

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»
Інженерно хімічний факультет
Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ

освітнього ступеня магістр
з спеціальності 133 Галузеве машинобудування
спеціалізації «Обладнання хімічних, нафтопереробних та целюлозно-паперових
виробництв»

**на тему: «Розроблення пресу клеїльного для модернізації
картоноробної машини – 1»**

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інженерно хімічний факультет

Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ А. Р. Степанюк

“__” _____ 2021 р.

МАГІСТЕРСЬКА ДИСЕРТАЦІЯ

на здобуття освітнього ступеня магістр

з спеціальності: 133 Галузеве машинобудування

спеціалізація: Обладнання хімічних, нафтопереробних та целюлозно-паперових виробництв

**на тему: «Розроблення пресу клеїльного для модернізації
картоноробної машини – 1»**

Виконав: студент 2-го курсу, групи ЛБ-91мп
Лисій Владислав Сергійович

(підпис)

Керівник проекту: канд. техн. наук, доц. О. О. Семінський

(підпис)

Консультанти:

охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях
канд. техн. наук, ст. викл. А. І. Ковтун

(підпис)

розробка стартап-проекту
канд. економ. наук, доц. Н. В. Юдіна

(підпис)

технологія виготовлення деталі
канд. техн. наук, асистент А. М. Любека

(підпис)

автоматичний контроль і керування процесом
канд. техн. наук, доц. А.Ю. Сазонов

(підпис)

Рецензент: _____
(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

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

(підпис)

Засвідчую, що в цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____ В. С. Лисій
(підпис)

Київ – 2021

Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

спеціальність: 133 Галузеве машинобудування

спеціалізація: Обладнання хімічних, нафтопереробних та целюлозно-паперових виробництв

ЗАТВЕРДЖУЮ

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ А. Р. Степанюк

“__” _____ 2021 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську дисертацію студенту

Лісію Владиславу Сергійовичу

1. Тема проекту: «Розроблення пресу клеїльного для модернізації картоноробної машини – 1»

керівник магістерської дисертації Семінський О. О. кандидат технічних наук, доцент.

затверджені наказом по університету від

2. Строк подання студентом проекту: 2021 р.

3. Вихідні дані до проекту:

швидкість картоноробної машини $V = 10$ м/с (600 м/хв); необрізна ширина картонного полотна $B = 4,25$ м; маса 1 м^2 картонного полотна $g = 0,18$ кг/м²; початкова сухість картонного полотна $S = 55$ %.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

а) основна частина: розглянути існуючі конструкції клеїльних пресів, обґрунтувати вибір конструкції; проаналізувати обрану конструкцію в порівнянні з кращими

вітчизняними та світовими аналогами; здійснити розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції;

б) розробка стартап-проекту: маркетинговий аналіз перспектив реалізації науково-технічного рішення та оцінювання можливостей його ринкового впровадження;

в) охорона праці: провести аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів, які пов'язані з експлуатацією клеїльного пресу, викласти основні правила безпечної експлуатації установки та дій обслуговуючого персоналу у надзвичайних ситуаціях;

г) частина автоматичного керування: скласти та обґрунтувати схему автоматизованого керування клеїльним пресом; скласти специфікацію приладів, що комплектують схему;

д) технологія машинобудування: розробити маршрутні карти виготовлення кільця торцевого, виконати розрахунки режимів різання.

5. Перелік графічного матеріалу: функціональна схема автоматизації клеїльного пресу картоноробної машини – А1; клеїльний прес СК – А1×5; установка інфрачервоних випромінювачів СК – А1; гумований вал СК – А2×3; корито гумованого валу СК – А2; шабер гумованого валу СК – А0; кільце торцеве – А2; кондуктор порталний – А1;

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Ковтун А. І.		
Розробка стартап-проекту	Юдіна Н. В.		
Технологія виготовлення опори	Любека А. М.		
Автоматичний контроль і керування процесом	Сазонов А.Ю.		

7. Дата видачі завдання 01 вересня 2020 р.

Студент _____ В. С. Лисій

Керівник магістерської дисертації _____ О. О. Семінський

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	2	3	4
1	Узгодження теми, вихідних даних, визначення джерел інформації. Добір матеріалів.	01.09.2020	
2	Патентне дослідження. Формування ідеї модернізації.	05.09.2020	
3	Обґрунтування актуальності проекту. Опис установки. Схема установки. Вибір і опис конструкції клеїльного пресу та порівняння її з кращими вітчизняними та світовими аналогами	14.09.2020	
4	Параметричний розрахунок клеїльного пресу	28.09.2020	
5	Розробка складального креслення клеїльного пресу	12.10.2020	
6	Розрахунки на міцність. Розробка програм і супроводжуючих документів.	26.10.2020	
7	Розробка техніки безпеки та рекомендацій щодо монтажу та експлуатації	29.10.2020	
8	Розробка стартап проекту	01.11.2020	
9	Розробка технології виготовлення кільця торцевого	09.11.2020	

1	2	3	4
10	Консультації відповідно до графіку з питань охорони праці, стартап проекту, технології машинобудування, автоматизації	16.11.2020	
11	Уточнення графічної частини проекту і специфікацій	23.11.2020	
12	Оформлення пояснювальної записки. Перевірка відповідності проекту діючим нормам за змістом і оформленням. Перевірка на плагіат. Підготовка до захисту. Складення плану викладення доповіді, окремих питань	30.11.2020	
13	Попередній захист проекту	26.12.2021	
14	Корегування проекту за результатами попереднього захисту. Отримання рецензії. Підготовка до захисту	01.12.2021	

Студент

_____ В. С. Лисій

Керівник магістерської дисертації

_____ О. О. Семінський

РЕФЕРАТ

УДК 676.056

Магістерська дисертація на тему «Розроблення пресу клеїльного для модернізації картоноробної машини -1 ». / НТУУ «КПІ імені Ігоря Сікорського»; Науковий керівник О. О. Семінський. – К., 2021. Викон. В. С. Лисій. – Бібліогр.: с. 171.

Пояснювальна записка складається зі вступу, восьми розділів, висновків і списку посилань з 60 найменувань. Загальний обсяг записки становить 171 сторінок основного тексту, 33 рисунків, 49 таблиць і 7 додатків.

Мета магістерської дисертації – модернізація клеїльного пресу картоноробної машини шляхом встановлення після нього інфрачервоних випромінювачів.

Записка містить опис технологічного процесу проклеювання картонного полотна та конструкції клеїльного пресу КРМ, його основних складальних одиниць та деталей, технічну характеристику конструкції, обґрунтування вибору конструкції клеїльного пресу КРМ, принцип дії основних складальних одиниць та деталей, , патентне дослідження конструкції клеїльного пресу. Для підтвердження працездатності та надійності конструкції клеїльного пресу проведено необхідні розрахунки, розроблено рекомендації щодо монтажу та експлуатації, розроблено заходи з охорони праці, визначено рівень стандартизації та уніфікації клеїльного пресу, визначено очікувані техніко-економічні показники від модернізації, розроблено технологічний процес виготовлення деталі (кільця торцевого) та схеми автоматичного керування технологічним процесом проклеювання.

КАРТОНОРОБНА МАШИНА, ПРОКЛЕЮВАННЯ, КЛЕЇЛЬНИЙ ПРЕС, ІНФРАЧЕРВОНІ ВИПРОМІНЮВАЧІ, СУШІННЯ

РЕФЕРАТ

УДК 676.056

Магистерская диссертация на тему «Усовершенствование картоноделательной машины ЧАО «Киевский картонно-бумажный комбинат». Модернизация клеильного пресса картоноделательной машины (Комплексная) »/ НТУУ «КПИ имени Игоря Сикорского»; Научный руководитель А.О. Семинский. - М., 2021. Исп. В.С. Лысий. - Библиогр.: с. 171.

Пояснительная записка состоит из введения, восьми глав, заключения и списка ссылок из 60 наименований. Общий объем записки составляет 171 страницы основного текста, 33 рисунков, 49 таблиц и 7 приложений.

Цель магистерской диссертации – модернизация клеильного пресса картоноделательной машины путем установления после него инфракрасных излучателей.

Записка содержит описание технологического процесса проклейки картонного полотна и конструкции клеильного пресса КДМ, его основных сборочных единиц и деталей, техническую характеристику конструкции, обоснование выбора конструкции клеильного пресса КДМ, принцип действия основных сборочных единиц и деталей, патентное исследование конструкции клеильного пресса. Для подтверждения работоспособности и надежности конструкции клеильного пресса проведены необходимые расчеты, разработаны рекомендации по монтажу и эксплуатации, разработаны мероприятия по охране труда, определен уровень стандартизации и унификации клеильного пресса, определены ожидаемые технико-экономические показатели от модернизации, разработан технологический процесс изготовления детали (кольца торцевого) и схемы автоматического управления технологическим процессом проклейки.

КАРТОНОДЕЛАТЕЛЬНАЯ МАШИНА, ПРОКЛЕЙКА, КЛЕИЛЬНЫЙ ПРЕСС, ИНФРАКРАСНЫЕ ИЗЛУЧАТЕЛИ, СУШКА

ABSTRACT

UDC 676.056

Master's thesis on "Improvement of the cardboard machine of PJSC "Kyiv cardboard and paper mill". Modernization of the gluing press of the cardboard machine (Complex) / NTUU "KPI named after Igor Sikorsky"; scientific Director O. Seminskyi. - M., 2021. The developer. V. Lysii. - Bibliogr. : p.171.

The explanatory note consists of an introduction, eight chapters, conclusion and a list of references of 60 titles. The total volume of the note is 171 pages of the main text, 33 figures, 49 tables and 7 appendices.

The purpose of the master's thesis is the modernization of the gluing press of the cardboard machine by installing infrared emitters after it.

The note contains a description of the technological process of gluing the cardboard web and the design of the adhesive press, its main Assembly units and parts, technical characteristics of the design, the rationale for the choice of the design of the adhesive press, the principle of the main Assembly units and parts, patent study of the design of the adhesive press. To confirm the efficiency and reliability of the design of the adhesive press, the necessary calculations were carried out, recommendations for installation and operation were developed, measures for labor protection were developed, the level of standardization and unification of the adhesive press was determined, the expected technical and economic indicators from modernization were determined, the technological process of manufacturing the part (end ring) and automatic control schemes of the technological process of sizing were developed.

BOARD MACHINE, SIZING, GLUING PRESS, INFRARED HEATERS,
DRYING

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО ”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ

освітнього ступеня «Магістр»
за спеціальністю: 133 Галузеве машинобудування
спеціалізацією: Обладнання хімічних, нафтопереробних та целюлозно-паперових виробництв
на тему: «Розроблення пресу клеїльного для модернізації
картоноробної машини – 1»

Зміст

Перелік скорочень, умовних позначень та термінів	12
Вступ.....	13
1 Призначення та область застосування клеїльного пресу	14
1.1 Опис технологічного процесу.....	14
1.2 Вибір типу клеїльного пресу та його місце в технологічній схемі картоноробної машини	16
2 Технічна характеристика пресу клеїльного	18
3 Опис та обґрунтування обраної конструкції.....	19
3.1 Конструкція, принцип дії механізму та його складальних одиниць	19
3.2 Порівняння основних показників розробленої конструкції з аналогами ..	22
3.3 Вибір та обґрунтування матеріалів конструкції	26
3.4 Відомості про використання винаходи і патентну чистоту	27
4 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції клеїльного пресу.....	33
4.1 Розрахунок збільшення вологості картонного полотна в клеїльному пресі	33
4.2. Розрахунок швидкості витікання клею	35
4.3 Розрахунок витрати клею	36
4.4 Розрахунок жорсткості оболонки притискного валу	38
4.5 Розрахунок притискного валу на міцність.....	40
4.6 Розрахунок притискного валу на критичну частоту обертання	42
4.7 Вибір підшипників та визначення їх довговічності	43
4.8 Розрахунок зусилля притискання та визначення діаметру діафрагми	45
4.9 Розрахунок важеля притискного валу.....	47
4.10 Розрахунок тягових зусиль для приводу валів пресу	50
4.11 Розрахунок потужності приводу	52
4.12 Вибір електродвигуна	52

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Розроблення пресу клеїльного для модернізації картоноробної машини – 1 Пояснювальна записка	Літ.	Лист	Листів
Разроб.	Лисій						10	151
Перев.	Семінський					КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІХФ, каф. МАХНВ		
Н.Контр.								
Затв.								

4.13 Розрахунок шаберу клеїльного валу	54
4.14 Розрахунок блоку з інфрачервоними випромінювачами	55
5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.....	61
5.1 Небезпека ураження електричним струмом	62
5.2 Небезпека від рухомих частин.....	64
5.3 Виробничий шум.....	65
5.4 Виробнича вібрація	67
5.5 Виробниче освітлення.....	68
5.6 Повітря робочої зони.....	69
5.7 Пожежна безпека (Надзвичайні ситуації)	71
6 Рекомендації щодо монтажу та експлуатації пресу клеїльного	75
6.1 Заходи безпеки	75
6.2 Підготовка до монтажу та монтаж	75
6.3 Наладка, монтажні випробування та здача в експлуатацію змонтованого обладнання.....	76
6.4 Вимоги для правильної та безаварійної експлуатації преса	77
7 Рівень стандартизації та уніфікації	78
8 Розроблення стартап проєкту	79
Висновки.....	102
Выводы	104
Conclusions.....	106
Перелік посилань	108
Додаток А Технологічний процес виготовлення кришки підшипникового вузла.....	115
Додаток Б Автоматичний контроль і керування процесом	135
Додаток В Документація до патентного дослідження	150
Додаток Г Комп'ютерний розрахунок	157
Додаток Д Патенти, які використані в патентному дослідженні	161
Додаток Е Публікації автора	168
Додаток Ж Determination of kinetic regularities of the process of drying perlite by radiation method. Journal of Engineering Sciences	180

Перелік скорочень, умовних позначень та термінів

Умовні скорочення:

ЦПВ – целюлозно-паперове виробництво;

ПРМ – папероробна машина;

КРМ – картоноробна машина;

ККД – коефіцієнт корисної дії.

ІЧВ – інфрачервоні випромінювачі.

Умовні позначення:

B – необрізна ширина картонного полотна, м;

g – маса 1 м² картонного полотна, кг/м²;

V – швидкість машини, м/с;

D – зовнішній діаметр валу, м;

d – внутрішній діаметр валу, м;

L – відстань між центрами підшипникових опор, м;

l – довжина оболонки валу, м;

q_l – лінійний тиск в захваті, кг·с/м;

n – частота обертання притискного валу, с⁻¹;

ρ – густина, кг/м³;

v – швидкість витікання клею, м/с;

U – вологовміст;

I – момент інерції, м⁴;

W – момент опору, м³;

M – момент згинальний, Н·м;

σ – напруження при згині, Па;

E – модуль пружності матеріалу, Па;

T – тягове зусилля, Н;

N – потужність, Вт.

$[\sigma]$ – допустиме напруження, Па;

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Вступ

Збільшення обсягів виробництва картону, підвищення його якості та зменшення витрат електроенергії є першочерговою задачею, що необхідно досягнути при модернізації існуючих картоноробних машин.

Для покращення якісних характеристик картону виконують процес проклеювання картонного полотна на клеїльному пресі картоноробної машини.

На вітчизняних машинах експлуатуються клеїльні преси застарілих конструкцій, після яких відбувається налипання клею на сушильних циліндрах. Тому робота з модернізації пресу клеїльного картоноробної машини для зменшення налипання клею на наступному сушильному циліндрі після клеїльного пресу є актуальною задачею.

Мета магістерської дисертації «Розроблення пресу клеїльного для модернізації картоноробної машини – 1» є модернізація пресу клеїльного картоноробної машини - 1 .

Для досягнення цієї мети сформульовано такі задачі:

- проаналізувати сучасні конструкції клеїльного пресу, розташованого в сушильній частині картоноробної машини; визначити їх переваги і недоліки, вибрати конструкції аналогів;
- виконати розрахунки, що підтверджують надійність і працездатність обраної конструкції;
- надати рекомендації по виготовленню, монтажу та експлуатації пресу клеїльного, які гарантують його надійну роботу; забезпечити відповідність розробленої конструкції вимогам охорони праці.
- розробити складальні креслення пресу клеїльного; нижнього гумованого (притискного) валу; інфрачервоних випромінювачів.

Завдання на магістерську дисертацію було одержане 1 вересня 2020 р. під час проходження переддипломної практики на кафедрі «Машин і апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв».

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

1. Призначення та область застосування клеїльного пресу

1.1 Опис технологічного процесу

Клеїльний прес (двовальний прес) призначений для поверхневого проклеювання, забарвлення, облагороджування полімерними або мінеральними речовинами, легкого крейдування картонного полотна. Встановлюється, зазвичай, у другій половині сушильної частини картоноробної машини, де сухість картонного полотна перед входом до клеїльного пресу на поверхневу обробку становить понад 70%, а враховуючи процес зволоження картонного полотна в пресі його сухість варто підтримувати в інтервалах 80-90% перед входом в прес. Це зумовлено тим фактом, що картон, який має сухість нижче 70% буде обриватись при додатковому зволоженні. Також, полотно з досить високим вмістом води після поверхневої обробки буде важко досушити. Схема розташування клеїльного пресу в картоноробній машині зображено на рисунку 1.1 [1].

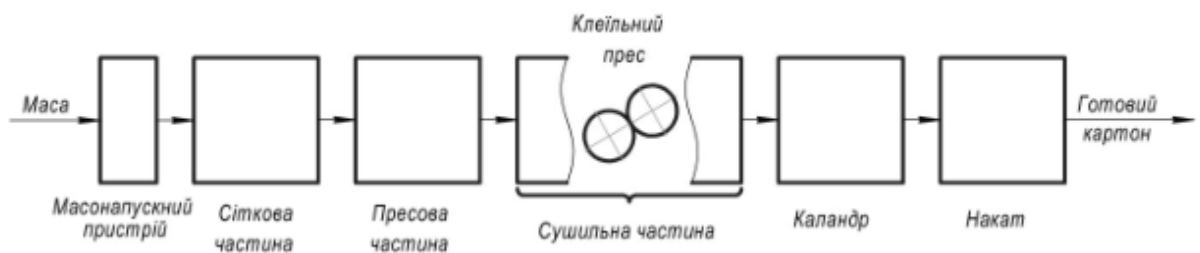


Рисунок 1.1 – Схема розташування клеїльного пресу

У відомих двовальних клеїльних пресах проклеювальна композиція наноситься на поверхню полотна за допомогою сприсків. Процес відбувається за допомогою її зняття картоном з поверхні валів. Також має місце спосіб занурення полотна в клеєвий розчин, який в подальшому проходить між валами преса для віджимання надлишку.

Вагомим недоліком у роботі усіх клеїльних пресів є створення складок на картоному полотні. Саме тому виходячи з клеїльного преса картоне полотно має проходити спеціальні валики, які вирівнюють поверхню картону. Валики мають силіконове покриття, що запобігає прилипанню до

них сирого проклеєного. перший сушильний циліндр за тією ж причиною встановлюють на певній відстані від преса.

Спочатку картоне полотно проходить заправку між пресовими валами, що мають щілину між собою, а далі полотно заправляється в сушильну частину картоноробної машини. Вали преса притискаються один до одного створюючи певний тиск. В лінію контакту валів за допомогою сприсків, що знаходяться по обидві сторони полотна, однаково по всій ширині подається клеєвий розчин таким чином та об'ємом, щоб створити певний постійний рівень клею між валами. Саме тому, картоне полотно на шляху до пресових валів, спочатку має пройти крізь шар проклеюючої маси, а вже потім – між валами клеїльного преса.

Після клеїльного преса картон разом із нанесеним на його поверхню клеєм надходить до хвостової сушильної частини картоноробної машини. Процес проклеювання картонного полотна підходить до завершення під впливом теплової обробки в цій частині картоноробної машини. Саме на цьому етапі досушування, набуваються задані показники якості картону. Зазвичай, поверхнєве проклеювання в клеїльних пресах – дуже ресурсозатратний процес, оскільки вимагає інтенсивного досушування полотна, адже виникає складність видалення вологи з щойно проклеєного картонного полотна. А тому цей процес потребує збільшення на 15-45% сушильної частини картоноробної машини.

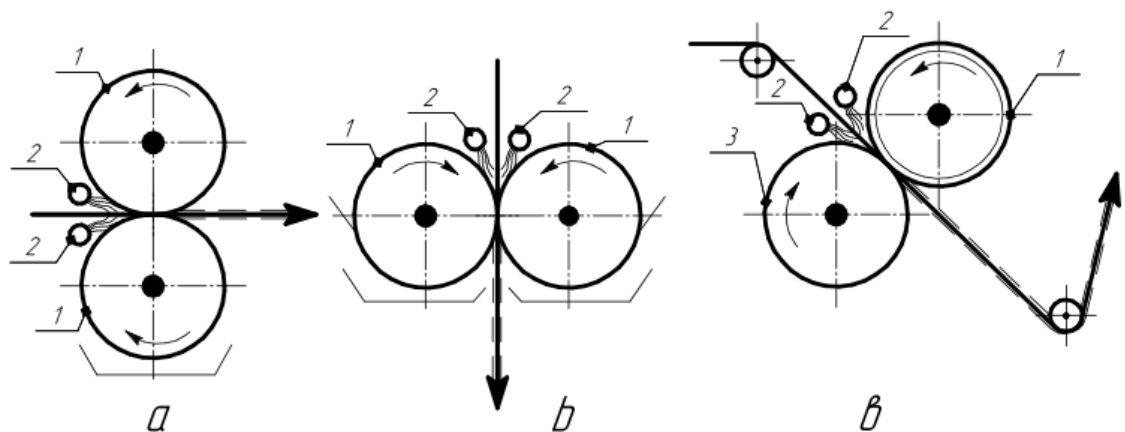
Задля зменшення ймовірності налипання клеєвого розчину на перший сушильний циліндр та для уникнення істного збільшення сушильної частини картоноробної машини, було вирішено модернізувати та встановити додаткову сушильну установку для часткового висихання поверхні проклеєного картонного полотна.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Вибір типу клеїльного пресу та його місце в технологічній схемі картоноробної машини

Клеїльний прес, що встановлений в сушильній частині картоноробної машини, може здійснювати наступні операції обробки картону: поверхнєве проклеювання полотна, нанесення на нього покривного шару, його забарвлення, пластифікація, надання полотну спеціальних властивостей (вогнетривкості, жиронепроникності, біостійкості, біоцидності тощо.).

В залежності від розташування валів, клеїльні преси поділяють на вертикальні, горизонтальні та похилі (рисунок 1.2) [1].



а – вертикальний, б – горизонтальний, в- похилий

1 – гумований вал, 2 – подача клею, 3 – стонітовий (гумований) вал

Рисунок 1.2 – Схеми пресів клеїльних

Клеїльний прес містить два вали між якими проходить картоне полотно. Кожен з валів повинен мати незалежний привід. Діаметр валів зазвичай становить 450-800 мм та залежить від швидкісних та габаритних характеристик машини – ширини. Нижні горизонтальні вали мають бути обгумованими, верхні – стонітовими або покритими твердою гумою.

