж і експлуатація;
- автоматизація гідравлічного пресу;
- стартап проект «Виробництво екологічно-керамічних плит»;
- охорона праці.

Ці розділи підтверджують доцільність використання лінії для виробництва керамічних плит.

За темою дисертації було написано та опубліковано одну тезу на щорічну наукову конференцію.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гельперин Н. И. Основные процессы и аппараты химической технологии : учебник в 2-х книгах / Н. И. Гельперин. – М.: Химия, 1981. – 812 с.
2. Гурьева В. А. Проектування виробництва виробів будівельної кераміки. Оренбург, 2013. 179 с.
3. Карусельный пресс для имитационной каменной плиты|QGM HP-1200T. Доступ з екрану: <https://youtu.be/UDzCioVEQiM>
4. Сокур М.І., Білецький В.С., Єгурнов О. І., Воробйов О. М., Смирнов В.О., Божик Д.П – Підготовка корисних копалин до збагачення : монографія – Кременчук: ПП Щербатих О.В., 2017. – 392 с.
5. Дворкін Л. Й., Пушкарьова К. К. Використання техногенних продуктів у будівництві: навч. посіб. Рівне 2009. 339 с.
6. Гідравлічний прес: пат. 61521 Україна: МПК(2011.01) В30В1/00. № 201014732; заявл. 08.12.2010; опубл. 25.07.2011, Бюл. № 14. 2 с.
7. Пневмогідравлічний прес та спосіб контролю тиску стисненого газу: пат. 83037 Україна: МПК(2006) В30В15/16, В30В1/00. № 200511216; заявл. 28.11.2005; опубл. 10.06.2008, Бюл. № 11. 7 с.
8. Прес електрогідравлічний: пат. 132624 Україна: МПК(2019.01) В30В15/00. № 2018 07126; заявл. 25.06.2018; опубл. 11.03.2019, Бюл. № 5. 4 с.
9. Прес для правки плит: пат. 72567 Україна: МПК(2012.01) В30В12/00, В21D 5/00. № 00510; заявл. 17.01.2012; опубл. 27.08.2012, Бюл. № 16. 6 с.
10. Прес для правки товстих листів і плит: пат.119629: МПК(2017.01) В30В3/00, В21D5/00. № 2017 04860; заявл. 19.05.2017; опубл. 25.09.2017, Бюл. № 18. 7 с.
11. Щербина В.Ю., Гондях О.В., Сівецький В.І. Іжиніринг інноваційних технологій та обладнання. Механічне обладнання для виробництва в'язучих будівельних матеріалів [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2022. – 147 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45720>

12. Мікульонок І.О. Виготовлення, монтаж та експлуатація обладнання хімічних виробництв: підручник. Київ: НТУУ «КПІ», 2010. 412 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/2061>.
13. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно–технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2–е вид., переробл. – Кривий Ріг: Видавець ФО–П Чернявський Д.О., 2015. 492 с.
14. Процеси та обладнання хімічної технології. У 2–х ч.: підручник / Корнієнко Я.М., Лукач Ю.Ю., Мікульонок І.О., Ракицький В.Л., Рябцев Г.Л. Київ: НТУУ «КПІ», 2011. 716 с.
15. Shvachko D.G., Shcherbina V. Yu., & Borshchik S. A. (2021). Thermal protection insulation in the lining of the rotary kilns. Modern engineering and innovative technologies. (16-01), 18–23. <https://doi.org/10.30890/2567-5273.2021-16-01-033>
16. Мікульонок І.О. Механічні, гідромеханічні і масообмінні процеси та обладнання хімічної технології: підручник. Київ: НТУУ «КПІ», 2014. 340 с.
17. Мікульонок І.О. Монтаж, експлуатація та ремонт обладнання хімічних і нафтопереробних виробництв: Навч. посібник. – К.: ІЗМН, 1998.–256с.
18. Щербина В.Ю., Сівецький В.І., Гондляр О.В. Механічні процеси і обладнання виробництва полімерних та будівельних матеріалів і виробів. Підготовка сировинних матеріалів і устаткування для змішування та формування [Електронний ресурс] / КПІ ім. Ігоря Сікорського. Київ, 2022. – 131с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/45734>
19. Маркетинг стартап-проектів [Електронний ресурс] : навчальний посібник для усіх спеціальностей другого освітнього ступеню «магістр» / С. О. Солнцев, О. В. Зозульов, Н. В. Юдіна, Т. О. Царьова, Н. В. Язвінська ; за заг. ред. С.О. Солнцева ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові данні (1 файл: 3,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 218 с. URL : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27437>
20. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів



інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

21. Yudina. N. Economic “Butterfly” and Futurology of the War in Ukraine. Economic Bulletin of National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute". Kyiv: Management And Marketing Faculty of National Technical University Of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, 2022. №23 (2022). PP. 77-82. URL : <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/264637>
22. Yudina Nataliya. Business Forecasting of Marketing Activity Riskiness of Companies in Markets. Economic Bulletin of National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute". №17(2020). P. 372-383. URL : <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/216380/>
23. Nataliya Yudina, Olena Pidlisna Marketing Perception Of Technological Uncertainty By Decision-Makers. Economic Bulletin Of National Technical University Of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute". Kyiv: Management And Marketing Faculty Of
24. Nataliya Yudina Future Study Implementation Into Marketing Activity Of Companies. Economic Bulletin Of National Technical University Of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute". Kyiv: Management And Marketing Faculty Of National Technical University Of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, 2021. №18 (2021). PP. 1-9 URL : <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/240315>
25. Юдіна Н. В. Визначення циклічних залежностей в економіці України на основі аналізу окремих макроекономічних показників. Економічний Вісник НТУУ «КПІ». №13(2016). <http://ev.fmm.kpi.ua/article/view/80084/75643>

**ДОДАТОК А: СПЕЦИФІКАЦІЇ  
ГІДРАВЛІЧНОГО ПРЕСУ**

Код	Дія	Найменування	Кіл.	Примітка
		<i>Документація</i>		
		<i>Технологічний процес</i>		
A1		<i>Складальні одиниці</i>		
	1	<i>Склад матеріалу</i>	1	
	2	<i>Транспортер</i>	1	
	3	<i>Ящиковий живильник</i>	1	
	4	<i>Дробарка</i>	1	
	5	<i>Шаровий млин</i>	1	
	6	<i>Розпилювальна сушарка</i>	1	
	7	<i>Розхідні бункера</i>	4	
	8	<i>Прес</i>	1	
	9	<i>Апарат для сушки плит</i>	1	
	10	<i>ПЧ для випалювання</i>	1	
	11	<i>Сортувальний стіл</i>	1	
ЛП.21МП.186145000-70СП				
Зм.	Акс.	№ ДОКУМ.	Підпис.	Дата
Розробив		Зачепченко ВМ		
Перевірив		Витвиченко ВМ		
Н.контр.				
Витиченко		Самольський ОЛ		
Лінія виробництва плитки			Аркуш	Аркушів
			1	1
НТУУ "КПІ", ІХФ				

Формат	Зона	Лист	Позначення	Назва	Примітка
				<u>Документація</u>	
				Пояснювальна записка	1
	A1			Складальне креслення	1
				<u>Складальні одиниці</u>	
		1		Платформа	1
		2,3		Стовпи	2
		4		Карусель	1
		5		Поворотний механізм	1
		6		Фіксатори	2
		7		Траверса	1
		8		Корпус	1
		9		Опора	1
		10		Гідроциліндр	1
		11		Шток	1
		12		Пуансон	1
		13		Змінні шахти	4
		14		Виштовхувач	1
		15		Механізм виштовхування	1
		16		Гідроциліндр	1
		17		Клапан	1
		18		Металева сітка	1
		19		Захисний кожух	1
<b>ЛП21МП.186143001-700П</b>					
Зм.	Аркус	№ докум.	Підпис	Дата	
Розробив	Тилипенко В.М.				Аркус Аркушів
Перевірив	Вигинявич В.М.				1 1
Нач. кат.					НТУУ "КПІ", ІХФ
Відомий	Семюхович О.П.				



Формат	Зона	Поз.	Позначення	Назва	Примітка
				Документація	
				Пояснювальна записка	1
	A1			Складальне креслення	1
				<u>Складальні одиниці</u>	
		1		Траверса	1
		2		Опорні балки	4
		3		Напрявні балки	2
		4		Верхня траверса	1
		7		Рухова траверса	1
		8		Рама	1
		9		Стіп	1
		10		Верхня плита	1
		11		Нижня плита	1
				<u>Стандартні вироби</u>	
		5		Робочі гідроциліндри	2
		6		Зворотні гідроциліндри	2
		12		Інструментальні підбірки	2
		14		Привідні механізми	2
ЛП 21 МП. 186142003-70СП					
Зам.	Аркуш	№ докум.	Підпис.	Дата	
Розробив	Поліченко В.М.			Аркуш	Аркушів
Керував	Витавецький В.М.			1	1
Навч.тр.				ІНТУУ "КПІ", ІФ	
Витавецький В.М.					