Спосіб подачі та нанесення клейового розчину у вертикального преса відбувається за допомогою нижнього валу, зануреного у ванну з клеїльною масою, у горизонтального за допомогою сприсків, встановлених по обидві

сторони картонного полотна, а у похилого – за допомогою двох допоміжних валиків, між якими подається клеїльний розчин.

На сьогодні, найбільш поширеними є клеїльні преси похилого типу, оскільки при такому розташуванні валів полегшується заправка полотна, а також створиться підпір клеїльної маси. Це забезпечує можливість підвищення швидкості картоноробної машини та зумовлює отримання більш якісного проклеювання.

Метою даної магістерської дисертації є розроблення пресу клеїльного з похилим розташуванням валів.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Технічна характеристика пресу клеїльного

Технічна характеристика пресу клеїльного наведена в таблиці 2.1.

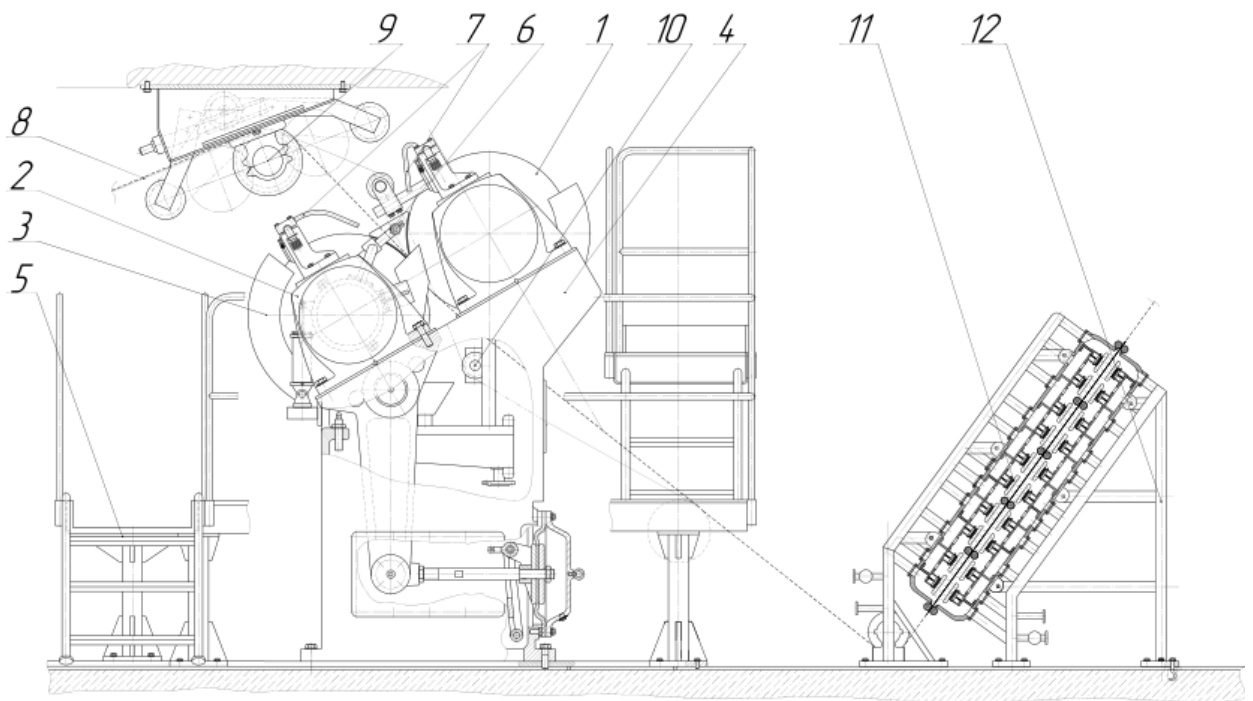
Таблиця 2.1 – Технічна характеристика пресу клеїльного.

Параметр	Розмірність	Значення
Швидкість машини	м/с	10
Обрізна ширина картонного полотна	м	4,2
Лінійний тиск у захваті між валами пресу	кН/м	60
Маса квадратного метра картону	кг/м ²	0,18
Маса гумованого валу приводного	кг	5979
Маса гумованого валу неприводного	кг	5979
Маса папероведучого валика	кг	1350
Діаметр клеїльний валів	м	0,8
Кількість сприскових труб для подачі клею	шт.	2
Довжина клеїльного пресу	м	5550
Ширина клеїльного пресу	м	6000
Висота клеїльного пресу	м	2820
Маса клеїльного пресу	кг	198500

3 Опис та обґрунтування обраної конструкції

3.1 Конструкція, принцип дії механізму та його складальних одиниць

Клеїльний прес картоноробної машини з похилим розташуванням валів встановлюється між VI (шостою) та VII (сьомою) приводними групами для сушіння (поміж 71-го та 72-го сушильними циліндрами). Вали розташовані під кутом, та мають нахил відносно горизонтальної площини, що становить 30° . Картоне полотно надходить до валів зверху. Схематичне зображення клеїльного пресу похилого типу зображено на рисунку 3.1 .



- 1 – гумований привідний вал; 2 – гумований непривідний вал;
3 – корито; 4 – станина; 5 – містки; 6 – торцеві щитки;
7 - сприски для клею; 8 – картоне полотно; 9 – картоноведучий валик;
10 – кронштейн з роликом ; 11 – інфрачервоні випромінювачі;
12 - опора

Рисунок 3.1 - Схема клеїльного пресу

Один із пресових валів є гумованим та встановлюється на рухомих (поворотних) опорах. Використовуючи пневматичний мембранний механізм

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

він притискається до другого (верхнього) гумованого валу, що встановлюється на нерухомих опорах.

Діаметр пресових валів становить 800 мм, а їх лінійний тиск один на одного за результатами розрахунків становить 60 кН/м (60 кгс/см). Верхній гумований вал, що встановлений на нерухомих опорах є приводним. Клеєвий розчин поступає по обидва боки картоного полотна за допомогою двох сприскових систем, розташованих над пресовими валами. Вмикання/вимикання подачі клеєвої маси при обриві полотна та саме регулювання витрат здійснюється за допомогою ручних кульових вентилів. Для забезпечення між валами клеїльного преса потрібного та рівномірного по всій ширині полотна рівня клеєвої маси, конструкцією передбачені торцеві щити. Клеєва маса, що знаходиться в надлишку стікає з приводної та лицьової сторони крізь щілини між торцевими щитами. Далі поступаючи у воронки, вона направляється до вібраційнийного фільтру, а далі повертається в резервуар для подачі клеїльного розчину. З торцевих боків пресових валів встановлені корита, які вловлювання клей, що розбризкується.

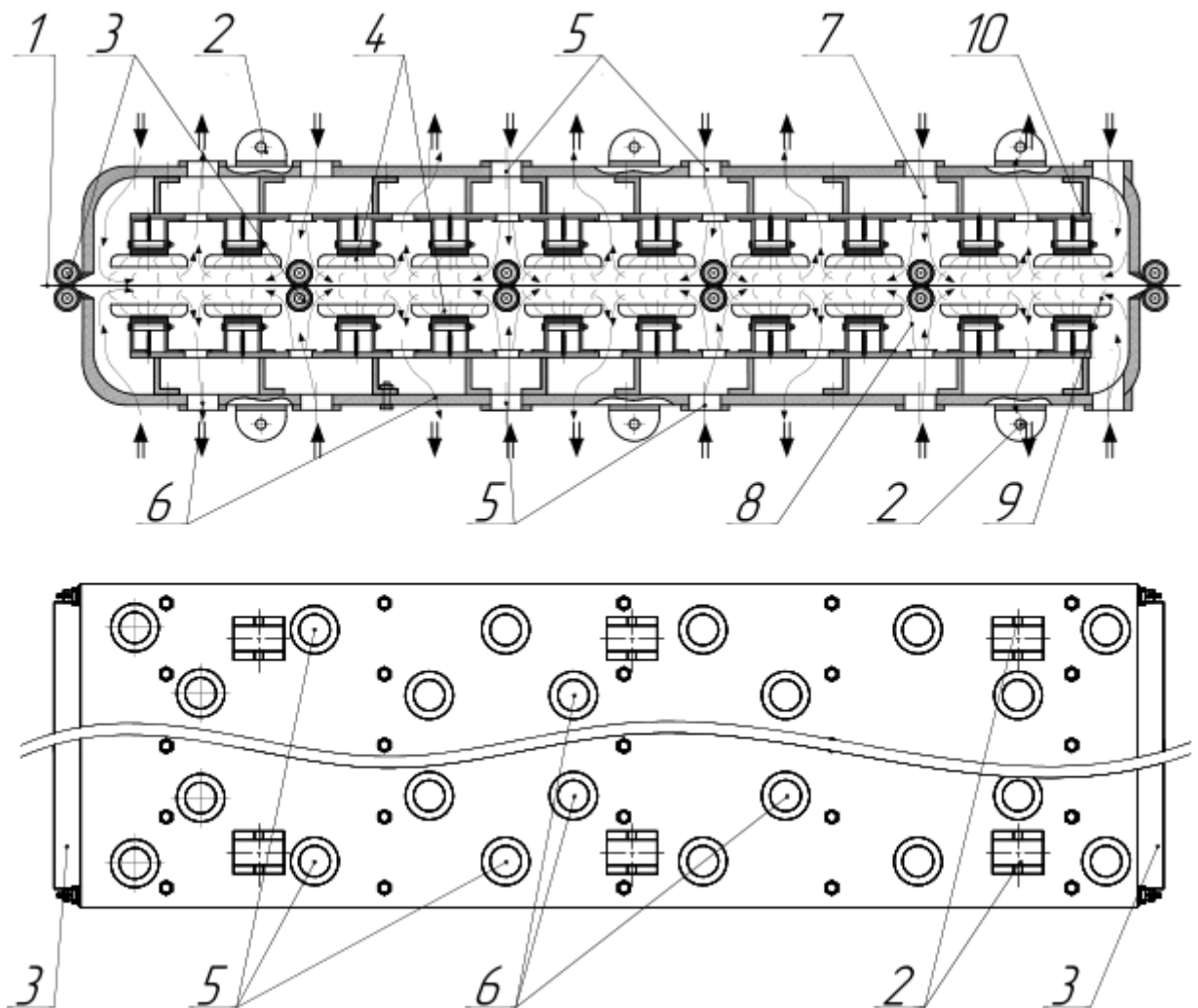
Заправка картоного полотна через клеїльний прес проводиться за допомогою системи заправних канатиків після розведення валів. При заправленні картоного полотна воронка та торцевий щиток, що встановлені з лицьової сторони машини, розводяться в боки за допомогою пневмоциліндра. Після заправлення полотна картону в 7-му (сьому) групі, пресові вали повертаються до свого робочого положення і навантажуються. Також підводяться до робочого положення воронка разом із торцевим щитом, вмикається подача клею.

Для уникнення ймовірності налипання клею з проклеєного полотна картону після клеїльного пресу на перший сушильний циліндр, встановлено ковпак, що містить інфрачервоні випромінювачі.

Для зменшення теплових втрат в установці з ІЧ випромінюванням циркулює повітря по секціям, що відокремлюються одна від одної за

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

допомогою рефлекторів та валків, покритих силіконовим покриттям (рисунок 3.2).



1 – проклеєне паперове чи картоне полотно; 2 – опора; 3 – силіконові розгінні валки;

4 – лампи ІЧ випромінювання з рефлекторами; 5 – вхід свіжого повітря; 6 – вихід відпрацьованого повітря; 7 – повітря що нагрівається;

8 – нагріте повітря; 9 – ІЧ випромінювання; 10 – опора кріплення ІЧ ламп

Рисунок 3.2 – Установка ІЧ випромінювачів

Представлена комбінована секція досушування полотна, що поєднує принципи дії радіаційного та конвективного сушіння має ідею, яка походить в тому, що картоне полотно, яке проходить всередині установки має

підтримку та буде розгладжуватись використовуючи встановлені в ній валки, які мають силіконове покриття, що дозволяє уникати налипання сирого картоного полотна. Також, додатково, полотно буде висушуватись в даній установці за допомогою ламп інфрачервоного випромінювання, що спрямовані на нього, та за рахунок циркулюючого повітря, що нагрівається - процесу конвективного сушіння.

Дане компоновання використаних елементів представленої конструкції в межах однієї установки, дозволяє утворити окремі комірки, кожна з яких розміщує в собі лампу з інфрачервоним випромінюванням. Повітря надходячи під тиском у корпус установки, відсікається за допомогою силіконових роликів по коміркам, нагрівається та разом з цим забирає певний відсоток вологи від картоного полотна та виводиться по патрубкам із корпусу. Тому додаткове сушіння картоного полотна відбувається при поєднанні радіаційного процесу сушіння та конвективного, де використовується повітря, що циркулює по коміркам.

3.2 Порівняння основних показників розробленої конструкції з аналогами

За аналоги було обрано клеїльні преси:

Аналог 1 – «Size Press» фірми Parcel;

Аналог 2 – «Film Press» фірми Parcel;

Аналог 3 – «TWIN» фірми UNV.

Найбільш популярними є «Size Press» та «Film Press» фірми Parcel. Це пояснюється тим, що використання даних пресів дозволяє отримати найвищий показник сухості після клеїльного пресу серед більшості аналогів.

Даний тип конструкції, є результатом багатьох років розробок та досвіду накопиченого компанією Parcel.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Преси конструкції типу Size Press (рисунок 3.3) дозволяють здійснювати поверхневе проклеювання або ж пігментацію на досить високих швидкостях, не знижуючи продуктивності. Це відбувається завдяки використанню матеріалів для нанесення на поверхню полотна, що мають значно більші в порівнянні зі звичайними клеїльними пресами, концентрацію, а тому вони набагато менше зволожують картоне полотно та не вимагають потужної досушуючої групи [2].



Рисунок. 3.3. – Клеїльний прес Size Press фірми «Parcel»

В порівнянні з конструкцією розробленою в даному проекті магістерської дисертації клеїльний прес відрізняється від конструкції клеїльного пресу Size Press. Дана конструкція має горизонтальне розташування валів, та не передбачує використання додаткової сушильної секції, що призведе до нижчих показників сухості після клеїльного пресу.

До недоліків відносяться:

- 1) Нижчий показник сухості після клеїльного преса в порівнянні з розробленою конструкцією;
- 2) Завдяки горизонтальному розташуванню валів, збільшуються габарити установки, погіршується зручність обслуговування, збільшується вірогідність обривів картонного полотна.

Іншим досить близьким аналогом до розробленої конструкції є клеїльний прес Film Press виробництва «Parcel», зображений на рисунку 3.4. Даний аналог має похиле розташування валів чим є подібний до розробленої конструкції. Перевагами даного типу конструкції є нанесення більш товстого шару клеїльного розчину, менші габаритні розміри у порівнянні з клеїльними пресами з горизонтальним розташуванням валів, зручність обслуговування, робота на більш високих швидкостях [3].



- 1 – несуча конструкція; 2 – нерухомий пресовий вал;
 3 – рухомий пресовий вал; 4 – папероведучий вал; 5 – шпирки;
 6 – системи притиску валів;
 7 – захисні кожухи та майданчики для обслуговування пресу

Рисунок. 3.4. – Клеїльний прес Film Press фірми «Parcel»;

До недоліків можна віднести:

- 1) Використання стоніту у якості оболонки неприводного валу, що призводить до збільшення маси установки, а відповідно і збільшення потужності двигунів приводного валу;
- 2) Використання стонітового валу призводить до зменшенн діапазону допустимих для роботи показників лінійного тиску, що знижує універсальність клеїльного пресу та не дозволяє використовувати даний тип конструкції для виготовлення спеціальних видів картоного полотна.

Порівняльна характеристика клеїльних пресів наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1. Порівняльна характеристика клеїльних пресів

Основні показники	Розроблена конструкція	Аналог «Size Press»	Аналог «Film Press»	Аналог «TWIN»
Швидкість роботи, м/хв.	600	550	580	480
Лінійний тиск у захваті, кН/м	60	40	60	38
Потужність електродвигуна, кВт х2 (два двигуна)	400	530	580	520
Продуктивність, т/год	26,2	21	24	19
Питомі витрати на пресування однієї тони картону, Дж/т	262	260	270	270
Сухість після пресу, %	55	52	53	48

Висновок: оскільки спроектована конструкція клеїльного пресу з використанням обох гумованих валів та установкою інфрачервоних випромінювачів має кращі характеристики та властивості (швидкість роботи, лінійний тиск у захваті, продуктивність, сухість після пресу), розроблена конструкція є конкурентноспроможною. Отож, є доцільним використання конструкції даного типу.

3.3 Вибір та обґрунтування матеріалів конструкції

Оболонки пресових валів виготовляються з чавуну ВЧ40 ГОСТ 7293-85. Дана марка чавуну забезпечує більш дешеве виробництво оболонки пресових валів та спрощує виготовлення, забезпечуючи їх потрібними властивостями, такими, як міцність та жорсткість.

Вали клеїльного преса покриваються гумовим складом різної твердості: нижній притискний – більш м'якою гумою, верхній приводний – твердим гумовим покриттям. Дані матеріали дозволяють сприймати дію високих температур та являються відносно дешевими матеріалами.

Цапфи пресових валів виконуються зі сталі під маркою 40Х ГОСТ 4543-71. Дана марка сталі має високі механічні властивості, а також є придатною термічній та хіміко-термічній обробці.

Цапфи пресових валів монтуються у два роликового дворядного сферичного підшипника кочення моделі 22340 ССК/ВК/В33, що виготовляються зі сталі марки ШХ15 ГОСТ 801-78, яка відрізняється високою твердістю та має гарну зносостійкість.

Станини установки клеїльного пресу виконуються з чавуну марки СЧ 18 ГОСТ 1412-85. Зумовлено це тим, що даний тип сірого чавуну відомий своїми високими ливарними властивостями (низькою температурою кристалізації, гарною текучістю в розплавленому стані та малою усадкою).

Елементи для руху та подачі клеїльного складу виготовляються з нержавіючої сталі під маркою 12Х18Н9 ГОСТ 5632-72. Даний тип матеріалу характеризується підвищеною міцністю, також він гарно піддатний до зварювання, має корозійностійкість та придатний для використання в слабкому кислотному середовищі.

Шабери валів клеїльного преса виготовляються із прокатного матеріалу фосфористої бронзи під маркою БрСу6Ф1 ГОСТ 493-79. Це зумовлено тим, що використання шаберів із бронзи забезпечує довговічність пресових валів. Шабери являються розхідним матеріалом і заміюються на

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

нові після їх зношення. Корито, збірники, щити, воронки та містки виготовляються зі сталі під маркою 40Х ГОСТ 4543-71.

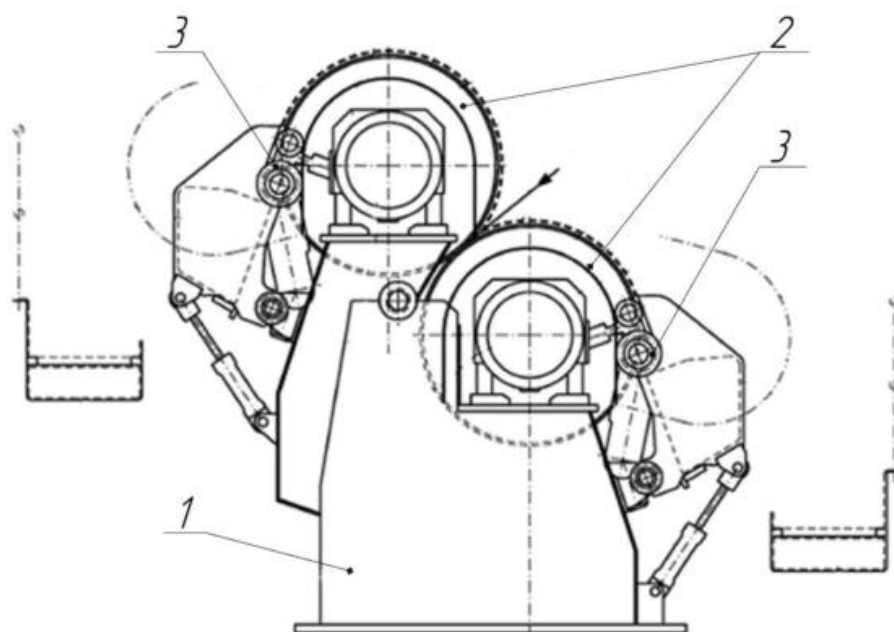
3.4 Відомості про використані винаходи і патентну чистоту

Метою даної магістерської дисертації була розробка клеїльного пресу з похилим розташуванням валів для проклеювання поверхні полотна картону. Вагомою відмінністю запропонованої конструкції клеїльного преса є покриття пресових валів та їх розташування.

Предмет пошуку:

- 1) прес клеїльний;
- 2) пресовий вал.

У патенті [4] описано прес клеїльний картоноробної машини, що складається з двох валів (рисунок 3.5). Нанесення клеєвої композиції на пресові вали відбувається за допомогою роликів.



1 – станина; 2 – вали клеїльного пресу; 3 – механізм нанесення клеєвої маси

Рисунок 3.5 – Схема похилого клеїльного пресу

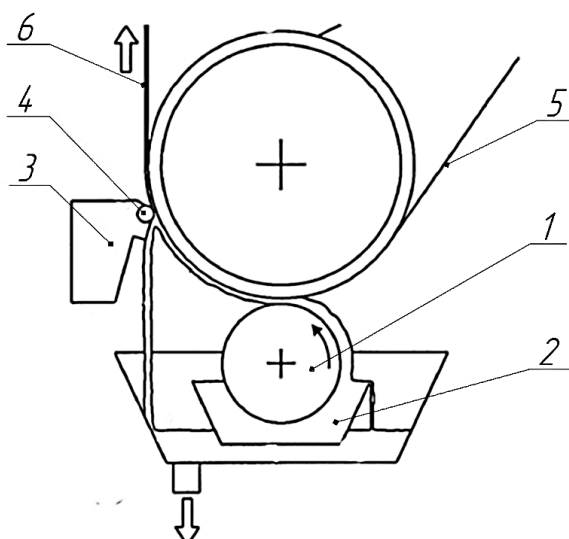
Перевагою вищезазначеної конструкції являється економія клеєвої маси. Вона поступає на полотно паперу або картону з поверхні пресових

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

валів використовуючи механізм для подавання клеєвої маси за допомогою ролика, а не традиційних сприсків.

Недоліком представленої пресової конструкції є ймовірність нерівномірного поверхневого проклеювання паперового або картоного полотна. Це може призвести до виробітки продукції невідповідної якості.

Автори патенту [5] пропонують пристрій та спосіб для нанесення клеєвої маси на картоне полотно, а також на гофрований картон. Схему пристрою зображено на рисунку 3.6. Даний пристрій містить вал, що занурений у ванну з клеїльним розчином, контактну балку, рухому притискну губу та регулювальні болти на пружинах. Тонкий шар клеїльного розчину попередньо нанесений на полотно картону, проходить між обертовим валом та губою.



1 – клеїльний вал; 2 – клеїльна ванна; 3 – рухома притискна губа;
4 – контактна балка; 5 – картонне полотно; 6 – проклеєне картонне
полотно

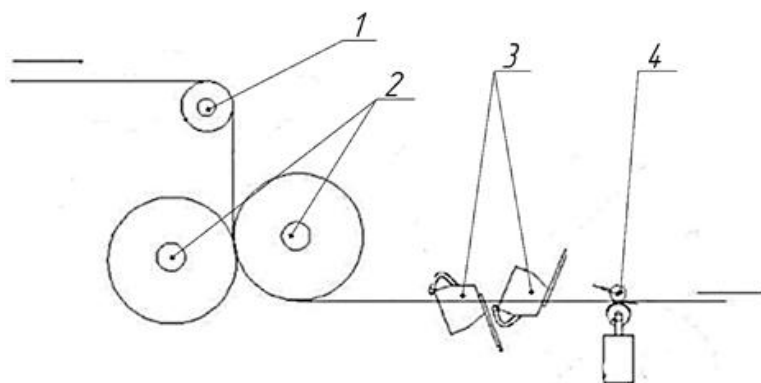
Рисунок 3.6 – Схема пристрою та методу проклеювання

Перевагою конструкції даного типу є можливість регулювання товщини плівки, що наноситься використовуючи притиснену до клеїльного вала губу.

Недоліком даної конструкції є велика витрата клеєвої композиції та більш швидке зношування вала. До того ж, встановлюючи клеїльний прес

даного типу конструкції в сушильній частині картоноробної машини, з'являється необхідність у використанні спеціальних дорогих клейових композицій, що не змінюють своїх якісних показників при підвищенні температури.

Авторами патенту [6] пропонується конструкція пристрою для поверхневого покриття паперового або картонного полотна, при використанні валика, що розташовується над валами клеїльного пресу. Схему запропонованої конструкції наведено на рисунку 3.7. Проклеювання картонного полотна відбувається за рахунок горизонтального розташування валів, що стискаються між собою. Після пресових валів, за даною конструкцією встановлюються плівкові розподілювачі, а також додатково - вали для пресування башмачного типу.



1 – вал для нанесення клею; 2 – клеїльні вали;

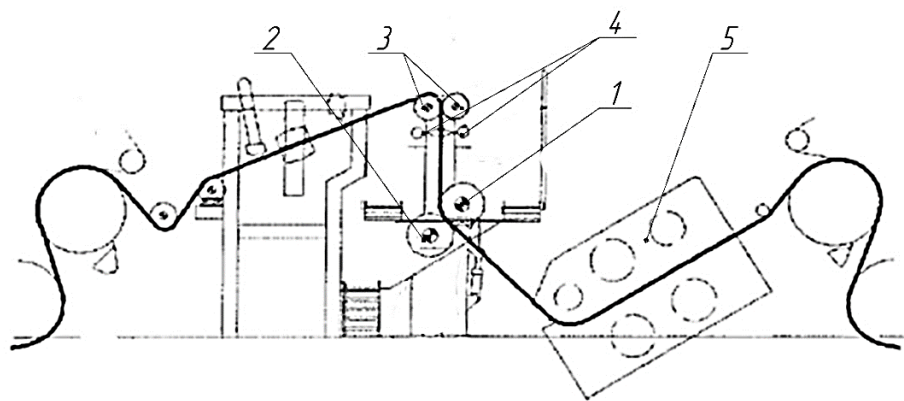
3 – додаткові колекторні розподілювачі; 4 – пресові вали

Рисунок 3.7 – Схема зображення клеїльного пресу

До переваг (обраного) даного методу належить можливість наносити різний за структурою клей, а також можливе поверхневе пігментування картонного полотна.

Недоліками, в свою чергу, є те, що один з валів забруднюється, а також неможливе, з двох сторін, однакове проклеювання полотна.

Розглянуто розроблений авторами клеїльний прес [7] (рисунок 3.8), в якому міститься система сприсків, інфрочервоні випромінювачі, що слугують досушуючою частиною, стонітовий рухомий та гумовий нерухомий вали, а також допоміжні вали.



1 – стонітовий вал; 2 – гумований вал; 3 –направляючі вали;
4 – сприски; 5 – інфрачервоні випромінювачі

Рисунок 3.8 – Схема похилого клеїльного пресу

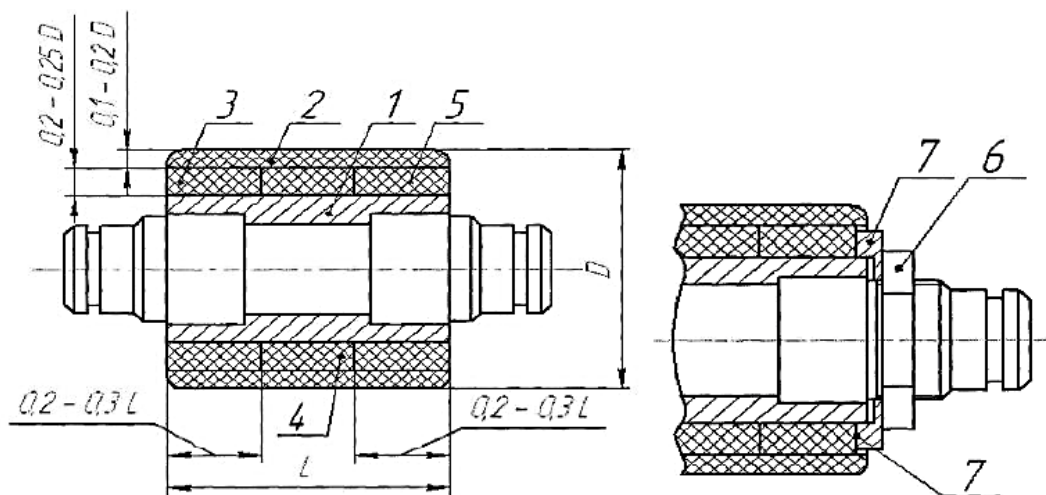
До переваг розглянутої конструкції належить збільшення швидкості протікання, тобто продуктивності пресу, завдяки похилому розташуванню пресових валів, а також використання верхніх валів для фіксації полотна картону.

Обслуговування пресу та складність монтажу є одними з основних недоліків конструкції. Окрім цього, відведення верхнього валу зумовлює додаткове витрачання електроенергії.

Вал пресу клеїльного, що представлений у патенті [8], містить три внутрішні шари еластичного матеріалу різної твердості, а також верхній – основний, з однорідного матеріалу (рисунок 3.9).

Базуючись на вище вказаному, однією з основних переваг даного валу є те, що у зв'язку зі зміною зусилля притискання, можливо регулювати твердість еластичного шару змінюючи лінійний тиск притискання валу.

Однак, відведення надлишку клею, що є необхідним для безперервної роботи установки, даний тип валу не забезпечує. Також, щоб регулювати твердість еластичного шару, необхідна заупинка пресу, тому це також належить до недоліків розглянутої конструкції.



1 – сердечник валу; 2 – верхній еластичний шар; 3, 4, 5 – еластичні шари різної твердості; 6 – гайка; 7 – кільця

Рисунок 3.9 – Схема пресового клеїльного валу

На рисунку 3.10 автори патенту зобразили установку інфрачервоних випромінювачів, що складається з ковпака з теплоізоляцією, рефлекторів, ІЧ випромінювачів [9]. Перевагою даної установки є можливість додаткового сушіння паперу або картону після клеїльного преса, перед входом проклеєного полотна на сушильний циліндр за допомогою інфрачервоного випромінювання та повітря, що поступає в установку.

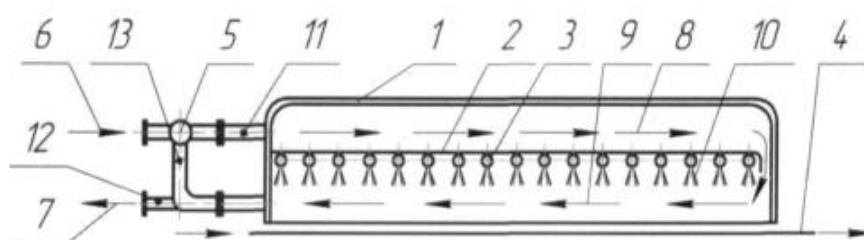


Рисунок 3.10 – Схема установки ІЧ випромінювання

1 – ковпак з теплоізоляцією; 2 – рефлектор; 3 – ІЧ випромінювачі;
4 – проклеєне паперове чи картонне полотно; 5 – вентилятор;
6 – забір свіжого повітря; 7 – частковий вихід відпрацьованого повітря; 8 – повітря, що нагрівається; 9 – нагріте повітря; 10 – ІЧ випромінювання

Недоліками є те, що повітря, насичуючись вологою проходить досить великий шлях перед тим як вийти з установки. Через це, у певний момент, повітря стає перенасиченим вологою, і на решті свого шляху до виходу, вже не забирає вологу з полотна паперу або картону. Таким чином, процес конвективного сушіння проходить не з високою ефективністю. Також, через відсутність підтримки полотна всередині установки, при його вібрації, є вірогідність контакту з самою установкою, що може призвести до погіршення якості готової продукції або спричинити його обриви.

Висновок: Проаналізувавши представлені патенти було зроблено наступні висновки, що конструкція пресу клеїльного підлягає модернізації. Було запропоновано використання твердої гуми в якості матеріалу поверхні неведучого валу, замість стоніту, що дозволяє здешевити процес вироблення даного пресового валу, та зробити його більш легким в порівнянні з стонітовим. Також була запропонована ідея встановлення та модернізація установки інфрачервоного випромінювання після клеїльного пресу. Це дозволяє в подальшому зменшити налипання проклеєного картоного полотна на поверхню сушильного циліндру.

Представлена конструкція преса клеїльного преса та його компонентів є патентоспроможною та відповідає умовам корисної моделі (винаходу).

4 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції клеїльного пресу

4.1 Розрахунок збільшення вологості картонного полотна в клеїльному пресі

Розрахункова схема клеїльного пресу наведена на рисунку 4.1.

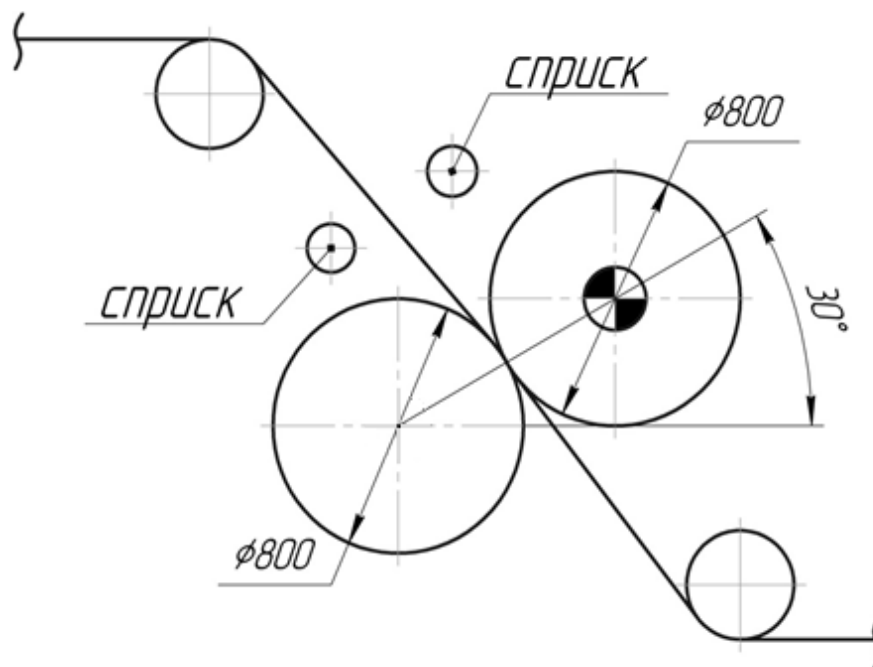


Рисунок 4.1 - Загальна схема клеїльного пресу.

Метою даного розрахунку є визначення збільшення вологи картону в клеїльному пресі

Вихідні дані:

Необрізна ширина картонного полотна B , м	4,25;
швидкість машини на клеїльному пресі V , м/с (м/хв)	10 (500);
маса 1 м ² картонного полотна g , кг/м ² (г/м ²)	0,18 (200);
сухість картонного полотна до клеїльного пресу S_1 , %	80;
сухість картонного полотна перед сушильною частиною S_0 , %	55;
сухість картону на накаті S_2 , %	95;
маса сухої речовини, нанесеної на картоне полотно k , кг/м ²	0,002;
концентрація розчину клею C , %	6.

Розрахунки проводимо за методикою, наведеною в літературі [10].

Продуктивність картоноробної машини на накаті:

$$Q = B \cdot V \cdot g \cdot S_2 = 4,25 \cdot 10 \cdot 0,18 \cdot 0,95 = 7,268 \text{ кг/с},$$

Кількість вологи, яку вбирає 1 м^2 картону:

$$g_{\text{вл}} = \frac{2k(100 - C)}{C} = \frac{2 \cdot 0,002 \cdot (100 - 6)}{6} = 0,063 \text{ кг/м}^2,$$

Збільшення відносної вологи картону в клеїльному пресі складає:

$$W_0 = \frac{g_{\text{вл}}}{g_{\text{вл}} + g} = \frac{0,063}{0,063 + 0,18} \cdot 100\% = 25,83 \%,$$

Вологовміст картонного полотна після клеїльного пресу:

$$U_{\text{II}} = \frac{100 - S_1}{S_1} + \frac{W_0}{100 - W_0} = \frac{100 - 80}{80} + \frac{25,83}{100 - 25,83} = 0,6$$

Вологість та сухість картонного полотна після клеїльного пресу будуть дорівнювати:

$$W = \frac{U_{\text{II}}}{1 + U_{\text{II}}} \cdot 100\% = \frac{0,6}{1 + 0,6} \cdot 100\% = 37,43 \%,$$

$$S = \frac{1}{1 + U_{\text{II}}} \cdot 100\% = \frac{1}{1 + 0,6} \cdot 100\% = 62,57 \, \%.$$

Кількість вологи, що видаляється в основній сушильній частині, складає:

$$M_{\text{осн}} = Q \cdot \left(\frac{100 - S_0}{S_0} - \frac{100 - S_1}{S_1} \right) = 7,268 \cdot \left(\frac{100 - 55}{55} - \frac{100 - 80}{80} \right) = 4,13 \text{ кг/с},$$

Кількість вологи, що видаляється в досушуючій сушильній частині, складає:

$$M_{\text{дос}} = Q \cdot \left(U_{\text{II}} - \frac{100 - S_2}{S_2} \right) = 7,268 \cdot \left(U_{\text{II}} - \frac{100 - 95}{95} \right) = 3,97 \text{ кг/с},$$

Сумарна кількість вологи, яка випарувалася в сушильній частині картоноробної машини:

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$M = M_{осн} + M_{дос} = 4,13 + 3,97 = 8,1 \text{ кг/с.}$$

Висновок: визначено, що вологість картону збільшується на 37,43 %. Оскільки вологість картону збільшується на виході, клеїльний прес доцільно встановлювати в сушильній частині машини [11].

4.2 Розрахунок швидкості витікання клею

Розрахункова схема швидкості витікання клею наведена на рисунку 4.2.

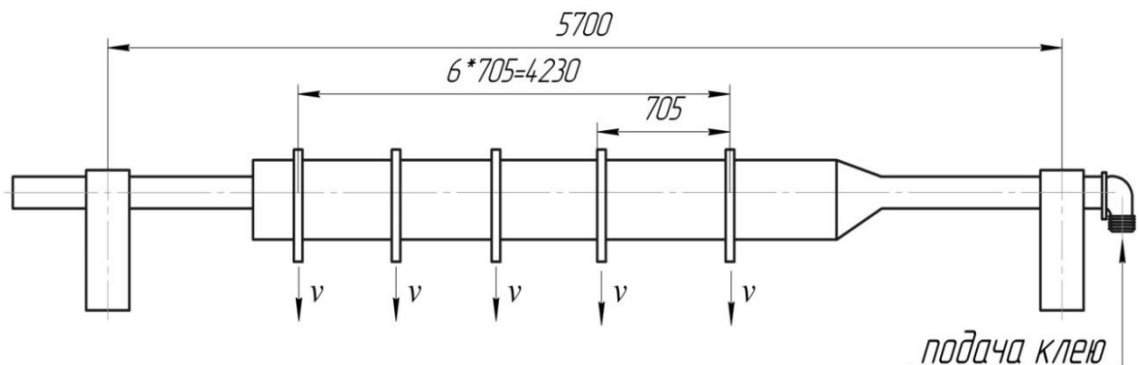


Рисунок 4.2 – Схема колекторного розподільвача

Метою даного розрахунку є визначення витікання клею з колекторного розподільвача та перевірка умови для формування плівки клею на валах для достатнього проклеювання полотна.

Вихідні дані:

Швидкість машини на клеїльному пресі V , м/с	10;
Крок між патрубками, мм	705;
Загальна відстань між патрубками, мм	4230;
Кількість патрубків	6;
Відстань між опорами	5700.

Розрахунок ведеться згідно методики, викладеної в [11].

Відомо, що для формування рівномірної плівки оптимальною різницею швидкостей нанесення плівки рідини та обертання валів є $\Delta v = 6,2$ м/с [12].

Швидкість витікання клею:

$$v_{кл} = \mu \sqrt{2gh} = 0,06 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 1} = 0,266 \text{ м/с,}$$

де μ – дослідний коефіцієнт витрати рідини, що залежить від швидкості рідини, її властивостей та форми отвору витікання; при збільшенні довжини щілини = 0,06 – 0,07 і прямує до мінімальних значень [12];

g – прискорення вільного падіння, м/с^2 ;

h – середня висота напору, м ;

Різниця швидкостей подачі клею та обертанні валів клеїльного преса:

$$\Delta v' = V - v_{\text{кл}} = 10 - 0,266 = 9,374 \text{ м/с},$$

Перевіряємо чи виконується умова для формування плівки клею на валах для достатнього проклеювання полотна:

$$\Delta v' > \Delta v$$

$$9,374 \text{ м/с} > 6,2 \text{ м/с}$$

Висновок: з'ясовано, що умова нанесення рівномірної плівки виконується. Отже гарантується подача клею на вали з однаковою швидкістю по всій ширині, рівномірна концентрація клею на всіх ділянках потоку, відсутність турбулентного руху, максимальне запобігання утворення грудок клею.

4.3 Розрахунок витрати клею

Розрахункова схема зображена на рисунку 4.2.

Метою даного розрахунку є визначення витрати клею та конструктивних параметрів колекторного розподілювача.

Вихідні дані:

Продуктивність картоноробної машини на накаті по а.с.к.

Q , кг/с	7,268;
ширина нанесення клею $L_{\text{щ}}$, м	4,68;
концентрація клею $c_{\text{кл}}$, кг/м^3	60;
витрата крохмалю $g_{\text{кр}}$, кг сух.реч./кг карт.	0,03.

Розрахунок ведеться згідно методики, викладеної в [12].

Питома витрата клейстеру на проклеювання одного кілограму картону:

$$G_2 = \frac{g_{кр} \cdot \rho_{кл}}{c_{кл}} = \frac{0,03 \cdot 1085}{60} = 0,5425 \text{ кг/кг},$$

де $g_{кр}$ - питома витрата клейкої речовини;

$\rho_{кл} = 1085 \text{ кг/м}^3$ - густина клейкого розчину;

$c_{кл}$ - концентрація клеїльного розчину по сухим речовинам.

Масова витрата клею:

$$G_M = B \cdot V \cdot g \cdot (1 - W) = 4,25 \cdot 10 \cdot 0,18 \cdot (1 - 0,06) = 7,191 \text{ кг/с} = 25888 \text{ кг/год.}$$

Питома об'ємна витрата клейкого розчину:

$$q_{кл} = \frac{G_M \cdot G_2}{3600 \cdot \rho_{кл}} = \frac{25888 \cdot 0,5425}{1085} = 3,595 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Необхідно, щоб швидкість клею по всій довжині сприску залишалася постійною.

Щоб урахувати гідравлічний опір та забезпечити регулювання витрати клею в спроектованому колекторному розподілювачі необхідно передбачити перелив клею 10% від розрахованої витрати [12].

Розраховуємо витрату клею з урахуванням переливу:

$$q'_{кл} = q_{кл} + 0,1 \cdot q_{кл} = 3,595 \cdot 10^{-3} + 0,1 \cdot 3,595 \cdot 10^{-3} = 3,955 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}.$$

Визначаємо необхідну площу щілини для забезпечення рівномірного витікання клею:

$$F_{щ} = \frac{q_{кл}}{v_{кл}} = \frac{3,595 \cdot 10^{-3}}{0,266} = 0,014 \text{ м}^2$$

Визначаємо необхідну ширину щілини:

$$B_{щ} = \frac{F_{щ}}{L_{щ}} = \frac{0,014}{4,68} = 2,888 \cdot 10^{-3} \text{ м}.$$

Приймаємо мінімальний гарантований розмір щілини сприсків 0,003 м (3 мм).

Висновок: в даному розрахунку визначено витрату клею та мінімально допустимий розмір напірної щілини.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

4.4 Розрахунок жорсткості оболонки притискного валу

Розрахункова схема розрахунку жорсткості оболонки притискного валу наведена на рисунку 4.3.

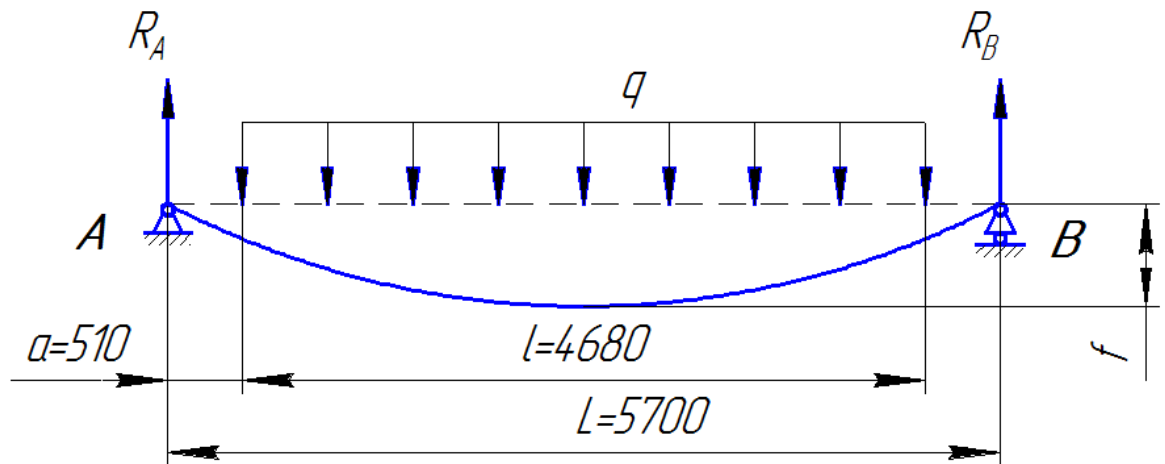


Рисунок 4.3 - Розрахункова розрахунку жорсткості оболонки притискного валу

Мета розрахунку: визначити чи виконується умова жорсткості оболонки валу.