**ДОДАТОК Б. ТАБЛИЦЯ РОЗГЛЯНУТИХ ПАТЕНТІВ ТА  
ЛІТЕРАТУРНИХ ПУБЛІКАЦІЙ**

№ п/п	Предмет пошуку	Країна видачі, вид і номер документа	Сутність заявленого технологічного Рішення і ціль його створення
1	2	3	4
1	Гідравлічний прес	u201014732; заява 08.12.2010р., опубл. 25.07.2011р. бюл.№14 Автори: Корчак О.С., Биковський В.М.	Винахід прототип ліквідує негативний вплив теплового випромінювання на направляючі колони, забезпечуючи підвищення надійності і довговічності роботи гідравлічного пресу.
2	Пневмогідравлічний прес	a200511216; заява 28.11.2005р., опубл. 10.06.2008р. бюл.№11 Автори: Кириченко Є. О., Чеберячко І.М., Шворак В.Г.	Технічний результат досягається шляхом зменшення навантажень на електродвигун насоса в процесі розвитку та підтримки високого тиску в гідромагістралі приводу пневмогідравлічного пресу безпосередньо при відбуванні робочих циклів пересування, досягається стабілізація роботи пневмогідравлічного

			пресу та зниження рівня споживання електроприводом насоса електроенергії.
3	Прес електрогідравлічний	u201807126; заява 25.06.2018р., опубл. 11.03.2019р. бюл.№5 Автори: Мнухін А. Г., Йорданов І.В., Мнухін Н.О.	Винахід прототип вирішує проблему стабілізації потоків шляхом введення в корпус матриці з рідиною, яка виконуватиме роль пуансона в робочій установці.
4	Прес для правки плит	u201200510; заява 17.01.2012р., опубл. 27.08.2012р. бюл.№16 Автори: Зоненко Ю.В., Віннічук С.В., Мартиненко С.Л.	Виконання преса для правки плит з використанням заявленого технічного рішення дозволило скоротити час правки плити, зменшити трудомісткість та вартість правильних робіт, підвищило ефективність роботи преса.



5	Прес для правки товстих листів і плит	U201704860; заява 19.05.2017р., опубл. 25.09.2017р. бюл.№18 Автори: Гриценко С.А., Бердніков О.К., Г С.Л.	Технічний результат досягається шляхом встановлення привідних роликів на раму по обидві боки преса, що надає можливість при виправленні втримувати передній та задній кінці листів, й так само переміщати в робочій зоні преса короткі листи або плити, що підвищує надійність і продуктивність пресу.
---	---------------------------------------	--	--

**ДОДАТОК В: НАУКОВО-ТЕХНІЧНІ  
ДОСЯГНЕННЯ**

**Лінія для виробництва плитки з модернізацією преса**

Пилипенко В. М., студ., Витвицький В.М., PhD, ас.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ

*Розглянуто конструкцію преса для виробництва плит з модернізацією прес-форми та запропоновано вдосконалену конструкцію, який забезпечує велику надійність процесу і високий рівень автоматизації виробництва, внаслідок розширення стала самої форми.*

*Ключові слова:* керамічна плитка, гідравлічний прес, сушіння, випалювання, модернізація

**Вступ.** Процес створення керамічної плитки проходить через кілька етапів. Спочатку матеріал із складу 1 подається на транспортер 2 (рис. 1), далі до ящикового живильника 3 і переноситься до зубчастих валків. Потім матеріал піддається подрібненню і помелу в валковій дробарці 4 і шаровому млину 5 відповідно. Наступним кроком є розпилювальна сушарка 6, звідки він потрапляє до розхідних бункерів 7 для подальшої обробки перед направленням до гідравлічного преса 8. Там матеріал отримує необхідну форму, після чого проходить процес сушіння і випалювання послідовно в двох печах (печі для сушіння 9 та печі для випалювання 10), кожна з яких відповідає за певний етап. На завершення технологічного процесу відбувається сортування (здійснюється на сортувальному столі 11) і упакування готової продукції - керамічної та керамічно-мозаїчної плитки, які застосовуються для покриття підлоги в приватних будинках та квартирах [1].