Вихідні дані:

маса валу m , кг	5979;
лінійний тиск q_l , Н/м	60000;
кут площини що проходить через вісь валу до горизонталі α	30° ;
зовнішній діаметр оболонки валу D , м	0,76;
внутрішній діаметр оболонки валу d , м	0,58;
відстань між центрами підшипникових опор L , м	5,7;
довжина оболонки валу l , м	4,68;
матеріал оболонки валу	ВЧ40;
модуль пружності матеріалу оболонки валу E , Па [13]	$1.7 \cdot 10^{11}$;

Розрахунок ведеться за методикою, наведеною в літературі [14].

Сила тяжіння гумованого валу:

$$G = m \cdot g = 5979 \cdot 9,81 = 58636 \text{ Н,}$$

Схема навантаження валу зображена на рисунку 4.4.

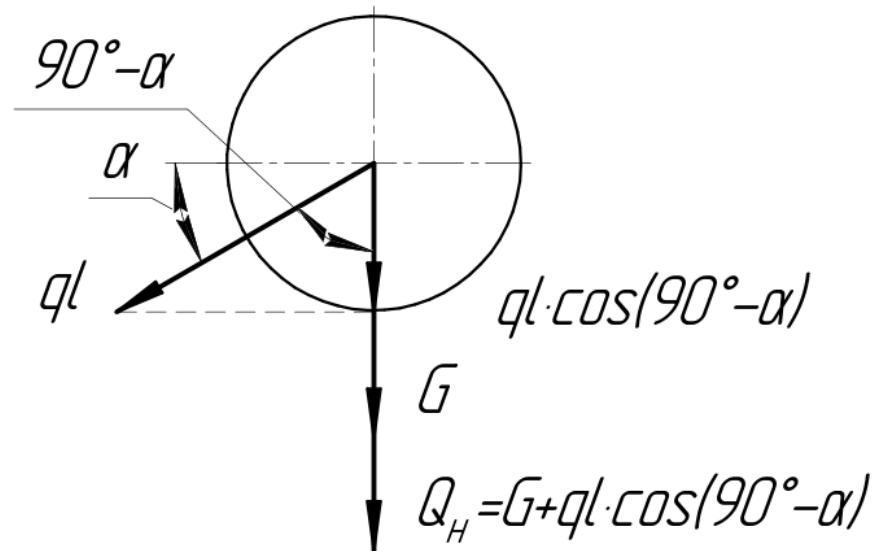


Рисунок 4.4 – Схема до розрахунку сумарного навантаження

Сумарне навантаження, що діє на нижній вал:

$$Q = G + q_l \cdot l \cdot \cos(90^\circ - \alpha^\circ) = 58636 + 60000 \cdot 4,68 \cdot \cos(90^\circ - 30^\circ) = 199036 \text{ Н,}$$

Реакція опор:

$$R = R_A = R_B = \frac{Q}{2} = \frac{199036}{2} = 99518 \text{ Н,}$$

Момент інерції в середині прольоту валу:

$$I = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) = \frac{3,14}{64} \cdot (0,76^4 - 0,58^4) = 0,011 \text{ м}^4,$$

Прогин валу в середині прольоту (рисунок 4.2):

$$f = \frac{Q \cdot l^2 \cdot (12 \cdot L - 7 \cdot l)}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{199036 \cdot 4,68^2 \cdot (12 \cdot 5,7 - 7 \cdot 4,68)}{384 \cdot 1,7 \cdot 10^{11} \cdot 0,011} = 2,199 \cdot 10^{-4} \text{ м,}$$

Відносний прогин становить:

$$\varepsilon = \frac{f}{l} = \frac{2,199 \cdot 10^{-4}}{4,68} = 4,669 \cdot 10^{-5},$$

Перевіряємо чи виконується умова жорсткості:

$$\varepsilon \leq [\varepsilon]$$

$$0,0000467 < 0,00005$$

де $[\varepsilon] = (5 \dots 6,67) \cdot 10^{-5}$ – допустимий відносний прогин [13].

					ЛБ91МП.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Висновок: визначено, що відносний прогин валу менший за допустимий відносний прогин, тобто конструкція валу відповідає умові жорсткості.

4.5 Розрахунок притискного валу на міцність.

Розрахункова схема притискного гумованого валу наведена на рисунку 4.5.

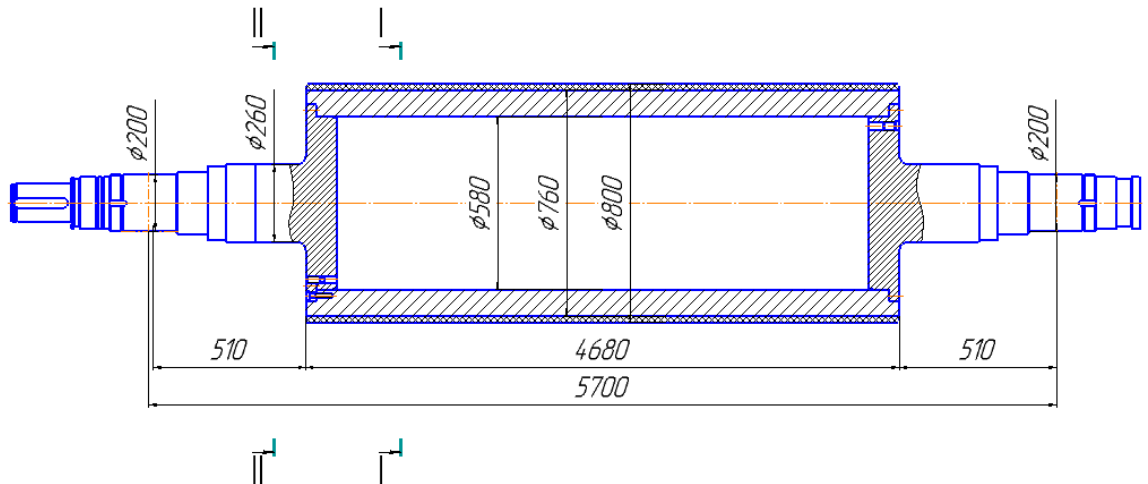


Рисунок 4.5 – Вал притискний гумований

Метою даного розрахунку є визначення, чи виконується умова міцності при даних параметрах валу.

Вихідні дані:

Сумарне навантаження, що діє на вал Q , Н	199036;
зовнішній діаметр оболонки валу D , м	0,76;
внутрішній діаметр оболонки валу d , м	0,58;
діаметр цапфи валу $d_{ц}$, м	0,20;
відстань між центрами підшипникових опор L , м	5,7;
довжина оболонки валу l , м	4,68;
відстань від оболонки до центра підшипника a , м	0,51;
момент інерції в середині прольоту валу I , м ⁴	0,011;
матеріал оболонки валу	ВЧ40;
матеріал цапф валу	сталь 40Х;
межа витривалості матеріалу оболонки $[\sigma_{-I}]$, Па [13]	$250 \cdot 10^6$;
межа витривалості матеріалу цапфи $[\sigma_{-I}]$, Па [13]	$320 \cdot 10^6$.

					ЛБ91МП.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Розрахунок проводимо за методикою, наведеною в літературі [15].

У розрахунку не враховано сили, які чинить картоне полотно на вал. Їх вплив незначний, тому ними можна знехтувати.

Розраховуємо момент опору перерізу I-I оболонки валу:

$$W_1 = \frac{2 \cdot I}{D} \text{ м}^3, \quad (4.1)$$

Розраховуємо момент опору перерізу II- II цапфи валу:

$$W_2 = 0,1 \cdot d_y^3 \text{ м}^3, \quad (4.2)$$

Розраховуємо згинальний момент у перерізу I-I оболонки валу:

$$M_1 = Q \cdot \left(\frac{L}{4} - \frac{l}{8} \right) \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (4.3)$$

Розраховуємо згинальний момент у перерізу II- II цапфи валу:

$$M_2 = Q \cdot \left(\frac{L-l}{4} \right) \text{ Н} \cdot \text{м}, \quad (4.4)$$

Розраховуємо напруження згинання в перерізі I-I оболонки валу:

$$\sigma_1 = \frac{M_1}{W_1} \text{ Па}, \quad (4.5)$$

Перевіряємо чи виконується умова міцності в перерізі I-I оболонки валу:

$$\sigma_1 \leq [\sigma_1], \quad (4.6)$$

де $[\sigma_1]$ Па - допустиме напруження матеріалу оболонки валу.

Розраховуємо напруження згинання в перерізі II-II оболонки валу:

$$\sigma_2 = \frac{M_2}{W_2} \text{ Па}. \quad (4.7)$$

Перевіряємо чи виконується умова міцності в перерізі II-II цапфи валу:

$$\sigma_2 \leq [\sigma_2], \quad (4.8)$$

де $[\sigma_1]$ Па - допустиме напруження матеріалу цапф валу.

Висновок: визначено, що умови міцності цапф та валу в найбільш навантажених перерізах виконуються, а запаси міцності достатні для забезпечення його надійної роботи у заданих умовах. До методики розрахунку було створено відповідну програму, складено блок-схему, таблицю

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ідентифікаторів, зазначені результати програмного розрахунку та наведені в Додатку Г.

4.6 Розрахунок притискного валу на критичну частоту обертання

Розрахункова схема притискного валу зображена на рисунку 4.6.



Рисунок 4.6 – Схема притискного валу

Метою розрахунку є перевірка притискного валу на допустиму частоту обертання.

Вихідні дані:

Швидкість машини на клеїльному пресі V , 10;

зовнішній діаметр валу D , м 0,8;

матеріал оболонки валу ВЧ40;

прогин валу в середині прольоту f , $2,199 \cdot 10^{-4}$;

модуль пружності матеріалу оболонки валу E , Па [13] $1,7 \cdot 10^{11}$.

Розрахунки проводимо за методикою, наведеною в літературі [15].

Критична частота обертання валу:

$$n_{кр} = \frac{300}{60 \cdot \sqrt{f}} = \frac{300}{60 \cdot \sqrt{2,199 \cdot 10^{-4}}} = 337 \text{ 1/с},$$

Робоча частота обертання валу:

$$n = \frac{V}{\pi \cdot D} = \frac{10}{3,14 \cdot 0,8} = 3,979 \text{ 1/с},$$

Відношення робочої частоти обертання валу до критичної:

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

$$K = \frac{n}{n_{кр}} = \frac{3,979}{337} = 0,012$$

Перевіряємо чи виконується умова відсутності появи резонансу:

$$K < [K],$$

де $[K] = 0.6$ – допустиме мінімальне відношення критичної частоти обертання валу до робочої [16].

$$0,012 < 0,6$$

Умова відсутності появи резонансу виконується.

Висновок: за результатами розрахунку визначена допустима частота обертання, підтверджено виконання умови відсутності резонансу.

4.7 Вибір підшипників та визначення їх довговічності

Схема геометричних параметрів вибраного підшипника наведена на рисунку 4.7.

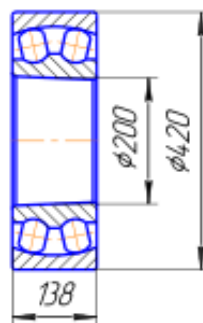


Рисунок 4.7 – Геометричні параметри вибраного підшипника

Вихідні дані:

Навантаження на підшипник P , Н	99518;
Діаметр цапфи під підшипник d_u , м	0,2;
лінійний тиск q_l ,	60000;
бажаний ресурс підшипників L_h , год	168000.

Розрахунки проводимо за методикою, наведеною в літературі [17,18].

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Попередньо вибраний підшипник [18] – підшипник кочення роликовий дворядний сферичний *22340 ССК/W33, який має наступні геометричні параметри: $d = 200$ мм, $D = 420$ мм, $B = 138$ мм (рисунок 4.7). Інші характеристики обраного підшипника: вантажопідйомність динамічна – $C = 2320$ кН, вантажопідйомність статична – $C_S = 2900$ кН; частота обертання номінальна – $n_{ном} = 1200$ хв⁻¹, гранична – $n_{гр} = 1500$ хв⁻¹.

Розрахуємо еквівалентне навантаження на підшипники за формулою:

$$P_e = V_O \cdot P \cdot K_B \cdot K_T = 1,1 \cdot 99518 \cdot 1,1 \cdot 1 = 120417 \text{ Н},$$

де V_O – коефіцієнт обертання;

K_B – коефіцієнт безпеки;

K_T – температурний коефіцієнт.

Ресурс підшипника:

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P} \right)^k = \left(\frac{2320 \cdot 10^3}{120417} \right)^{\frac{10}{3}} = 19172 \text{ млн об.},$$

$k = 10/3$ - показник степеня, для роликових підшипників.

Ресурс часовий:

$$L_h = \frac{10^6 \cdot L_{10}}{3600 \cdot n} = \frac{10^6 \cdot 19172}{3600 \cdot 3,979} = 1338465 \text{ год},$$

де $n = 3,979$ - робоча частота обертання валу, с⁻¹.

Перевіряємо чи виконується умова придатності підшипника:

$$L_h \geq L_h'$$

$$1338465 \text{ год} > 168000 \text{ год}$$

де L_h' – рекомендоване значення розрахункового ресурсу підшипника, год. Для машин, що працюють безперервно з високими навантаженнями, в тому числі для папероробного обладнання $L_h' = 168000$ год [13].

Умова придатності виконується.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Висновок: в результаті даного розрахунку було підібрано підшипник *22340 ССК/W33 та визначено його часовий ресурс $L_h = 1338465$ год.

4.8 Розрахунок зусилля притискання та визначення діаметру діафрагми

Розрахункова схема притискання валів наведена на рисунку 4.8.

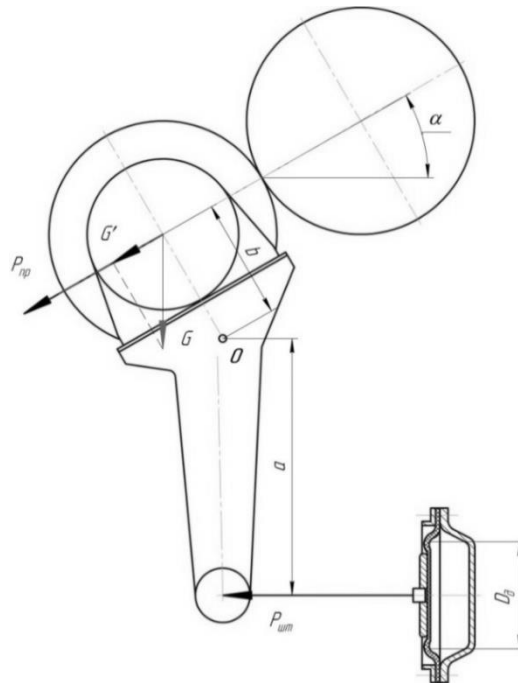


Рисунок 4.8 – Розрахункова схема притискання валів

Метою даного розрахунку є визначення зусилля притискання та діаметра діафрагми.

Вихідні данні:

вага притискного валу G , Н	58636;
кут нахилу валу до горизонтальної площини α	30° ;
довжина оболонки валу l , м	4,68;
лінійний тиск в захваті q_l ,	60000;
плече важеля a , м	0,9;
плече важеля b , м	0,4.

Методика проведення даного розрахунку складена згідно норм викладених в [12].

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

Зусилля необхідне для забезпечення заданого лінійного тиску будемо визначати з рівняння моментів відносно точки обертання важеля. Рівняння моментів складене на основі розрахункової схеми (рисунок 4.8).

Визначаємо сили, що будуть створювати згинальні моменти відносно точки обертання важеля O :

$$G' = G \cdot \cos(90^\circ - \alpha) = 58636 \cdot \cos(90^\circ - 30^\circ) = 29318 \text{ Н},$$

Зусилля притискання:

$$P_{np} = q_l \cdot l = 60000 \cdot 4,68 = 280800 \text{ Н},$$

Сума згинальних моментів відносно точки обертання важеля O :

$$\sum M = n_d \cdot P_{um} \cdot a - P_{np} \cdot b - G' \cdot b = 0$$

де n_d – кількість діафрагм.

Звідки зусилля на одному штоці, яке повинен забезпечувати механізм притискання:

$$P_{um} = \frac{P_{np} \cdot b + G' \cdot b}{n_d \cdot a} = \frac{280800 \cdot 0,4 + 29318 \cdot 0,4}{2 \cdot 0,9} = 68915 \text{ Н},$$

Діаметр діафрагми:

$$D_d = \sqrt{\frac{4 \cdot P_{um}}{\pi \cdot p}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 68915}{3,14 \cdot 0,2 \cdot 10^6}} = 0,662 \text{ м},$$

де $p = 0,2 \cdot 10^6$ Па – тиск повітря в пневмокамері.

Отримане значення D_d округлюємо до більшого стандартного розміру.

Приймаємо $D_d = 0,7$ м.

Висновок: визначено зусилля притискання $P_{um} = 68915$ та діаметр діафрагми . $D_d = 0,7$ м.

4.9 Розрахунок важеля притискного валу

Розрахункова схема важеля притискного валу наведена на рисунку 4.9.

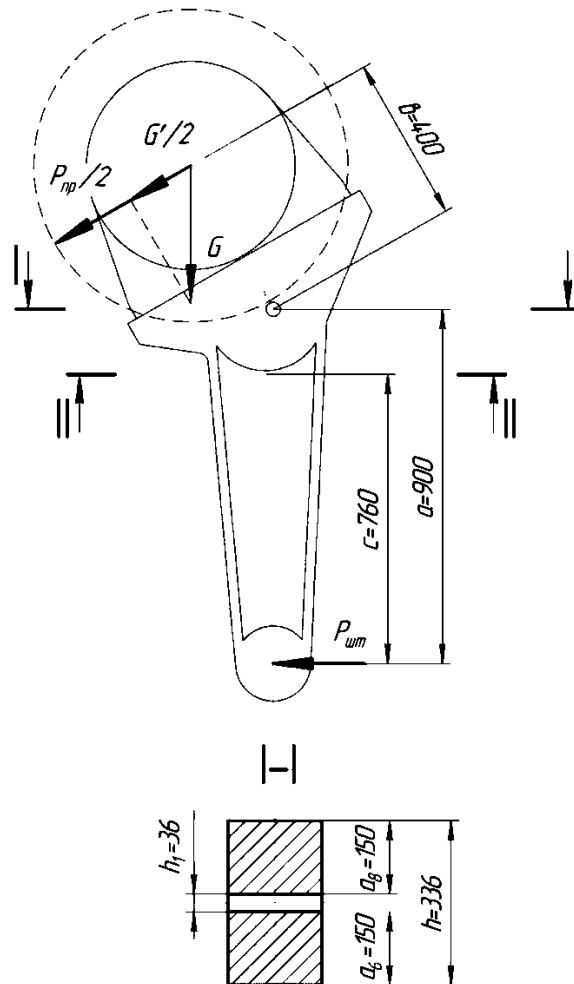


Рисунок 4.9 – Розрахункова схема важеля притискного валу

Метою даного розрахунку є перевірка важеля на міцність при згинанні.

Вихідні данні:

Плече важеля a , м 0,9;

плече важеля b , м 0,4;

матеріал важеля ВЧ20.

Методика проведення даного розрахунку складена згідно норм викладених в [12,14].

В якості матеріалу для важелів обираємо високоміцний чавун ВЧ20.

З розрахункової схеми, зображеної на рисунку 4.7, можна зробити висновок, що найбільш небезпечні перерізи – I-I та II-II.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

Згинальний момент в перерізі $I-I$:

$$M_{I-I} = \frac{G}{2} \cdot b + \frac{P_{um}}{2} \cdot b = \frac{29318}{2} \cdot 0.4 + \frac{68915}{2} \cdot b = 19647 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

Враховуючи, що в небезпечному перерізі важіль ослаблений скрізним отвором $\varnothing 36$ мм, отримаємо переріз з наступними розмірами:

$$h_1 = 36 \text{ мм}, h_2 = 450 \text{ мм}, b = 190 \text{ мм}.$$

При розрахунку моменту опору обраного перерізу для спрощення вважаємо що важіль в перерізі $I-I$ суцільний та симетричний відносно горизонтальної осі, внаслідок чого $a_6 = a_8 = 150$ мм, а $h_3 = 336$ мм. Таким чином, розраховані напруження будуть дещо більшими за реальні. У випадку невиконання умови міцності необхідно буде повторити обчислення без припущень.

Момент опору для перерізу $I-I$:

$$W_{I-I} = \frac{b_1 \cdot (h^3 - h_1^3)}{6 \cdot h} = \frac{0.19 \cdot (0.336^3 - 0.036^3)}{6 \cdot 0.336} = 35,7 \cdot 10^{-4} \text{ м}^3,$$

Напруження при згинанні в перерізі $I-I$:

$$\sigma_{I-I} = \frac{M_{I-I}}{W_{I-I}} = \frac{19647}{35,7 \cdot 10^{-4}} = 5502267 \text{ Па}$$

Перевіряємо умову міцності при згинанні

$$\sigma_{I-I} \leq [\sigma_{-I}]$$

$$5,5 \cdot 10^6 \leq 19,62 \cdot 10^6$$

де $[\sigma_{-I}] = 19,62 \cdot 10^6$ Па – допустиме напруження згинання для деталей з чавуну [14]

Отже умова міцності в перерізі $I-I$ при згинанні з прийнятим припущенням виконується.

Згинальний момент в перерізі $II-II$:

$$M_{II-II} = P_{um} \cdot c = 68915 \cdot 0,56 = 38592 \text{ Н} \cdot \text{м},$$

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Момент інерції для перерізу II-II:

$$J = \frac{b_2 \cdot h_4^3 - \delta \cdot h_3^3}{12} = \frac{0,19 \cdot 0,325^3 - 0,13 \cdot 0,235^3}{12} = 4,03 \cdot 10^{-4} \text{ м}^4,$$

де $b_2 = 190$ мм, $h_3 = 235$ мм, $t = 60$ мм, $\delta = b_2 - t = 130$ мм – конструктивні параметри перерізу II-II згідно рисунку 4.10.

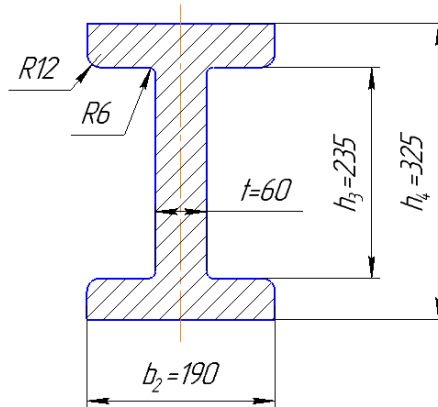


Рисунок 4.10 – Переріз II-II

Момент опору перерізу II-II:

$$W_{II-II} = \frac{J}{h/2} = \frac{4,03 \cdot 10^{-4}}{0,325/2} = 2,48 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3,$$

Напруження при згинанні в перерізі II-II:

$$\sigma_{II-II} = \frac{M_{II-II}}{W_{II-II}} = \frac{38592}{2,48 \cdot 10^{-3}} = 15563988 \text{ Па}$$

Перевіряємо умову міцності при згинанні

$$\sigma_{II-II} \leq [\sigma_{II-II}]$$

$$15,56 \cdot 10^6 \leq [19,62 \cdot 10^6] \text{ Па}$$

де $[\sigma_{II-II}] = 19,62 \cdot 10^6$ Па - допустиме напруження згинання для деталей з чавуну [14].

Висновок: умови міцності в небезпечних перерізах виконуються, отже міцність важеля забезпечено. При розрахунку зроблено припущення, яке можна визнати таким, що не спотворює результатів розрахунку.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

4.10 Розрахунок тягових зусиль для приводу валів пресу

Метою даного розрахунку є визначення сумарного тягового зусилля, яке необхідне для обертання валів клеїльного пресу.

Вихідні дані:

Сумарне навантаження, що діє на вал Q , Н	199036;
зовнішній діаметр валу D , м	0,8;
діаметр цапфи під підшипник d_u , м	0,2;
необрізна ширина картонного полотна B , м	4,25;
лінійний тиск q_n , Н/м	60000;
натяг картонного полотна q_n , Н/м	200.

Розрахунок проводимо за методикою, наведеною в літературі [12,17].

Оскільки нижній і верхній вал однакові за конструктивним виконанням і працюють в умовах навантаження рівними зусиллями, тоді:

$$Q = Q_1 = Q_2 = 199036 \text{ Н},$$

$$d = d_1 = d_2 = 0,2 \text{ м},$$

$$D = D_1 = D_2 = 0,8 \text{ м}.$$

Розрахункова схема для розрахунку тертя кочення в підшипниках наведена на рисунку 4.11.

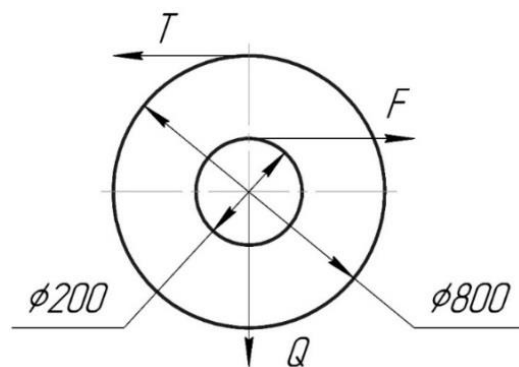


Рисунок 4.11 - Схема для розрахунку тертя кочення в підшипниках

Тягове зусилля на подолання тертя в підшипниках валу:

$$T = T_1 = T_2 = Q \cdot f \cdot \frac{d_u}{D} = 199036 \cdot 0,02 \cdot \frac{0,2}{0,8} = 995,18 \text{ Н},$$

де f - приведений коефіцієнт тертя в підшипнику, віднесений до діаметра цапфи валу; $f = 0,02$ - для роликових підшипників кочення з урахуванням втрат [17].

Розрахункова схема для розрахунку тертя кочення валу по валу наведена на рисунку 4.12.

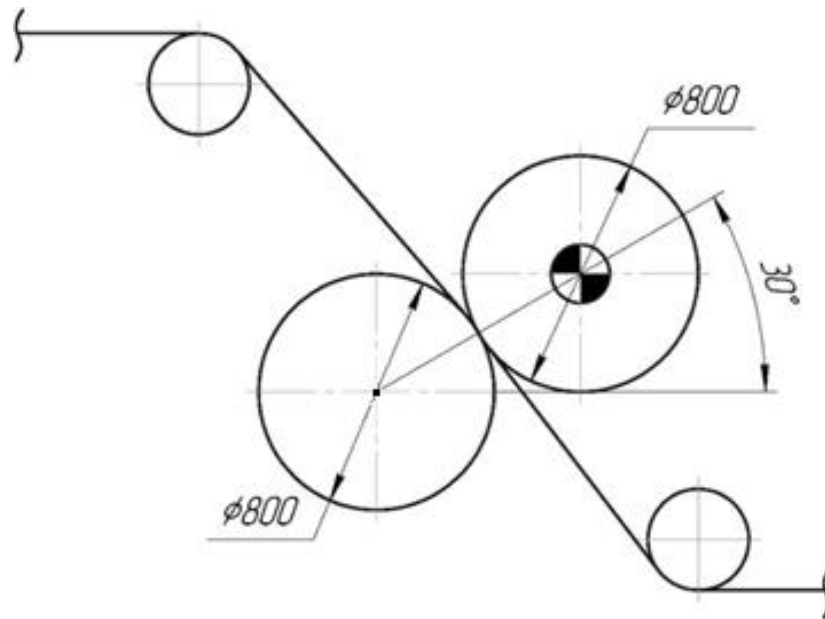


Рисунок 4.12 - Схема для розрахунку тертя кочення валу по валу.

Тягове зусилля на подолання тертя кочення між валами:

$$T_2 = 2 \cdot k \cdot Q \cdot \left(\frac{1}{D_1} + \frac{1}{D_2} \right) = 2 \cdot 0,015 \cdot 199036 \cdot \left(\frac{1}{0,8} + \frac{1}{0,8} \right) = 14928 \text{ Н},$$

де $k = 0,015$ – коефіцієнт тертя кочення гумованих пресових валів.

Тягове зусилля на подолання тертя шаберу по валу:

$$T_3 = q_{ш} \cdot B_{ш} \cdot f = 250 \cdot 4,68 \cdot 0,02 = 234 \text{ Н},$$

$q_{ш}$ – тиск шабера на вал, $q_{ш} = 0,15 \dots 0,25$ кН/м;

f – коефіцієнт тертя шаберу об вал, $f = 0,2 \dots 0,4$.

Сумарне тягове зусилля:

$$\sum T = 2 \cdot T_1 + T_2 + T_3 = 2 \cdot 995,18 + 14928 + 234 = 17152 \text{ Н}.$$

Висновок: визначено сумарне тягове зусилля клеїльного преса $\sum T = 17152$ Н, яке необхідне для обертання валів пресу.

4.11 Розрахунок потужності приводу

Метою даного розрахунку є визначення потужності приводу.

Вихідні дані:

сумарне тягове зусилля ΣT , Н 17152;

розрахункова швидкість V , м/с 10;

Методика проведення даного розрахунку складена згідно норм викладених в [12,16].

Коефіцієнт збільшення тягового зусилля при збільшенні швидкості:

$$k_v = 1 + 0,0004 \cdot (V - 200) = 1 + 0,0004 \cdot (600 - 200) = 1,16,$$

Потужність приводу клеїльного преса:

$$N_{\max} = \frac{\sum T \cdot V \cdot k_v \cdot k_m}{1000} = \frac{17152 \cdot 10 \cdot 1,16 \cdot 1,25}{1000} = 249 \text{ кВт},$$

де $k_m = 1,25$ – коефіцієнт тимчасового перевантаження.

Необхідна потужність двигуна для приводу валу:

$$N_n = \frac{N_{\max}}{\eta_d \cdot \eta_p} = \frac{249}{0,95 \cdot 0,9} = 291 \text{ кВт},$$

де η_d – ККД двигуна, %, $\eta_d = 95$ % ;

η_p – ККД редуктора, %, $\eta_p = 90$ %.

Висновок: в результаті розрахунку визначена необхідна потужність приводного валу клеїльного пресу, яка складає 291 кВт.

4.12 Вибір електродвигуна

Мета: підібрати двигун, щоб забезпечував задані параметри

В результаті попереднього розрахунку було визначено необхідну потужність двигуна $N_n = 291$ кВт.

Вибираємо електродвигун АІР355М2 [19] загальнопромисловий асинхронний трифазний двигун з короткозамкнутим ротором, призначений для роботи від мережі частотою змінного струму 50 Гц напругою 380/660 В.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Обраний двигун відрізняється від аналогів наступними перевагами:

- можливість короткочасних механічних перевантажень;
- простота конструкції;
- простота пуску і легкість його автоматизації;
- переважно постійна швидкість при різних навантаженнях;
- підвищений ККД (до 95.2%) за рахунок високої точності виготовлення;
- знижений рівень шуму (до 103 дБ) за рахунок застосування високоточних підшипників;
- ступінь захисту IP54 та IP55 електродвигунів забезпечує підвищену захищеність оболонки електродвигуна від води і пилу;
- знижений рівень реактивних струмів $\cos\phi$ (до 0,9), що призводить до значного зниження ризику перенапруги в мережі;
- висока експлуатаційна надійність електродвигуна при пусках і спонтанно виникають перевантаженнях отримана шляхом значного збільшення кратності пускових моментів;
- корпус відлитий із сірого чавуну.

Характеристики двигуна наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Характеристики двигуна AIP355M2

Потужність, кВт	Типорозмір, ГОСТ51689- 80	Ном.частота обертання,хв -1	Струм ном., змінний, В	ККД, %	Маса, кг	Рівень шуму, дБА
315	355	3000 (1490)	380/660	95,4	1906	103

Висновок: для привідного валу клеїльного пресу вибраний електродвигун AIP355M2 4 потужністю $N_n = 315$ кВт та редуктор марки Ц2У-315 з передаточним числом $i = 12.5$ та коефіцієнтом корисної дії (ККД) $\eta_p = 97 \%$ [20].

4.13 Розрахунок шаберу клеїльного валу

Мета розрахунку – розрахувати механізм притискання шаберу, а саме, визначити необхідний тиск повітря в пневмокамері при даному діаметрі діафрагми, щоб забезпечити необхідний лінійний тиск шаберу на вал.

Вихідні дані до розрахунку:

Лінійний тиск шаберу на вал q_w , кН/м 0,25;

Діаметр діафрагми d_d , м 0,1;

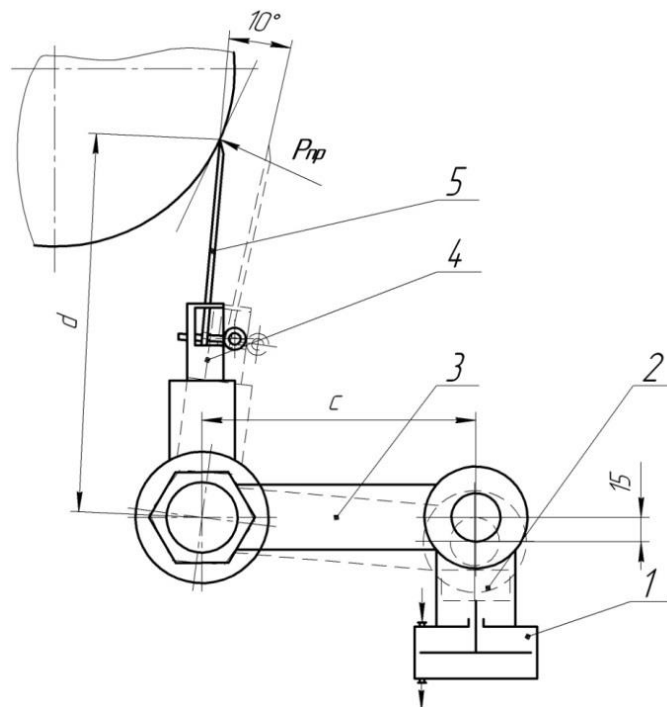
Довжина плеча c , м 0,14;

Довжина плеча d , м 0,22;

Довжина леза шаберу b , м 4,68.

Розрахункова схема зображена на рисунку 4.13.

Розрахунок проводимо за методикою, наведеною в літературі [21].



Рисункок 4.13. – Схема шаберу

Розраховуємо кратність збільшення сили механізму притискання:

$$m = \frac{d}{c} = \frac{0,22}{0,14} = 1,57$$

Розраховуємо необхідне зусилля притискання:

$$G_{ш} = q_{ш} \cdot b = 250 \cdot 4,68 = 1170 \text{ Н.}$$

Розраховуємо площу діафрагми:

$$S_{д} = \frac{\pi \cdot d_{д}^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,1^2}{4} = 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

Розраховуємо зусилля, що діє на важіль зі штоку:

$$Q_{ш} = \frac{G_{ш} \cdot c}{q_{ш}} = \frac{1170 \cdot 0,14}{0,25} = 655 \text{ Н.}$$

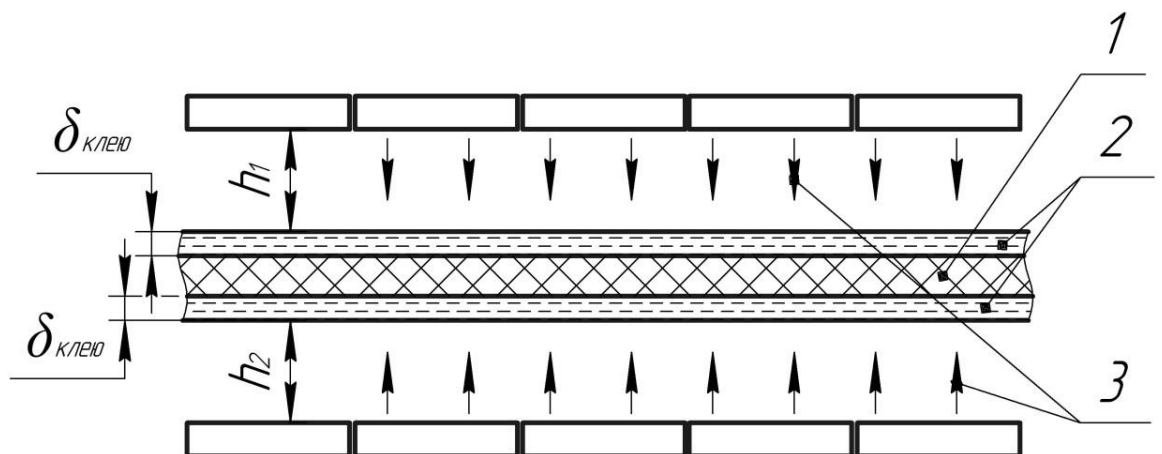
Розраховуємо тиск повітря в пневмокамері:

$$P_{п} = \frac{Q_{ш}}{S_{д}} = \frac{655}{7,85 \cdot 10^{-3}} = 0,0834 \text{ МПа.}$$

Висновок: в результаті проведеного розрахунку шаберу було виявлено, що для забезпечення лінійного тиску 0,25 кН/м необхідно в пневмокамері створити тиск $P_{п} = 0,0834 \text{ МПа}$.

4.14 Розрахунок блоку з інфрачервоними випромінювачами

Розрахункова схема ІЧВ наведена на рисунку 4.14.



1 – картонне полотно, 2 – плівка клею, 3 – ІЧВ

Рисунок 4.14 – розрахункова схема ІЧВ

Мета: розрахувати вологовміст після ІЧВ.

Вихідні дані:

швидкість машини на клеїльному пресі V , м/с (м/хв)	10(600);
Довжина ІЧВ $l_{ІЧВ}$, м	4,19;
Ширина ІЧВ $b_{ІЧВ}$, м	4,34;
Температура ІЧВ $T_{ІЧВ}$, К	1173;
Температура клею $T_{клею}$, К	333;

Розрахунки проводимо за методикою [22,23]:

$$\delta_{клею} = \frac{g_n}{\rho_n} = \frac{0,05425}{1085} = 0,00005 \text{ м};$$

Розрахунок для однієї сторони (1-єї плівки):

Питомий тепловий потік від ІЧВ:

$$q_{ІЧВ} = \varepsilon \cdot \sigma \cdot \left(\left(\frac{T_{ІЧВ}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{клею}}{100} \right)^4 \right) = 0,85 \cdot 5,67 \cdot \left(\left(\frac{1173}{100} \right)^4 - \left(\frac{333}{100} \right)^4 \right) = 90649 \text{ Вт} / \text{м}^2;$$

де $\varepsilon = 0,85$, $\sigma = 5,67 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$ – коефіцієнти випромінювання АЧТ.

Площа ІЧВ з одного боку:

$$F_{ІЧВ} = L_{ІЧВ} \cdot b_{ІЧВ} = 4,19 \cdot 4,34 = 18,18 \text{ м}^2;$$

Тепловий потік від ІЧВ:

$$Q_{ІЧВ} = q_{ІЧВ} \cdot F_{ІЧВ} = 90649 \cdot 17,36 = 1648420 \text{ Вт};$$

Питома теплота поглинута клеєм за законом Бугера:

$$q_v = q_0 \cdot k \cdot e^{-k \cdot \delta_{клею}} = 90649 \cdot 30000 \cdot e^{-30000 \cdot 0,00005} = 606797223 \text{ Вт/м}^3,$$

де $q_0 = q_{ІЧВ}$;

$k \approx 30000$ – коефіцієнт поглинання ІЧВ, 1/м.

Час перебування клейової плівки під випромінювачами:

$$\tau = \frac{l_{ІЧВ}}{V} = \frac{4,19}{10} = 0,42 \text{ с};$$

Объемна витрата клею, що проходить під ІЧ випромінювачами з однієї сторони картону:

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

$$G_v = V \cdot B \cdot \delta = 10 \cdot 4,25 \cdot 0,00005 = 0,002125 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Кількість поглинутої теплоти клеєм за 1 с :

$$Q'_{клею} = q_v \cdot G_v = 606797223 \cdot 0,002125 = 1289444 \text{ Вт};$$

Оскільки дія ІЧВ на полотно відбувається за 1 с, тобто $\tau = 1 \text{ с}$:

$$Q''_{клею} = Q'_{клею} \cdot \tau = 1289444 \cdot 1 = 1289444 \text{ Дж};$$

Кількість видаленої вологи з клею за 1 с:

$$G_{вол} = \frac{Q''_{клею}}{r} = \frac{1289444}{2260 \cdot 10^3} = 0,571 \text{ кг/с};$$

де $r = 2260 \text{ кДж/кг}$ – питома теплота випаровування при 100°C [23];

Загальна кількість видаленої вологи за 1 с:

$$G_{\Sigma вол} = 2 \cdot G_{вол} = 2 \cdot 0,571 = 1,141 \text{ кг/с};$$

Загальна маса вологи, що пройшла через ІЧВ за 1 с:

$$m_{вол} = U_p \cdot G_{аск} \cdot \tau = 0,6 \cdot 7,268 \cdot 1 = 4,347 \text{ кг};$$

$U_p = 0,6$ - вологовміст картонного полотна після клеїльного пресу;

$G_{аск} = Q = 7,268$ - продуктивність картоноробної машини на накаті по абсолютно сухому картону.

$$m_{аск} = G_{аск} \cdot \tau = 7,268 \cdot 1 = 7,268 \text{ кг};$$

Кількість вологи, що залишилась в картоні після проходження картонного полотна під ІЧВ:

$$\Delta m_{вол} = m_{вол} - G_{\Sigma вол} = 4,347 - 1,141 = 3,206 \text{ кг};$$

Вологовміст після проходження ІЧВ:

$$U = \frac{\Delta m_{вол}}{m_{аск}} = \frac{3,206}{7,268} = 0,44 \text{ кг/кг}.$$

Для підтвердження розрахунків, запишемо енергетичний баланс без урахування втрат енергії:

$$Q_{pv} = Q_{ичв}$$

де Q_{pv} – кількість теплоти яку сприймає полотно в установці інфрачервоних випромінювачів;

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		57

$Q_{i\text{чв}}$ – кількість теплоти яку виділяють ІЧ випромінювачі.

Кількість теплоти яку сприймає полотно в установці інфрачервоних випромінювачів:

$$Q_{pv} = g_{\text{вл}} \cdot r \cdot \frac{F}{\tau};$$

де F – площа секції ІЧ випромінювачів;

τ - час перебування клейової плівки під випромінювачами.

Кількість теплоти яку виділяють ІЧ випромінювачі:

$$Q_{i\text{чв}} = \varepsilon \cdot c \cdot \left(\left(\frac{T_{\text{ІЧВ}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{клею}}}{100} \right)^4 \right) \cdot F$$

Підставивши, отримаємо:

$$g_{\text{вл}} \cdot r \cdot \frac{F}{\tau} = \varepsilon \cdot c \cdot \left(\left(\frac{T_{\text{ІЧВ}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{клею}}}{100} \right)^4 \right) \cdot F$$

З наведених виразів виразимо час сушіння:

$$\tau = \frac{g_{\text{вл}} \cdot r}{\varepsilon \cdot c \cdot \left(\left(\frac{T_{\text{ІЧВ}}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_{\text{клею}}}{100} \right)^4 \right)} = \frac{0,063 \cdot 2260}{0,85 \cdot 5,67 \cdot \left(\left(\frac{1173}{100} \right)^4 - \left(\frac{333}{100} \right)^4 \right)} = 1,56 \text{ с};$$

де $g_{\text{вл}}$ - кількість вологи, яку вбирає 1м 2 картону;

$r = 2260$ кДж/кг – питома теплота випаровування при 100°C;

$\varepsilon = 0,85$, $c = 5,67$ Вт/м²·К – коефіцієнти випромінювання АЧТ

Оскільки, час перебування клейової плівки під випромінювачами:

$$\tau = \frac{l_{\text{ІЧВ}}}{V}$$

Тоді загальна рекомендована довжина ІЧ випромінювачів:

$$L_{i\text{чв}} = V \cdot \tau = 10 \cdot 1,56 = 15,6 \text{ м.}$$

Враховуючи те, що нагрівачі розташовані по обидва боки полотна, довжина сушильної секції буде дорівнювати: $l_{i\text{чв}} = \frac{L_{i\text{чв}}}{2} = \frac{15,6}{2} = 7,8 \text{ м.}$ Даний розрахунок показує рекомендовану довжину сушильної секції для

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечення відповідної сухості картоного полотна після проходження секції радіаційного методу сушіння. Оскільки, розроблена в магістерській дисертації установка поєднує методи радіаційного та конвективного сушіння, приймаємо довжину секції інфрачервоних випромінювачів

$$l_{\text{ичв}}=4,19 \text{ м.}$$

Висновок: в результаті проведеного розрахунку було отримано вологовміст полотна після проходження установки ІЧВ, що зменшився, після дії на нього ІЧВ випромінювання. Це означає, що після ІЧВ установки, плівка клею, що знаходиться по обидва боки полотна, дещо підсихає, що забезпечить менше налипання на валах при подальшому надходженні полотна до наступної сушильної частини.

Для підтвердження моливості використання методу радіаційного сушіння, проведені еспериментальні дослідження з використанням оригінальної лабораторно-дослідної установки. Установка призначена для сушіння перліту за допомогою інфрачервоного випромінювання (ІЧ) [24].

Дослідна установка складається з:

- інфрачервоного керамічного електричного випромінювача типу ЕСН4, нагрівальним елементом якого є реостатна проволочка, що залита в керамічний корпус. Максимальна потужність випромінювача 1 кВт;
- електронні ваги марки Kern 440-21А, які дозволяють вимірювати масу зразка до 60 грам. Похибка вимірювання складає не більше 0,001 г, частота вимірювань – 3 виміри на секунду;
- комп'ютер забезпечує безперервний запис і обробку результатів вимірювання з електронних ваг;
- пірометр TN425LE безконтактно вимірює температуру поверхні перліту з відносною похибкою $\pm 0,5\%$;
- ватметр, амперметр та вольтметр постійно вимірюють напругу, силу струму та електричну потужність випромінювача, що необхідні для контролю роботи інфрачервоного випромінювача.

Результати досліджень детально викладенні в статті Novokhat O. A., Vozniuk V. T., Hritsiuk H. I., **Lysii V.** (2021). Determination of kinetic regularities of the process of drying perlite by radiation method. Journal of Engineering Sciences, Vol. 8(1), pp. C11–C17, doi: 10.21272/jes.2021.8(1).c2. (повний текст статті наведено в Додатку Ж).