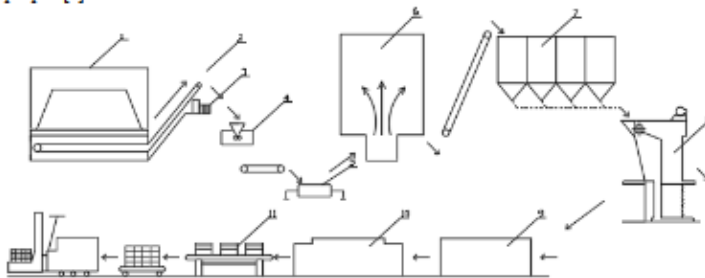


Рисунок 1 – Технологічний виготовлення керамічної плитки: 1 – склад матеріалу; 2 – транспортер; 3 – ящикований живильник; 4 – дробарка; 5 – шаровий млин; 6 – розпилювальна сушарка; 7 – розхідні бункери; 8 – прес; 9 – печі для сушіння плит; 10 – печка для випалювання; 11 – сортувальний стіл

Головним етапом у виробництві керамічної плитки є надання необхідної форми виробу, тобто його формування, у гідравлічному пресі.

Розглядаючи конструкцію гідравлічного преса, можна виділити надійне забезпечення роботи оператора навколо каруселі, яка надається внаслідок встановлення захисного кожуха і налаштуванням передбаченої звукової сигналізації і екстреної зупинки механізмів при знаходженні сторонніх предметів. Надійність отримання потрібної форми забезпечується чотирьохпозиційним фіксуванням прес-форм (так званих шахт), що виступає гарантованим способом для формування теплоізоляційних плит. Присутня система дистанційного управління пультом, що значно полегшує виконання роботи [2-3].

XVIII Всеукраїнська конференція «Ефективні процеси та обладнання кімачних виробництв та пакувальної техніки»

Для покращення виробництва було прийнято рішення удосконалити момент завантаження гідромаси в позиції завантаження шакти, шляхом удосконалення столу прес форми, за допомогою додаткових роликів.

В основу модернізації [4] покладено задачу вдосконалити прес форму для надання більшій подачі заготовки в зону преса (рис. 2), у якому затримка надання до наступних ділянок пристрою знижує надійність роботи преса та рівень автоматизації всього процесу виготовлення деталей, збільшує трудомісткість та знижує продуктивність праці. Основна задача це підвищення продуктивності й надійності преса для виправлення плит.

Ця задача вирішується за рахунок виключення ручних операцій при переміщенні плити та механізації налаштування преса на виправлення кривизни плити позитивної або негативної спрямованості відносно площини плити.

Для досягнення вищезазначеного результату прес для правки товстих плит, що містить нижню траверсу, установлену на опорні балки й з'єднану за допомогою чотирьох стижних і напрямних колон з верхньою траверсою, оснащеною робочими й зворотними гідроциліндрами, раму зі столом, установлену уздовж подовжньої осі преса на нижню траверсу, рухому траверсу, кінематично зв'язану зі штоками робочих і зворотних гідроциліндрів, верхню робочу плиту, установлену на рухомій траверсі й нижню робочу плиту, установлену на столі, згідно з пропонуванням удосконаленням, обладнано піднімальними рольгангами, установленими по обидва боки преса та задавальними роликками, установленими на рамі також по обидва боки преса, при цьому стіл на рамі встановлено стаціонарно, а рама виконана з пазами, у яких розміщені приводні роликки вищезгаданих піднімальних рольгангів, крім того, нижня й верхня робочі плити виконані зі своїми напрямними пазами, в яких встановлені відповідні інструментальні підкладки, пов'язані з приводними механізмами їх переміщення, які встановлені на рухомій траверсі та на столі.