					ЛБ91МП.705533.001ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

Безпека для здоров'я та життя громадян у ході їх трудової діяльності є безпосередньо однією з передових обов'язків держави. Головним законодавчим актом у цій галузі є Закон України "Про охорону праці".

Охорона праці має задачу знаходити і досліджувати на виробництві ймовірні причини виникнення нещасних випадків, професійних захворювань, аварій, тощо. За результатами досліджень розроблюється система необхідних заходів та потреб з метою уникнення ймовірних причин та впровадження безпечних для працівників умов для трудової діяльності [25]. Темою магістерської дисертації є «Розроблення пресу клеїльного для модернізації картоноробної машини - 1».

Забезпечення безпеки праці повинно відбуватися вже на перших стадіях проектування виробничих споруд, технологічного процесу виробництва, створення нового та модернізації старого обладнання.

Оператор, який займається обслуговуванням обладнання та виконує свої регламентовані обов'язки, знаходиться у відокремленому приміщенні з наступними параметрами: $S=12 \text{ м}^2$, $V=48 \text{ м}^3$. Площа всього виробничого приміщення становить $S = 690 \text{ м}^2$, а його об'єм $V = 4750 \text{ м}^3$.

На робочому місці оператора, який обслуговує клеїльний прес, небезпечними та шкідливими факторами є:

- небезпека ураження електричним струмом;
- пожежна небезпека;
- небезпека від рухомих частин;
- виробничий шум;
- виробнича вібрація;
- виробниче освітлення;
- повітря робочої зони.

Проведемо аналіз вище перерахованих шкідливих та небезпечних факторів.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		61

5.1 Небезпека ураження електричним струмом

Використовуючи класифікацію приміщень за ступенем небезпеки ураження електричним струмом (ПУЕ 2017 – П-ІІ), приміщення, де встановлена картоноробна машина відноситься до класу приміщень з підвищеною небезпекою [26]. За характером навколишнього середовища, дане приміщення за характеристикою відноситься до вологого (В приміщенні відносна вологість повітря становить близько 75%).

Для роботи картоноробної машини та самого клеїльного пресу забезпечується напруга $220/380\text{ В}$ та $f = 50\text{ Гц}$, що вимагає використовувати трьохфазну мережу з повністю ізолюваною нейтраллю. Ця мережа дозволяє використовувати дві робочі напруги – лінійну й фазову.

Причинами електротравм можуть бути:

- оголені дроти та контакти в доступних місцях;
- пошкодження ізоляції на струмоведучих дротах та приладах, що знаходяться під напругою;
- пробой на корпус;
- неузгоджене включення при ремонтних роботах.

Засоби забезпечення електробезпеки діляться на дві категорії [26]:

а) захист в робочому режимі:

- забезпечення недосяжності струмоведучих частин (ізоляція, проведення на недосяжній для людини висоті (понад 2,5 м), огороження);
- подвійна ізоляція;
- надійно ізолювано елементи конструкції, що проводять електричний струм ($R_{iy} \geq 0,5\text{ МОм}$ – опір ізоляції);
- символіка на електричних частинах (фарбування, надписи, позначення);
- огороження, перила, інструмент, що мають ізоляцію.
- фази змінного струму позначені такими кольорами [27]:

1) білим – нульові

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		62

- 2) синім та червоним – мінусову та плюсову шини постійного струму;
 - 3) жовтим - верхню А фазу;
 - 4) зеленим – середню В фазу;
 - 5) червоним – нижню С фазу;
 - 6) чорним – заземлену та ізольовану нейтраль;
- б) захист в аварійному режимі:
- захисте заземлення.

Для підвищення електробезпеки передбачені наступні заходи:

- а) шафи електродвигунів виконані з захистом від води та пилу;
- б) електрообладнання, що знаходиться в спеціальних шафах розміщене в приміщенні яке не належить до пожежонебезпечних;
- в) прокладення кабелів та дротів по станинам обладнання змонтоване по сталевим трубам;
- г) клемні шафи змонтовані з урахуванням захисту від пилу та води.

Передаточні механізми (колеса, шестерні, з'єднувальні муфти, карданний вал тощо) є огороженими або скомпоновані безпосередньо в середині самої станини.

Захист від статичної електрики виконується за допомогою заземлення. Заземлення електроустаткування (заземлення відкритих провідних частин - ОПЧ), являється одним із низки заходів, що можуть бути забезпечені для захисту від ураження електричним струмом. Заземлення ОПЧ передбачає створення еквіпотенційного середовища, знижуючи ймовірність появи напруги на тілі людини.

Обираємо заземлюючий пруток діаметром 4-8 мм, опором $R_{\text{заг}} = 3,4 \text{ Ом}$ і довжиною 2800 мм, розміщений біля поверхні.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Схема заземлення зображена на рис. 5.1.

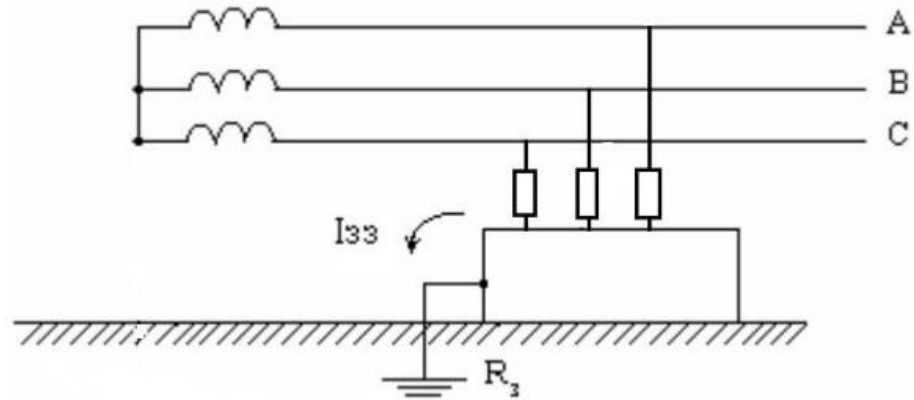


Рисунок 5.1 – Схема заземлення

Забезпечення електробезпеки є одні із найважливіших чинників, при проектуванні клеїльного пресу, тому що дозволяє зменшити ймовірність травматизму або смертельного випадку серед персоналу, що обслуговує машину у виробничих умовах.

5.2 Небезпека від рухомих частин

Клеїльний прес має незначну кількість валів що обертаються, тому найбільшою небезпекою для обслуговуючого персоналу при роботі на обладнанні становить захват людини валом, що обертається, потрапляння в захват між валами при обриві та заправці картонного полотна, а також небезпека кардана для передачі приводу.

Для запобігання травматизму частини що обертаються обладнуються захисними кожухами й захисними огорожами. Для запобігання ручної заправки встановлюються заправочні транспортери. Захвати валів, зі сторони заправки, мають спеціальні огорожі.

При виробництві картону клеїльний прес картоноробної машини складаються з рухомих частин, які працюють під тиском та обертаються при дуже великих швидкостях.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		64

Загальні вимоги безпеки виробничого устаткування розробляються відповідно до ДСТУ Б Д.2.3-25:2012 “Ресурсні елементні кошторисні норми на монтаж устаткування підприємств целюлозно-паперової промисловості” з урахуванням призначення, використання та умов його експлуатації [28].

Невиконання правил із техніки безпеки при роботі на установці може призвести до трав чи навіть смерті. Тому існують такі правила безпеки:

1. Вздовж всієї лінії повинна стояти огорожа:

- при ремонтних робіт, будь якої частини лінії, працівник повинен повісити таблицю: «Обережно! Працюють люди»;
- не підходити до рухомих частин машини ближче ніж на 1м.

2. Для використання допускається лише обладнання, яке пройшло гідравлічне випробування згідно з нормативною документацією, погодженою з Держпромгірнаглядом.

3. Обладнання, яке працює під тиском повинен бути оснащеним:

- запірною і запірно-регулювальною арматурою;
- приладами для вимірювання тиску, температури, рівня рідини; запобіжними приладами.

Органи управління мають мати символічні позначення і написи. Органи аварійного управління мають бути розташовані на легкодоступних місцях, пофарбовані в червоний колір та мати відповідні знаки. Засоби захисту мають бути автоматизовані, розташовані в доступних місцях для контролю і обслуговування та з можливістю виконувати самоконтроль [29].

5.3 Виробничий шум

Клеїльний прес так само як і КРМ працює в безперервному режимі через це - шум, який утворюється під час роботи є постійним.

Основними джерелами шуму при роботі клеїльного пресу є вали що обертаються, електродвигуни та інше устаткування [30]. У даному випадку за своєю природою шум механічний і гідро-аеродинамічний.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

Рівень звукових тисків у октавних смугах на даному виробництві становить 98 – 100 дБА.

Для зниження шуму від картоноробної машини пульт керування оператора захищений екраном, який встановлений між машиною й робочим місцем. Екран виконаний зі скла силікатного товщиною 5 мм.

Рівень шуму зменшують шляхом шумопоглинання. Для цього використовується облицювання з перфорованим покриттям та гіпсові плити. Для досягнення максимального ефекту від використання шумопоглинаючого, ним вкривають ним не менше ніж 60% внутрішньої площі.

Якщо рівень шуму на робочому місці перевищує допустимі значення, то необхідно застосувати індивідуальні засоби захисту (шумоізоляційні навушники) [30].

Для зменшення шуму від елементів клеїльного пресу що обертаються потрібно:

- слідкувати за рівнем мастила в підшипникових вузлах.
- виконати балансування валів;
- монтажні роботи виконувати з великою точністю.

Для зниження виробничого шуму передбачені наступні заходи:

а) патрубки компресорів та вентиляторів високого тиску знаходяться в герметизованому залізобетонному каналі;

б) найбільш інтенсивні джерела шуму: компресорів та вентиляторів високого тиску встановлені в ізольованому приміщенні на нульовій відмітці під машинним залом;

в) стіни й перекриття приміщення забезпечені звукоізолюючим облицюванням із коефіцієнтом звукопоглинання 0,7 та мають звукоізолюючу здатність 50 дБА ;

г) звукоізолююча здатність дверного прорізу приміщення 30 дБа;

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		66

д) при необхідності проведення ремонту, під час праці обладнання, ремонтному персоналу рекомендується користуватися шумоізоляційним навушниками або бірушами.

Фактичні рівні шуму на робочому місці оператора 65 дБА, що відповідає ДСН 3.3.6.037-99 “Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку” [31].

5.4 Виробнича вібрація

Виробнича вібрація має енергетичну природу, причина – дія невідновлених сил двигунів, валів, технологічного обладнання, інструменту й пристроїв.

Дія вібрації на організм людини викликає порушення нормальної роботи, призводить до різних захворювань (ураження центральної нервової системи, спазм кровоносних судин, окостеніння м'язів, відкладання солей у суглобах).

Захист дії від вібрації повинен проводитися на всіх етапах підготовки та уведенні машин, механізмів, виробничих процесів при проектуванні, виготовленні та експлуатації. Існують колективні та індивідуальні методи захисту від дії вібрації (амортизатори, пружини, еластичні підкладки, які кладуться під обладнання, буфери, кожухи та ін.).

Для зниження вібрації прийнято такі міри:

- 1) спроектовано додаткові ребра жорсткості;
- 2) обладнання встановлено на фундаменти, маса яких набагато перевищує масу встановленого обладнання;
- 3) працівники використовують рукавички з віброзахисного матеріалу, що ефективно захищають руки від впливу локальної вібрації відповідно до ГОСТ 12.4.002-97 “Система стандартів безпеки праці. Засоби захисту рук від вібрації. Технічні вимоги та методи випробувань” [32].
- 4) Взуття на товстій підошві захищає ноги від надлишкової вібрації.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

Фактичні рівні вібрації на робочому місці оператора 65 дБА, що відповідає ДСН 3.3.6.039-99 “Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації ” [33].

5.5 Виробниче освітлення

При атестації робочих місць за параметрами освітленості використовується державний стандарт ДБН В.2.5-28:2018 “Природне і штучне освітлення” [34]. Норма освітленості для загального освітлення $E = 200$ лк, для місцевого – 300 лк. У зв’язку з тим, що клеїльний прес має велику кількість деталей, що обертаються та рухаються з великою швидкістю, помостів, драбин, трубопроводів та кабелів то при недостатньому освітленні робочого місця виникає велика вірогідність травмування працівників.

Для штучного освітлення виробничих приміщень рекомендується застосовувати світильники прямого світла з кривою сили світла (КСС) типу К, Г, Д. Для освітлення високих приміщень від 6 до 8 м використовують світильники з КСС типу Д або Ш [35].

Враховуючи рекомендації, для освітлення цеху висотою $H = 6.8$ м обрано світлодіодний лінійний світильник СВИНЕЦ КСС "Д" 30W 4000K IP65 потужністю 30 Вт і світловим потоком $F=3800$ лм [36].

Значення фактичної освітленості всього виробничого цеху обраховується за формулою [37]:

$$E_{\phi} = \frac{\Phi \cdot N \cdot n \cdot \eta}{S \cdot z \cdot K_3} = \frac{3800 \cdot 230 \cdot 1 \cdot 0,46}{690 \cdot 1,1 \cdot 1,7} = 312 \text{ лк},$$

де F – світловий потік однієї лампи, $F = 3800$ лм;

N – кількість світильників, $N = 230$ шт;

n – кількість ламп у світильнику, $n = 1$ шт.;

η – коефіцієнт використання світлового потоку;

S – площа вирбничого приміщення, $S = 690$ м²;

z – коефіцієнт нерівномірності розподілу світлового потоку;

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

K_3 – коефіцієнт запасу на запиленість і зменшення світлового потоку від строку служби лампи, $K_3 = 1,7$.

Загальна освітленість складає $E_{\phi} = 312\text{лк}$, що становить більше ніж мінімальний встановлений показник ($E_{\phi} = 312\text{лк} > E_n = 300\text{лк}$) та відповідає вимогам [34].

Лампи створюють світло, приблизне за яскравістю до природного. Для даного цеху також передбачено бокове освітлення (через світові отвори в стінах).

На підприємстві проводяться виміри штучної освітленості періодично раз на рік, а також після ремонту освітлювальної установки. При цьому використовується прилад Testo 540 [38].

Напруга мережі загального робочого й аварійного освітлення становить 380/220В. Напруга на лампах 220В. Напруга ремонтного освітлення – 12 В.

Керування робочим і аварійним освітленням виконується автоматичними вимикачами з щитків освітлення та вимикачами, як встановлені в приміщеннях, також воно централізовано та може керуватися з операторських.

Для підвищення рівномірності розподілу яскравості у полі зору, стеля і стіни виробничих приміщень пофарбовані у світлі тони. Виробниче устаткування пофарбоване в яскраво-зелені тони, частини що рухаються – яскраво-жовті, а відкриті механізми в яскраво-червоний колір.

5.6 Повітря робочої зони

Робота операторів на картоноробній машині, до складу якої входить клеїльний прес для проклеювання картонного полотна, відноситься до важкої фізичної роботи, згідно ДСН 3.3.6.042-99 “Санітарних норми мікроклімату виробничих приміщень”, через те, що установка розташована в умовах шуму, пилу, робота проводиться в 2 зміни, цілодобово, у будь-який

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

час року [39]. Енерговитрати за таких умов праці складають більш 173 Дж/с. У зв'язку з цим передбачено можливість відпочинку персоналу в закритому приміщенні.

Параметри температури, відносної вологості і швидкості руху повітря в робочій зоні для даної категорії робіт наведено у таблиці 5.1 та відповідають [39].

Таблиця 5.1 - Параметри мікроклімату в робочій зоні.

Період року	Категорія робіт	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху, м/с	
		Оптимальна	Фактична	Оптимальна	Фактична	Оптимальна	Фактична
Холодний період року	16	19-25	19-20	Не більше 75	40-65	0,2	0,2
Теплий період року	16	19-25	20-25	Не більше 75	40-70	0,2	0,2

Забезпечення параметрів здійснюється в зимовий час за допомогою водяного опалення з температурою теплоносія 70–90 °С, а в теплий час року – приточно - витяжною вентиляцією, згідно положень ДСН 3.3.6.042–99.

Промислова вентиляція

При проектуванні штучної (механічної) загальнообмінної вентиляції, яка призначена для видалення з приміщення надлишків тепла, вологи та інших шкідливих виділень необхідно приймати розрахункові параметри згідно з ГОСТ 12.1.005-88 “Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони” [4].

Для місцевої вентиляції обрано вентилятор МЦ-5: продуктивність $L_{\text{min}} = 600 \text{ м}^3 / \text{год}$, кількість обертів $n = 1410 \text{ об/хв}$.

Розрахунок механічної вентиляції включає визначення найбільш раціонального способу вилучення або попередження утворення токсичних, пожежо - чи вибухонебезпечних концентрацій пароповітряних сумішей (загальнообмінні або місцеві вентиляційні установки і системи); визначення необхідної кількості повітря для обмінної вентиляції, виходячи із відомої кратності повітрообміну в приміщенні, кількості шкідливих речовин, які вилучаються з приміщення, або надлишкового тепла. Фактичні концентрації відповідають [40].

5.7 Пожежна безпека (Надзвичайні ситуації)

Матеріалами на ділянці, який може спричинити пожежу є картон та випаровування мастила з поверхонь підшипників. Відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36:2016 “Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою”, картоноробний цех відноситься до категорії Б [41].

Можливими причинами пожежі можуть бути [42]:

- порушення технологічного режиму;
- куріння в невстановлених місцях;
- несправність електрообладнання й електромережі;
- розряди статичної електрики.

У приміщенні встановлені пожежні гідранти, теплові оповіщувачі, які спрацьовують при підвищенні температури до критичного значення.

В установках пожежогасіння принцип дії закачаних порошкових вогнегасників суміщений з принципом дії теплового замка, що дозволяє використовувати «САМ – 9» для протипожежного захисту об’єктів без участі людини для тушіння пожеж класу А (горіння твердих речовин) класу В (горіння рідких речовин), класу С (горіння газоподібних речовин) згідно ДСТУ EN 2:2014 “Класифікація пожеж (EN 2:1992; EN 2:1992/A1:2004, IDT)”, а також електроустановок, кабельних тунелів під напругою до 1000 В

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

[43]. Установки можуть застосовуватись в якості автономного засобу пожежогасіння для захисту найбільших по об'єму об'єктів (гаражних боксів, контейнерів, дизельних відсіків, складів і т.д.).

Для захисту органів дихання і зору від впливу високотоксичного газового середовища при виконанні рятувальних і технічних робіт на об'єктах хімічних, нафтогазових, комунальних і інших підприємств використовується повітряний апарат індивідуального захисту типу МПА-2х20. З технічними характеристиками:

- місткість балона 2л;
- тиск у балоні 20 МПа;
- габаритні розміри 450х220х170;
- номінальний ЧЗД 12 хв;
- маса апарату 5,6 кг.

Може бути застосований при виконанні різних нетривалих робіт при огляді запірного устаткування, ліквідації витоків газу і шкідливих речовин. Має полегшену підвіску, що дозволяє застосовувати його як у положенні на спині, так і в положенні на поясі (тільки для апаратів з балоном місткістю 2л). Наявність візуального і звукового контролю залишку повітря в балоні, а також надлишковий тиск під маскою підвищують безпеку використання апарата в аварійних умовах.

Для підвищення організації евакуації при пожежі, в спеціально відведених місцях, розміщено схеми еваковиходів (рисунок 5.2).

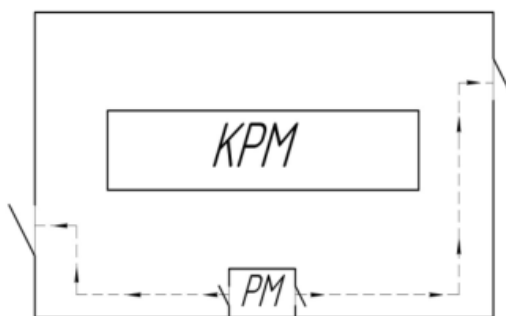


Рисунок 5.2 – План евакуації

Протипожежна безпека клеїльного пресу КРМ відповідає вимогам ДБН В.1.1-7:2016 “Пожежна безпека об’єктів будівництва. Загальні вимоги” [44]. Крім перерахованих заходів безпеки, обслуговуючий персонал перед роботою проходить інструктаж з техніки безпеки й правил технічної експлуатації. Також ведеться контроль за виконанням цих правил.

Розрахунок небезпечної ситуації:

Найменування НХР	сірчастий ангідрид;
Маса НХР G, т	100;
Обваловування:	не обвалований;
Відстань до місця аварії R, км	0.7;
Характеристика місцевості	відкрита;
Ступінь вертикальної стійкості повітря	конвекція;
Швидкість вітру V, м/с	1;
Забезпеченість протипогазами, %	100;

Визначення розмірів і площі ЗХЗ:

Глибина:

$$\Gamma = \Gamma_{\text{табл}} \cdot \frac{K_{\text{в}}}{K_{\text{обв}} \cdot K_{\text{місц}}} = 0,77 \text{ м},$$

де $\Gamma_{\text{табл}}$ – табличне значення глибини, $\Gamma_{\text{табл}} = 0,77$;

$K_{\text{обв}}$ – коефіцієнт обваловування, $K_{\text{обв}} = 1$;

$K_{\text{місц}}$ – коефіцієнт місцевості, $K_{\text{місц}} = 1$;

$K_{\text{в}}$ – коефіцієнт, що враховує швидкість вітру, $K_{\text{в}} = 1$;

Площа:

$$S = 0,5 \cdot \Gamma \cdot \text{Ш} = 0,5 \cdot 0,77 \cdot 0,6 = 0,231 \text{ м}^2,$$

де Ш – Ширина, Ш=0,6;

Час підходу хмари зараженого повітря до цеху:

$$t_{\text{підх}} = \frac{R}{W} = \frac{0,7}{7} = 0,1 ,$$

де W – швидкість переміщення хмари, W=7 км/год;

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

Тривалість зараження цеху:

$$t_{ур} = t_{ур.табл} \cdot K_{ш} = 1,3 \cdot 1 = 1,3 \text{ с;}$$

де $t_{ур.табл}$ – час ураження, $t_{ур.табл} = 1,3$;

$K_{ш}$ – коефіцієнт поправочний, $K_{ш} = 1$;

Можливі утрати серед робітників цеху:

$У_{буд}$ – Утрати в будівлях, $У_{буд} = 4$;

$У_{міст}$ – Утрати поза будівлями (на відкритій місцевості), $У_{міст} = 10$

Цех потрапляє у ЗХЗ. Час руху людей із ЗХЗ:

$$t_{рух} = \frac{600}{80} = 7,5 \text{ хв;}$$

Доцільний спосіб захисту робітників цеху – в сховищі. Люди не встигнуть евакуюватись.

Висновок: розглянувши фактори, які впливають на життя і здоров'я робочого і обслуговуючого персоналу прийнято заходи, які дозволяють знизити негативний вплив до встановлених норм. Також розроблено заходи, що попереджують надзвичайні ситуації. У випадку надзвичайної ситуації слід діяти згідно розглянутим вище пунктам.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6 Рекомендації щодо монтажу та експлуатації пресу клеїльного

6.1 Заходи безпеки

Перед монтажними операціями бригади та їх керівники мають ознайомитися з технікою безпеки, нормами та правилами викладеними в СНіП 3.05.05-84 “Технологічне устаткування і технологічні трубопроводи”[45].

Розкладання усього обладнання в монтажній зоні, повинні проводити в технологічній послідовності збирання клеїльного пресу на проектному місці. До стропування допускаються працівники, які пройшли профільне навчання та отримали відповідне посвідчення на право з монтажу обладнання.

Перший пуск зібраного клеїльного пресу можливий тільки після ретельного попереднього огляду відповідальною особою матеріальної частини, використовуючи допоміжні швидкості.

6.2 Підготовка до монтажу та монтаж

Дозвіл на передачу необхідного обладнання на площадку для монтажу видається відповідальними особами з боку заводу-виробника (шеф-персоналом).

Передача відповідного обладнання для монтажу може відбуватися після заявки монтажної організації замовника при обов’язковій присутності шеф-персоналу. Роботи проводяться у відповідності до прийнятої послідовності та затвердженого графіку виконуваних робіт.

Прийом обладнання для монтажу може відбуватися тільки після загального огляду відповідальною особою, виключаючи можливість розборки на вузли та деталі.

Прийняття та здача обладнання до монтажу супроводжується з використанням оформленого приймально-здавального акту.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		75

Процес монтажу пресу клеїльного має відбуватися тільки після монтажу базового валу сушильної частини і його прийняття відповідно акту [46].

Для монтажу вузлів пресу клеїльного рекомендовано зберігати наступний порядок [47]:

1. станини;
2. гумований привідний вал;
3. картоноведучий валик;
4. ролики канатикової заправки;
5. містки та імпульсна розводка.

Вивірення механізму притискання проводиться по півмуфті валу таким чином, щоб пневмоколесо мало розташування симетрично до півмуфти і було до неї притиснене усією робочою поверхнею.

Усі фактичні розміри, отримані при монтажі та встановлені клеїльного пресу на проектному місці, заносяться до формуляра [46].

6.3 Наладка, монтажні випробування та здача в експлуатацію змонтованого обладнання

Перед першим пуском пресу клеїльного обов'язково перевіряється правильність монтування усіх вузлів згідно з креслень, що містять загальний вид. Також відбувається очищення валів від консервативних змащуючих засобів і потім промивають водою [47].

Забезпечити запуск клеїльного преса, тільки після перевірки роботи централізованого змащення, оскільки підшипникові вузли на валах мають змащуватись мастилом невеликої вязкості.

Механізм притискання клеїльного пресу налагоджується разом із системами його керування. Керування пневматичною системою повинно забезпечувати підйом та притиск валів згідно з потрібним лінійним тиском. Відвід і підвід притискного валу має бути плавним та з необхідною швидкістю.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

Редуктори та двигуни приводів пресу клеїльного мають бути завчасно перевіреними та обкатаними.

При обкатці клеїльного преса ретельно прослухати правильність роботи підшипників та підшипникових вузлів в цілому. Провести контроль навантажень, всіх з'єднань тощо.

Після завершення пускової програми та повертання преса з розведеними валами клеїльний прес зупиняється за відповідною командою.

Після завершення програми прокручування пресових валів перевірити на правильність та рівномірність притискання при робочому лінійному тиску пляму контакту валів.

По закінченню випробувань на правильність монтажу, перевірки всіх вузлів, проводять пуско-налагоджувальні випробувальні тести спрямовані на покращення вироблення необхідної якості продукту [48].

По заваршенню робіт з пуско-наладки установки та закінчення випробовувань, готова установка презентується до здавання в експлуатацію.

Здача-прийом оформлюється відповідним актом.

6.4 Вимоги для правильної та безаварійної експлуатації преса

Для стабільного безаварійного використання клеїльного преса при його роботі або зупинці обов'язково потрібно дотримувати такі вимоги [48]:

1) навантаження на приводах валів клеїльного преса мають бути рівномірно розподіленими; не допустиме подальше використання преса при розходженні його колових швидкостей;

2) лінійний тиск між валами преса клеїльного в робочому стані не має бути більшим допустимого;

3) воронка та торцевий щиток прибирається із зони захвату пневмоциліндром, при заправці картоного полотна;

4) кожні три місяці необхідно проводити заповнення підшипників картоноведучого валу новим мастилом.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		77

7 Рівень стандартизації та уніфікації

При конструюванні будь-якого устаткування доцільно максимально використовувати стандартні, нормалізовані й уніфіковані конструктивні елементи, деталі і вузли.

Уніфікація – це раціональне скорочення числа типів, видів, розмірів вузлів і їхніх елементів.

З урахуванням класифікації процесів, ряд машин і апаратів уніфіковані, тобто в конструкції передбачена можливість використання їх у різних виробництвах для проведення того самого процесу у визначеному діапазоні параметрів [48].

Стандартизація устаткування – це зведення численних видів виробів однакового функціонального призначення до обмеженого числа обов'язкових стандартних зразків.

Наявність достатньо високого рівня стандартизації й уніфікації вузлів і деталей апарата значно знижує вартість його виготовлення, зменшує витрати на ремонт, експлуатацію і перехід при необхідності на нові режими роботи.

Загальна кількість деталей і складальних одиниць:

- згідно специфікацій $N = 342$;
- з них стандартних $n_s = 52$,
- уніфікованих $n_y = 68$.

Коефіцієнт стандартизації [49]:

$$K_s = \frac{n_s}{N} = \frac{52}{342} = 0,15 \text{ або } 15\%$$

Коефіцієнт уніфікації [49]:

$$K_y = \frac{n_s + n_y}{N} = \frac{52 + 68}{342} = 0,35 \text{ або } 35\%.$$

Висновок: Оскільки коефіцієнт уніфікації K менше ніж 70% розроблений прес клеїльний не можна виготовляти на всіх підприємствах серійно. Даний виріб виконується індивідуально.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

8 Розроблення стартап проекту

8.1. Опис ідеї проекту

Клеїльні преси використовують для надання картону спеціальних властивостей. Від їх ефективності залежить якість та сухість картонного полотна на вході в сушильну частину. Одними із впливових факторів при проклеюванні паперового або картонного полотна є його якість, сухість після клеїльного преса, ймовірність обривів полотна на даному етапі.

Ідея проекту полягає в розробці нової конструкції клеїльного преса який має більшу продуктивність, менші габарити, дозволяє підвищити якість та кінцеву сухість проклеєного картонного полотна, мінімізує вірогідність обриву на етапі вільного пробігу полотна. Опис ідеї подано в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1. Опис ідеї стартап проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Конструкторські послуги з підвищення якості проклеювання, збільшення сухості, мінімізації обривів картонного полотна на клеїльному пресі	Впровадження установки для покращення процесу проклеювання картонного полотна на заводах з виробництва картону та паперу	1) підвищити ефективність проклеювання; 2) підвищити якість картонного полотна, за рахунок більш швидкого висихання клею; 3) мінімізувати ймовірність обривів при вільному русі картонного полотна; 4) знизити витрати теплової енергії на сушіння в сушильній частині.

Даний підхід надає можливість представити користувачу повний спектр послуг. Порівняння буде проводитись з найкращими сучасними конструкціями клеїльних пресів. Найбільш популярними є «Size Press» та «Film Press» фірми Parcel. Порівняння характеристик наведено в таблиці 8.2.

Таблиця 8.2. Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко економічні характери- стики ідеї	Товари/концепції конкурентів			W (слабка сторона)	N (нейтральн а сторона)	S (сильна сторона)
		Мій проект	Size Press	Film Press			
1	2	3	4	5	4	5	6
1	Швидкість роботи, м/хв.	600	550	500	-	-	Більша швидкість
2	Лінійний тиск у захваті, кН/м	60	70	40	-	Середня значення лінійного тиску в захваті	-
3	Потужність електро- двигуна, кВт x2 (два двигуна)	400	560	530	-	-	Менша витрата ел. енергії на роботу двигуна
4	Продук- тивність, т/год	26,2	24	21	-	-	Більша продук- тивність
5	Питомі витрати на пресування однієї тони картону, Дж/т	262	260	250	-	Питомі витрати збільшені але, цей показник не перевищує норму	-
6	Сухість після пресу, %	55	53	52	-	-	Більша сухість картонного полотна після пресування

Висновок: потенційний товар гарантовано дозволить отримати набагато більший результат за короткий термін модернізації. Визначений перелік сильних характеристик та властивостей ідеї (швидкість роботи, лінійний тиск у захваті, продуктивність, сухість після пресу) потенційного товару є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності.

8.2. Технологічний аудит ідеї проекту

В межах даного підрозділу проведено аудит способу, за допомогою якого можна реалізувати ідею проекту та наведено його у таблиці 8.3.

Таблиця 8.3. Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ п/п	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1	Конструкторські послуги з інтенсифікації процесу проклеювання картонного полотна на клеїльному пресі шляхом встановленої нової конструкції, або модернізації існуючої обладнання	1) аналіз існуючого обладнання; 2) Визначення шляху модернізації (розроблення нового або модернізація існуючого клеїльного пресу); 3) Розробка технічного завдання; 4) Виготовлення необхідних деталей та складальних одиниць; 5) Модернізація або встановлення нового обладнання.	Технології наявні	Технологія доступна при складанні договору з заводом в виробництва необхідних деталей та конструкцій. При розробці нової конструкції бажано заключити договір заводом з виробництва картоноробних та папероробних машин

Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Інтенсифікувати процес проклеювання картонного полотна на клеїльного пресі шляхом встановленої нової конструкції або модернізації існуючої обладнання

Висновок: проаналізувавши технологічну здійсненність проекту можна зробити висновок, що даний проект можна реалізувати. Для реалізації необхідно заключити договір з заводом з виробництва картоноробних та папероробних машин, та з заводом з виробництва необхідних деталей та конструкцій.

8.3. Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Визначаємо ринкові можливості, які можна використати під час ринкового впровадження проекту, та ринкових загрози, які можуть перешкодити реалізації даного проекту. Це дозволить провести планування напрямів розвитку проекту із урахуванням стану ринкового середовища, потреб потенційних клієнтів та пропозицій проектів-конкурентів. В таблиці 8.4 наведено показники стану ринку та їх характеристики.

Таблиця 8.4. Попередня характеристика потенційного ринку стартап проекту

№ п/п	Показники стану ринку	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	5
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	900000
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Висока конкуренція, домовленість між постачальниками
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	ГОСТ, ДСТУ, ISO
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	23

Проаналізувавши характеристику потенційного ринку стартап проекту, за попереднім оцінюванням можна зробити висновок, що ринок привабливий для входження. Надалі визначаємо потенційні групи клієнтів, їх характеристики, та формуємо орієнтовний перелік вимог до товару для кожної групи. В таблиці 8.5 наведено характеристику потенційних клієнтів стартап проекту.

Таблиця 8.5. Характеристика потенційних клієнтів стартап проекту

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Конструкція клеїльного преса, що ефективно проклеює картоне полотно, забезпечує потрібну сухість, мінімізує вірогідність обривів полотна.	Підприємства які займаються виготовленням картоноробних та папероробних машин, а також обладнання для них	Відмінності у споживчій поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів відсутні	До продукції: 1) Енергоефективність обладнання 2) Кращі технічні характеристики ніж у встановленого обладнання; 3) Якісна технічна документація; 4) Інноваційність технології; 5) Ціна обладнання; 6) Модернізація існуючого обладнання; 7) Відповідає стандартам. До компанії постачальника 1) Відома на ринку компанія; 2) Компанія може надати технічну підтримку, обслуговування та налаштування обладнання.

Данні таблиці 8.5 свідчать, що потенційні клієнти стартап проекту є дуже вибагливими до вибору компанії-постачальника та, безпосередньо, до самої продукції.

Далі проводиться аналіз ринкового середовища. Фактори, що сприяють ринковому впровадженню проекту наведені в таблиці 8.7, а фактори, що йому перешкоджають в таблиці 8.6.

Таблиця 8.6. Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	2	3	4
1	Енергозабезпеченість та ресурсо-забезпеченість	Використання великої кількості пари для сушіння полотна. Щоб створити пару потрібно витратити паливо.	Проведення модернізації з метою збільшення кінцевої сухості, це має економічне значення бо економить теплову енергію на сушіння в сушильній частині
2	Не ефективний розподіл та використання ресурсів призводить до засмічення природи.	В нашому випадку, якщо доведеться більше сушити полотно в сушильній частині то це призведе до збільшення кількості використаного палива, що збільшить кількість викидів вуглекислого газу в довкілля.	Проводимо аналіз існуючих конструкцій які вже створені або запатентовані. Проведення досліджень та пошук причини виникнення проблеми. Пошук вирішення проблеми. Презентуємо розроблену конструкцію клеїльного пресу, як конструкцію в якій мінімізовано вплив на навколишнє середовище.
3	Споживачі частіше звертають увагу на технології які описуються їхньою мовою.	Проблема в складності розуміння іноземного матеріалу.	Перекладаємо всю інформацію про технологію на мови близькі для клієнтів.

Продовження таблиці 8.6

1	2	3	4
4	Споживачі скептично відносяться до новинок.	Проблема щоб довести клієнтам, що розроблена нова конструкція варта уваги.	Проводимо аналіз конструкцій. Під час презентації порівнюємо нашу та існуючі найкращі конструкції, вказуючи переваги та недоліки. Підсумовуючи, приходимо до висновку що нова розроблена конструкція має більше переваг
5	Велика ймовірність обривів полотна після клеїльного пресу, за рахунок вільного пробігу полотна, та його високій вологості	Шкідливий фактор, при якому, якщо не отримати відповідної сухості після клеїльного преса, призведе до можливого обриву картонного полотна на етапі його вільного пробігу, що зумовлює зупинку картоноробної машини для вирішення проблеми, а разом з цим втрачається час роботи машини, тобто її продуктивність зменшується. В наслідок неякісного проклеювання та недостатньої сухості полотна після клеїльного пресу, погіршується якість готового продукту, а при недостатній сухості витрачається більше пари в сушильній частині.	Під час презентації проводимо аналіз існуючих конструкцій які вже створені або запатентовані. Презентуємо результати досліджень з пошуку причини виникнення проблеми. Презентуємо розроблену конструкцію клеїльного пресу, як конструкцію в якій вирішено проблему. Так як розроблена конструкція рівномірно проклеює полотно, а після нього встановлена сушильна установка інфрачервоного випромінювання, процес сушіння відбувається ефективніше, то витрат пари на сушіння буде значно менше. Орієнтовно при збільшенні сухості на 1% на пресі дозволяє на 5% менше витрачати пари в сушильній частині. Презентуємо нашу конструкцію, як технологію, яка дозволяє ефективніше розподіляти ресурси.

Таблиця 8.7. Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	2	3	4
1	Енергозабезпеченість та ресурсо-забезпеченість	Можливість презентувати технологію яка дозволяє ефективно розподіляти ресурси, а саме економити енергію на сушіння	Проведення модернізації з метою збільшення кінцевої сухості, це має економічне значення бо економить теплову енергію на сушіння в сушильній частині
2	Не ефективний розподіл та використання ресурсів призводить до засмічення природи.	В нашому випадку, якщо доведеться менше сушити полотно в сушильній частині то це призведе до зменшення кількості використаного палива, що зменшить кількість викидів вуглекислого газу в довкілля	Проводимо аналіз існуючих конструкцій які вже створені або запатентовані Проведення досліджень та пошук причини виникнення проблеми. Пошук вирішення проблеми. Презентуємо розроблену конструкцію клеїльного пресу, як конструкцію в якій мінімізовано вплив на навколишнє середовище.
3	Споживачі скептично відносяться до новинок	Можливість отримати документи які підтверджують працездатність та ефективність. Ці документи можуть стати вагомим фактором, який підвищить довіру не тільки до технології, але й до бренду.	Проводимо аналіз конструкцій Під час презентації порівнюємо нашу та існуючі найкращі конструкції, вказуючи переваги та недоліки. Підсумовуючи, приходимо до висновку що нова розроблена конструкція має більше переваг

Продовження таблиці 8.7

1	2	3	4
4	Вплив пандемії	Через пандемію підвищились санітарні вимоги, тому є необхідність проведення всіх заходів в умовах які мінімізують можливість передачі інфекції	Проводимо та беремо участь у онлайн конференціях. Спілкуємось з клієнтами дистанційно. Безпосередній контакт проводимо тільки під час укладання угоди та в ситуаціях де це необхідно
5	Велика ймовірність обривів полотна після клеїльного пресу, за рахунок вільного пробігу полотна, та його високій вологості	Є необхідність у встановленні нового обладнання, яке немає даного недоліку	Під час презентації проводимо аналіз існуючих конструкцій які вже створені або запатентовані. Презентуємо результати досліджень з пошук причини виникнення проблеми. Презентуємо розроблену конструкцію клеїльного пресу, як конструкцію в якій вирішено проблему.

Проводимо аналіз пропозиції: визначаєм загальні риси конкуренції на ринку. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку наведено в таблиці 8.8.

Таблиця 8.8. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкуренто-спроможною)
1. Тип конкуренції – монополістична	1) ринок патентів має лише один бар'єр для входження – створена технологія повинна бути новою а не копіювати вже запатентовану; 2) ціну за технологію продавець встановлює не враховуючи реакцію конкурентів;	Рекламування технології як такої яка дозволяє підвищити сухість відпресованого полотна, якості проклеювання, мінімізації ймовірності обривів полотна. А також вплине на раціональніше використання ресурсів під час сушіння полотна.
2. За рівнем конкурентної боротьби – національна	Більшість конкурентів закордонні;	Публікація інформації на мові близькій для покупця; Реклама на закордонних сайтах, та журналах; Виступи на закордонних конференціях.
3. За галузевою ознакою – внутрішньогалузева	Дану технологію можна використовувати тільки в одній галузі. Дуже багато конкурентних технологій в цій галузі	При розробці технології проаналізовано конкурентні технології, знайдено помилки та недоліки, Наша технологія виправляє знайдені недоліки та додає переваги.
4. Конкуренція за видами товарів – товарно видова	Клієнт обирає технологію яка має кращі характеристики.	Демонстрація переваг з урахуванням потреб клієнта
5. За характером конкурентних переваг – нецінова	Покращення співвідношення ціна/якість дає змогу стати більш конкурентоспроможними	Моніторинг а оцінка цінової політики на ринку
1. За інтенсивністю – марочна	Потрібно створити нове ім'я та зарекомендувати себе для підвищення каналів збуту, вдалого просування	Реклама в медіа, створення власного логотипу та нанесення його на продукцію

Після аналізу конкуренції проводимо більш детальний аналіз умов конкуренції в галузі. Згідно цієї моделі розглядаємо п'ять основних сил, які необхідно врахувати перед виходом на ринок, опис наведено в таблиці 8.9.

Таблиця 8.9. Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	Прямі конкурен- ти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари замінники
Складові аналізу	Toscotec (Voith) – VP; NIPPON FELT CO LTD – NF; Ichikawa – ICK. Parcel – PAR;	Обмежена можливість для проведення дослідницьких робіт; Наявність товарних знаків, доступ до ресурсів	Розмір поставок для постачальників	Клієнти більше довіряють відомим компаніям.	Лояль-ність клієнтів, бренд
Виснов- ки:	Інтенсивна конкурентн а боротьба	Можливість входження на ринок є, оскільки існують інші молоді компанії, які також тільки виходять на ринок, тому спочатку можна витіснити ці компанії	Загалом постачальники не диктують умови, оскільки на даний момент існує велика кількість постачальників	Клієнти диктують такі умови: Технологія повинна бути економічно вигіднішою ніж та що використо- вується	Немає

Проаналізувавши таблицю 8.9 можна зробити висновок, що для того щоб проект був конкурентоспроможним на ринку він повинен бути інноваційним, а сама компанія мала авторитет в даній галузі. На основі аналізу конкуренції, проведеного в таблиці 8.9, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту в таблиці 8.2, вимог споживачів до товару з таблиці 8.5 та факторів маркетингового середовища наведених таблиці 8.6 та 8.7 визначаємо та обґрунтовуємо перелік факторів конкурентоспроможності в таблиці 8.10.

Таблиця 8.10. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведених чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Відповідність ціна-якість	Важливо щоб ціна за проект відповідала його характеристикам, з мінімальною націнкою на бренд.
2	Енергоефективність	Чим енергоефективніший проект тим економічно вигідніше його використовувати. Тобто витрачаючи таку саму енергію можна отримувати набагато більший результат або отримати необхідний результат з меншими витратами.
3	Інноваційність	Впровадження нових ідей, які виправляють недоліки попередніх проектів та показують новий погляд на вирішення проблеми
4	Маркетинговий потенціал	Наскільки сильно компанія може розрекламувати себе та свою продукцію
5	Можливість виходу на закордонний ринок	Технологія повинна бути доступна для закордонних клієнтів.
6	Обґрунтування ефективності конструкції	Ефективність проекту повинна бути підтверджена розрахунками, технічною документацією та дослідженнями.

За визначеними факторами конкурентоспроможності в таблиці 8.10 проводиться аналіз сильних та слабких сторін стартап-проекту в таблиця 8.11.

Таблиця 8.11. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін «Glue Press +»

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1- 20	Рейтинг товарів конкурентів у порівнянні з «Glue Press +»						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Енергоефективність	20		PAP ICK	TT				
2	Інноваційність	15		PAP	TT	ICK NF			
3	Відповідність ціна якість	18	TT	PAP	ICK NF				
4	Маркетинговий потенціал	16				ICK NF	PAP		TT
5	Можливість виходу на закордонний ринок	20			ICK NF		PAP TT		
6	Обґрунтування ефективності конструкції	12		ICK NF				PAP	TT

Позначки конкурентів:

TT – Toscotec;

NF – NIPPON FELT CO LTD;

ICK – Ichikawa;

PAP – Parcel.

В результаті аналізу наліз сильних та слабких сторін проекту в порівнянні з конкурентами, отримано що сильними сторонами є: енергоефективність, інноваційність, відповідність ціна якість, можливість виходу на закордонний ринок. Слабкими ж сторонами є: маркетинговий потенціал та обґрунтування ефективності конструкції.

Останнім етапом ринкового аналізу можливостей впровадження проекту є складання SWOT-аналізу матриці аналізу сильних (Strength) та слабких (Weak) сторін, загроз (Troubles) та можливостей (Opportunities), який наведено

в таблиці 8.12. на основі виділених ринкових загроз та можливостей, та сильних і слабких сторін з таблиці 8.11.