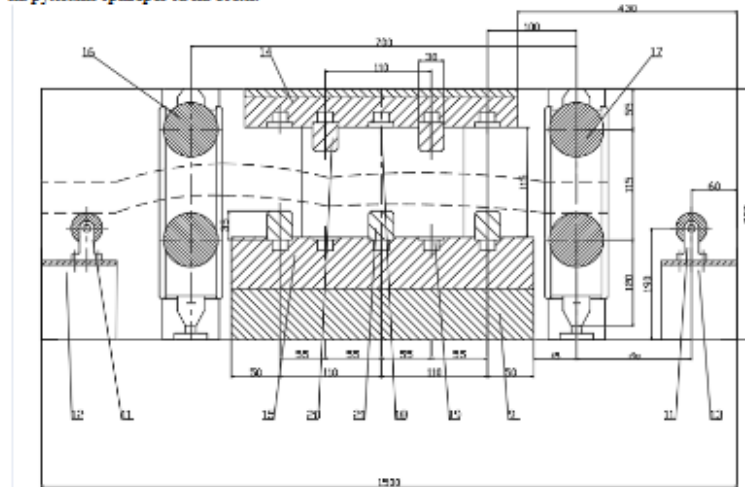


Рисунок 2 – Конструкція пресу: 9 – стіл; 11 – приводні роликки; 12, 13 – піднімальні кріплення; 14 – верхня робоча плита; 15 – нижня робоча плита; 16, 17 – прокатні роликки; 18, 19 – напрямні пази; 20, 21 – інструментальні болти

XVIII Всеукраїнська конференція «Ефективні процеси та обладнання хімічних виробництв та пакувальної техніки»

Прес працює таким чином.

Керування роботою проводить оператор з поста керування (на рис. не показано). Плита 24 встановлюється на пласку поверхню рами 8 перед правильним пресом у районі піднімального рольганга 12. При цьому ролик 11 піднімального рольганга 12 знаходиться у пазах 10 рами 8 у крайньому нижньому положенні.

Переміщення рухливого випробувального порталу сканується поверхня плити 24 і здійснюється вимір його неплоскостності.

Виміри плоскостності служать вихідними даними для наступних технологічних операцій:

- автоматична установка інструментальних болтів 21 у нижній робочій плиті 15 та інструментальних підбивок 20 у верхній робочій плиті 14 за розрахунковою схемою за допомогою приводних механізмів переміщення 22, 23;

- автоматична подача плити 24 піднімальним рольгангом 12 у зону виправлення з розрахунковою подачею.

Вертикальним переміщенням піднімального рольганга 12 плита 24 знімається із пласкої поверхні рами 8 роликми 11 і подається в зону виправлення. Установлені на рамі 8 преса прокатні ролик 16 (на вході) й ролик 17 (на виході) забезпечують безперешкодне переміщення в зону виправлення плит мінімальної довжини. Також зведені ролик 16 або 17 розширюють набір схем виправлення при певних геометричних параметрах плити 24 (наприклад, защемлення заднього кінця плити або переднього).

Покроково, залежно від виявлених зон неплоскостності, плита 24 подається в зону виправлення преса. В міру виправлення дефектних зон плита 24 переміщується на відповідну сторону рами 8 на поверхню роликів 11 піднімального рольганга 13. Вертикальним переміщенням піднімального рольганга 13 плита 24 опускається й укладається на пласку поверхню рами 8 з іншого боку правильного преса, при цьому ролик 11 опускається в крайнє нижнє положення рольганга 13 у пази 10 рами 8.

Далі установкою контролю неплоскостності плити (аналогічної контролю перед пресом) здійснюється вимір поверхні готової плити 24. При необхідності проводиться додаткове виправлення виходячи з нових даних виміру неплоскостності.

Таким чином, із усього вищевикладеного видно, що використання преса для виправлення плит забезпечить підвищення продуктивності й надійності конструкції й дозволить корегувати й накопичувати позитивні результати виправлення по всіх вихідних параметрах плит і реальних формах і величинах їх неплоскостності.

**Висновок.** Розглянуте вдосконалення конструкції карусельно-гідралічного преса забезпечує підвищену надійність процесу виготовлення керамічної плитки і високий рівень автоматизації.

#### Перелік посилань

1. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. Кривий Ріг: Видавець ФОР Чернявський Д.О., 2015. 492 с.
2. Дворкін Л. Й., Пушкарьова К. К. Використання техногенних продуктів у будівництві: навч. посіб. Рівне 2009. 339 с.
3. Мікульонюк І.О. Механічні, гідромеханічні і масообмінні процеси та обладнання хімічної технології: підручник. Київ: НТУУ «КПІ», 2014. 340 с. URL: <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/38169>
4. Прес для правки товстих листів і плит: пат. 119629 Україна: МПК(2017.01) B21D 5/00. № 04860; заявл. 19.05.2017; опубл. 25.09.2017, Бюл. № 18.