Таблиця 8.12. SWOT аналіз стартап проекту

СИЛЬНІ СТОРОНИ: 1) Енергоефективність; 2) Інноваційність; 3) Відповідність ціна якість.	СЛАБКІ СТОРОНИ: Маркетинговий потенціал.
МОЖЛИВОСТІ: 1) Можливість презентувати технологію яка дозволяє ефективно розподіляти ресурси, а саме економити енергію на сушіння 2) В нашому випадку, якщо доведеться менше сушити полотно в сушильній частині то це призведе до зменшення кількості використаного палива, що зменшить кількість викидів вуглекислого газу в довкілля; 3) Можливість отримати документи які підтверджують працездатність та ефективність. Ці документи можуть стати вагомим фактором, який підвищить довіру не тільки до технології, але й до бренду; 4) Проводимо та беремо участь у онлайн конференціях. Спілкуємось з клієнтами дистанційно. Безпосередній контакт проводимо тільки під час укладання угоди та в ситуаціях де це необхідно 5) Є необхідність у встановленні нового обладнання, яке немає даного недоліку.	ЗАГРОЗИ: 1) Проведення модернізації з метою збільшення кінцевої сухості, це має економічне значення бо економить теплову енергію на сушіння в сушильній частині; 2) Проводимо аналіз існуючих конструкцій які вже створені або запатентовані. Проведення досліджень та пошук причини виникнення проблеми. Вирішення проблеми. Презентуємо розроблену конструкцію клеїльного пресу, як конструкцію в якій мінімізовано вплив на навколишнє середовище; 3) Перекладаємо всю інформацію про технологію на мови близькі для клієнтів; 4) Проводимо аналіз конструкцій. Під час презентації порівнюємо нашу та існуючі найкращі конструкції, вказуючи переваги та недоліки. Підсумовуючи, приходимо до висновку що нова розроблена конструкція має більше переваг; 5) Так як розроблена конструкція рівномірно проклеює полотно, а після нього встановлена сушильн аустановка інфрачервоного випромінювання, процес сушіння відбувається ефективніше, то витрат пари на сушіння буде значно менше. Орієнтовно при збільшенні сухості на 1% на пресі дозволяє на 5% менше витрачати пари в сушильній частині. Презентуємо нашу конструкцію, як технологію, яка дозволяє ефективніше розподіляти ресурси.

На основі SWOT-аналізу розроблено альтернативи ринкової поведінки для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації з огляду на потенційні проекти конкурентів, що можуть бути виведені на ринок.

Визначені альтернативи аналізуються з точки зору строків та ймовірності отримання ресурсів, подані в таблиці табл. 8.13.

Таблиця 8.13. Альтернативи ринкового впровадження стартап проекту

№	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1.	Налагодження власного виробництва	60%	10 місяці
2	Надання конструкторських послуг на базі удосконалення вже існуючого обладнання, що потребує модернізації (партнерство), об'єднання з виробниками папероробних та картоноробних машин та обладнання для них	50%	3 місяці

Висновок: проаналізувавши альтернативи обрано – партнерство, об'єднання з виробниками папероробних та картоноробних машин та обладнання для них, тому що альтернатива має достатню ймовірність отримання ресурсів та більш стислі строки реалізації.

8.4. Розроблення ринкової стратегії проекту

Розроблення ринкової стратегії першим кроком передбачає визначення стратегії охоплення ринку: опис цільових груп потенційних споживачів наведено в таблиці 8.14.

Таблиця 8.14. Вибір цільових груп потенційних споживачів

№	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів прийняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота виходу в сегмент
1	Заводи з виготовлення паперу та картону;	Споживачі не так сильно готові сприйняти продукт, оскільки це лише технологія по якій їм ще треба буде виготовити обладнання. Заводи схильні до купівлі вже готового обладнання. На заводах використовується обладнання якого достатньо для виробництва продукції.	Попит в даній групі є, тому що збільшується кількість папероробних заводів; Фабрики потребують нового обладнання, щоб збільшити якість та кількість продукції, а також для ефективнішого використання ресурсів.	Конкуренція невисока, оскільки ринок до кінця не заповнений	Запропонувати викупити технологію; Адаптувати технологію під обладнання підприємства.
2	Підприємства які займаються виготовленням папероробних машин, та обладнання для них	Споживачі готові прийняти продукт, оскільки технологія покращена	Попит в даній групі є, тому що збільшується кількість папероробних заводів; потужні фабрики потребують нового обладнання; великий попит на паперову продукцію тому що кожне підприємство хоче володіти найсучаснішими технологіями; Технологіями які будуть кращими інноваційними і ефективнішими	Конкуренція серед українських виробників невисока, а серед іноземних виробників дуже висока	Запропонувати викупити технологію та інші вигідні пропозиції

Продовження таблиці 8.14

Які цільові групи обрано: заводи з виготовлення папере та картону; підприємства які займаються виготовленням папероробних машин, та обладнання для них

Для роботи в обраному сегменті ринку необхідно сформувати базову стратегію розвитку, яка наведена в таблиці 8.15.

Таблиця 8.15. – Визначення базової стратегії розвитку

№	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспроможні пропозиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку
1	Стратегія концентрованого маркетингу	Вийти на зв'язок з передовими компаніями які займаються виготовленням обладнання для паперових машин та презентувати їм технологію. Зустрічі з керівництвом заводу, інженерами та технологами та презентувати їм технологію.	Принципово нова конструкція клеїльного пресу, що дозволяє мінімізувати вірогідність обривів картонного полотна за рахунок збільшення сухості після пресу та покращення якості проклеювання, що призведе до стабільності роботи машини, мінімізації її зупинок. А тому збільшить продуктивність машини та якість полотна в цілому.	Стратегія спеціалізації

Наступним кроком є вибір стратегії конкурентної поведінки. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки наведено в таблиці 8.16.

Таблиця 8.16. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів або забирати існуючих конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента та як?	Стратегія конкурентної поведінки
1	Проект на ринку не є «першопрохідцем», але проект більш вдосконалений від своїх попередників	Компанія буде шукати нових споживачів, оскільки ринок насичується, то не важко буде їх знайти	Компанія весь час буде аналізувати продукцію конкурентів для пошуку їх переваг та недоліків, та покращувати свою технологію.	Стратегія виклику лідеру

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника та до продукту, наведених в таблиці 8.5, а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку з таблиці 8.15, та стратегії конкурентної поведінки, наведених в таблиці 8.16, розроблено стратегію позиціонування, таблиця 8.17, що полягає у формуванні ринкової позиції, за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельний проект.

Таблиця 8.17. Визначення стратегії позиціонування

№	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплекс позицію власного проекту (три ключових)
1	Якість повинна відповідати ціні продукції, довговічність продукції	Стратегія спеціалізації	Вдосконалена технологія для проклеювання паперового або картонного полотна, дозволяє рівномірно проклеювати полотно, а за рахунок ІЧ установки, забезпечити швидше висихання клею, що призведе до підвищення якості, та сухості полотна після пресу.	Інноваційна технологія Енергозабезпеченість та ресурсозабезпеченість Ціна

В результаті проведеного аналізу, визначено, що основною вимогою до товару це відповідність ціна якість. Базовою стратегією розвитку обрано стратегію спеціалізації, тому що проект задовольняє потреби тільки одного цільового сегменту, а саме заводи з виробництва картону та паперу. Проте саме завдяки інноваційності, ціні та ефективному використанню ресурсів проект виступає конкурентоспроможним і може завоювати свій сегмент ринку.

8.5. Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Першим кроком є формування маркетингової концепції товару, який отримає споживач. Для цього у таблиці 8.18 підсумовано результати попереднього аналізу конкурентоспроможності товару.

Таблиця 8.18. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Підвищити якість та сухість картонного полотна після клеїльного преса, мінімізувати вірогідність обривів	1) підвищити ефективність проклеювання; 2) підвищити сухість полотна після клеїльного преса; 3) зменшити габарити установки, зокрема довжин вільного пробігу полотна; 4) знизити витрати теплової енергії на сушіння в сушильній частині.	1) Інноваційність технології 2) Високий рівень енергозбереження та ресурсозбереження 3) Підвищення продуктивності процесу 4) Менші габаритні розміри

Формулюємо три рівні товару: товар за задумом, товар у реальному виконанні та товар із підкріпленням. Далі розглядаємо техніко-економічні характеристики кожного рівню товару, отримані дані вносимо до таблиці 8.19.

Таблиця 8.19. Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I Товар за задумом	Клеїлтник прес картоноробної машини		
II Товар у реальному житті	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх/Тл/Е/Ор
	Швидкість роботи	м/хв	600
	Лінійний тиск у захваті	кН/м	60
	Потужність електро-двигуна	кВт	400
	Продуктивність	т/год	26,2
	Питомі витрати на пресування однієї тони картону	Дж/т	262
	Сухість після пресу	%	55

Продовження таблиці 8.19

	Якість: відповідає Європейським нормам та ДСТУ. Тестування проводиться перед встановленням, а також на місці.	
	Марка: «Glue Press +»	
	Пакування: –	
III Товар із підкріпленням	До продажу: програми лояльності при підписанні довготривалого контракту, різні способи оплати та доставки обладнання	
	Після продажу: обслуговування обладнання, навчання працівників, гарантія повернення грошей та обміну товару	
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: розроблено патент на винахід, а на кожному приладі буде акцизна марка та фірмовий штамп.		

Запатентування ідеї товару у патентному відомстві забезпечить захист від копіювання.

Наступним кроком є визначення цінових меж, якими необхідно керуватись при встановленні ціни на потенційний товар, наведено в таблиці 8.20.

Таблиця 8.20. Визначення меж встановлення ціни

№	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхні та нижня межі встановлення ціни на товар
1	Верхня: 23 тис. дол. Нижня: 14 тис. дол.	Верхня: 29 тис. дол. Нижня: 20 тис. дол.	—	Верхня: 21 тис. дол. Нижня: 12 тис. дол.

Наступним кроком є визначення оптимальної системи збуту, таблиця 8.21.

Таблиця 8.21. Формування системи збуту

№	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Тестування обладнання перед продажем та після встановлення	Гарантія, тестування, доставка, ремонт, допомога при монтажі та експлуатації	Компанія сама встановлює обладнання	Власна система збуту та домовленість про подальшу співпрацю

При визначенні оптимальної системи збуту було вирішено, що ми будемо проводити збут власними силами або залучати сторонніх посередників (власна або залучена система збуту).

Останньою складовою маркетингової програми є розроблення концепції маркетингових комунікацій, що спирається на попередньо обрану основу для позиціонування, визначену специфіку поведінки клієнтів та подана в таблиці 8.22.

Таблиця 8.22. Концепція маркетингових комунікацій

№	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Потребують ефективного та швидкого спілкування	Спілкування онлайн (через можливі соціальні мережі) та онлайн (зустрічі, телефонні розмови). Також присутня друкована продукція	Розумне співвідношення ціни до якості; Чим більший термін партнерства, тим лояльніше ціни	Демонстрація переваг продукції в залежності від зацікавленості клієнта	Офіційний стиль, демонстрація даних (розрахунки, графіки), призначення зустрічей

Результатом пункту 8.5 створено ринкову програму, що включає в себе концепції товару, збуту, просування та попередній аналіз можливостей ціноутворення, спирається на цінності та потреби потенційних клієнтів, конкурентні переваги ідеї, стан та динаміку ринкового середовища, в межах якого буде впроваджено проект, та відповідну обрану альтернативу ринкової поведінки.

Висновки

Визначено сильні, слабкі та нейтральні характеристики розробленого проекту, проведено порівняння техніко-економічних характеристик з аналогічними апаратами, що дозволило нам зробити висновок, що потенційний товар гарантовано дозволить отримати набагато більший результат ніж продукти аналоги, а перелік сильних характеристик потенційного товару є підґрунтям для формування його конкурентоспроможності.

Проведено технологічний аудит ідеї проекту, отримано що для реалізації необхідно заключити договір заводом з виробництва картоноробних та папероробних машин, та з заводом в виробництва необхідних деталей та конструкцій.

Аналіз ринкових можливостей показав, що ринок привабливий для входження за попереднім оцінюванням, але потенційні клієнтів стартап проекти дуже вибагливі під час вибору компанії постачальника та до самої продукції.

Провівши аналіз ринкового середовища, ступеневий аналіз конкуренції на ринку, конкуренції в галузі за М. Портером, отримано, що для того щоб проект був конкурентоспроможним на ринку він повинен бути інноваційним, а сама компанія мала авторитет в даній галузі.

На основі аналізу конкуренції, а також із урахуванням характеристик ідеї проекту, вимог споживачів до товару та факторів маркетингового середовища наведених визначено та обґрунтовано перелік факторів конкурентоспроможності, а саме: відповідність ціна-якість, енергоефективність, інноваційність, маркетинговий потенціал, можливість виходу на закордонний ринок та обґрунтування ефективності конструкції. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін розробленого проекту показав, на що потрібно звернути увагу для підвищення конкурентоспроможності.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		100

На основі SWOT-аналізу розроблено альтернативи ринкової поведінки для виведення стартап-проекту на ринок та орієнтовний оптимальний час їх ринкової реалізації. Проаналізувавши ці альтернативи, обрано ту, що має достатню ймовірність отримання ресурсів та більш стислі строки реалізації, а саме партнерство, об'єднання з виробниками папероробних та картоноробних машин та обладнання для них.

На основі вимог споживачів з обраних сегментів до постачальника та до продукту, а також в залежності від обраної базової стратегії розвитку та стратегії конкурентної поведінки, розроблено стратегію позиціонування, що полягає у формуванні ринкової позиції, за яким споживачі мають ідентифікувати торгівельний проект. Якість повинна відповідати ціні продукції та довговічність продукції є основними вимогами цільової аудиторії до товару, тому: інноваційна технологія, енерго- та ресурсозабезпеченість, ціна – це асоціації, які мають сформувати комплекс позицію проекту.

Підсумовуючи все вище сказане робимо висновок, що є можливість ринкової комерціалізації проекту, так як на ринку є змога конкурувати з іншими виробниками та наявний попит нашої продукції.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		101

Висновки

В процесі виконання магістерської дисертації на тему «Розроблення преса клеїльного для модернізації картоноробної машини – 1», виконано модернізацію клеїльного пресу картоноробної машини та вирішено важливу науково-технічну проблему. Модернізація полягає в тому, що для зменшення налипання клею на наступному сушильному циліндрі після клеїльного пресу розроблено пристрої з інфрачервоними випромінювачами з проходженням через них газоподібного теплоносія. Теплота від інфрачервоного випромінювання поглинається плівками клею, що зумовлює його повне або часткове затвердіння.

Для підтвердження працездатності конструкції та доцільності модернізації були розв'язані наступні задачі:

- обрано тип клеїльного пресу, який є оптимальним для забезпечення необхідного технологічного режиму;
- надано опис клеїльного преса та його основних складальних одиниць;
- розроблено технічну характеристику проектованої конструкції;
- проаналізовано сучасні конструкції клеїльних пресів картоноробної машини, визначено їх переваги і недоліки, вибрано конструкції аналогів;
- виконано розрахунки, що підтверджують надійність і працездатність обраної конструкції, частина розрахунків виконана у середовищі програмування MathCad;
- проаналізовано відповідність розробленої конструкції вимогам охорони праці;
- надано рекомендації по виготовленню, монтажу та експлуатації пресової частини, які гарантують її надійну роботу;
- розроблено стартап проект ідеї модернізації;
- розроблено маршрутні карти, виконані розрахунки режимів різання, складено та обґрунтовано схему автоматизованого контролю і керування процесом;

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		102

- розроблено складальне креслення клеїльного пресу; установки інфрачервоних випромінювачів; валу притискного; шабера вала притискного та корита для збору надлишку клею. До креслень надано відповідні специфікації.

Проведені еспериментальні дослідження з використанням оригінальної лабораторно-дослідної установки, що підтверджують сутність ідеї модернізації. Основні результати дисертаційної роботи наведені в статтях в наукових журналах, в тому числі в журналі другої категорії та на чотирьох міжнародних науково-практичних конференціях з публікацією тез доповідей.

Розроблена конструкція клеїльного преса може бути використана для модернізації діючих аналогів.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
						103
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Выводы

В процессе выполнения магистерской диссертации на тему «Разработка пресса клеильного для модернизации картоноделательной машини – 1» выполнена модернизация клеильного пресса картоноделательной машины и решена важная научно-техническая проблема. Модернизация заключается в том, что для уменьшения налипания клея на следующем сушильном цилиндре после клеильного пресса разработаны устройства с инфракрасными излучателями с прохождением через них газообразного теплоносителя. Теплота от инфракрасного излучения поглощается пленками клея, что приводит к его полному или частичному затвердеванию. На техническое решение подана заявка на патент Украины на полезную модель.

Для подтверждения работоспособности конструкции и целесообразности модернизации были решены следующие задачи:

- избран тип клеильного пресса, который является оптимальным для обеспечения необходимого технологического режима;
- предоставлено описание клеильного пресса и его основных сборочных единиц;
- разработана техническая характеристика проектируемой конструкции;
- проанализированы современные конструкции клеильных прессов картоноделательной машины, определены их преимущества и недостатки, выбрано конструкции аналогов;
- выполнены расчеты, подтверждающие надежность и работоспособность выбранной конструкции, часть расчётов исполнена в среде программирования MathCad;
- проанализированы соответствие разработанной конструкции требованиям охраны труда;

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104

- даны рекомендации по изготовлению, монтажу и эксплуатации прессовой части, которые гарантируют ее надежную работу;
- разработан стартап проект идеи модернизации;
- разработаны маршрутные карты, выполнены расчеты режимов резания, составлено и обоснованно схему автоматизированного контроля и управления процессом;
- разработан сборочный чертеж клеильного пресса; установки инфракрасных излучателей; вала прижимного; шабера вала прижимного и корыта для сбора избытка клея. С чертежами даны соответствующие спецификации.

Проведены экспериментальные исследования с использованием оригинальной лабораторно-исследовательской установки, что подтверждают суть идеи модернизации. Основные результаты диссертационной работы приведены в статьях в научных журналах, в том числе в журнале второй категории и на четырех международных научно-практических конференциях с публикацией тезисов докладов.

Разработанная конструкция клеильного пресса может быть использована для модернизации действующих аналогов.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
						105
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Conclusions

During the implementation of the master's thesis on " Development of an size press for modernization of a cardboard machine - 1", the modernization of the gluing press of the cardboard-making machine was carried out and solved an important scientific and technical problem. The modernization consists in the fact that in order to reduce the glue sticking on the next drying cylinder after the adhesive press, devices with infrared emitters with the passage of a gaseous coolant through them are developed. Heat from infrared radiation is absorbed by the adhesive films, which leads to its complete or partial solidification. The technical solution filed an application for a patent of Ukraine for a utility model.

To confirm the efficiency of the design and the feasibility of modernization, the following tasks were solved:

- the type of the gluing press which is optimum for providing the necessary technological mode is chosen;
- description of the gluing press and its main Assembly units;
- developed technical characteristics of the designed design;
- analyzed modern design size presses Board machine, determine their advantages and disadvantages, the chosen design analogues;
- performed calculations confirming the reliability and performance of the selected design, part of the calculations are performed in the MathCad programming environment, developed route maps, performed calculations of cutting modes, the scheme of automated process control and management is made and substantiated;
- the compliance of the developed design with the requirements of labor protection is analyzed;
- given recommendations for the manufacture, installation and operation of the press, which guarantee its reliable operation;
- developed start-up project of the idea of modernization;
- developed route maps, performed calculations of cutting modes, the scheme of automated process control and management is made and substantiated.

					ЛБ91МП.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		106

- developed Assembly drawing of the adhesive press; installation of infrared emitters; shaft clamping; scraper shaft clamping and trough to collect excess glue. With the drawings, relevant specifications.

Experimental studies have been carried out using the original laboratory research facility, which confirms the essence of the modernization idea. The main results of the dissertation work are presented in articles in scientific journals, including in the second category journal and at four international scientific and practical conferences with the publication of abstracts.

The developed design of the adhesive press can be used to upgrade existing analogues.

					ЛБ91МП.705533.001ПЗ	Арк.
						107
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік посилань

1. Куров В.С., Теория и конструкция машин и оборудования отрасли. Бумаго- и картоноделательные машины./ В.С. Куров, Н.Н. Кокушин, – СПбГГТУРП, 2006. – 588 с.
2. Size Press [Электронный ресурс] // Papcel – Режим доступа до ресурсу: <https://www.papcel.cz/en/products/paper-amp-board/decor-paper/paper-machine/machinery-and-equipment/sizing/size-press/>.
3. Film Press [Электронный ресурс] // Papcel – Режим доступа до ресурсу: <https://www.papcel.cz/en/products/paper-amp-board/packaging-grades/paper-machine/machinery-and-equipment/sizing/film-press/>.
4. Патент № 1643034 A1 (EP). Inventor: Horst Kaipf, Michael Otto. Assignee: Voith Paper Patent GmbH, Appl. No.: 05108899.5. Date: Sep.29.2006 – Заявл. 29.09.2004 (EP), опубл. 05.04.2006.
5. Патент № 2007/027150 A1 (EP). Inventor: ERICSSON TORE, KARLSSON HAKAN. Appl. No.: 0501910-4. Date: August 30.2006 – Заявл. 30.08.2006 (EP), опубл. 08.03.2007.
6. Патент № 204662181 (CN) Inventor: 姜兆宏 罗红 李秋芳 黄丽英. Original Assignee: 江西弘泰电子信息材料有限公司. Appl.No.: 201520081089. Date: Sep. 23.2015 – Заявл. 05.02.2015 (CN), опубл. 23.09.2015;
7. Патент № 2007/147949 A2 (EP). Inventor: KYTONEN PAULI. Assignee: Metso Paper, Appl. No.: 05108899.5. Date: Jun. 20.2007 – Заявл. 20.06.2007 (EP), опубл. 27.12.2007.
8. Патент № 65921 (UA). Винах.: Гробовенко Я.В., Зайцев С.В. Appl. No.: u201102276. Дата: Лютий 25.2011 – Заявл. 25.02.2011 (UA), опубл. 26.12.2011.
9. № 137695 (UA) Винахідник(и): Сюрвасев С. В., Новохат О. А. (UA) Appl. No.: u201812423. Дата: Заявл. 20.02.2019 (UA), опубл. 11.11.2019.
10. Новиков Н.Е. Прессование бумажного полотна / Новиков Н.Е.. – Москва: Лесная промышленность, 1972. – 240 с.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
						108
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Эйшлин И.Я. Бумагоделательные и отделочные машины/ И.Я. Эйшлин – изд. 3-е, испр. и доп – М.: Лесная пром-сть, 1970. – 624 с.

12. Швецов Ю.Н. Расчет основных параметров бумаго- и картоноделательных машин: учебно-методическое пособие / сост. Ю.Н. Швецов, Э.А. Смирнова; ГОУ ВПО СПбГТУРП. - СПб., 2009. - 64 с.

13. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя.: в 3-х т. Т1/ В.И. Андреев. – М.: Машиностроение, 1979. – 960с.

14. Писаренко Г.С. Сопротивление материалов: Учебник для вузов / Под общ. ред. акад. АН УССР Г.С. Писаренко.– 4-е изд., перераб. и доп. Киев: Вища школа. Главное изд-во, 1979. – 696с.

15. Марчевський В. М. Алгоритми розрахунку пресів папероробної машини. Методичні вказівки по застосуванню обчислювальної техніки при курсовому та дипломному проектуванні для студентів інженерно-хімічного факультету спеціалізації 7.090219 "Обладнання лісового комплексу& / В. М. Марчевський, О. Л. Свечков. – Київ: НТУУ "КПІ", 2003. – 20 с.

16. Чичаев В. А. Оборудование целлюлозно-бумажного производства, Т.2. Бумагоделательные машины / В.А. Чичаев, М.Л. Глезин и др. – М.: Лесная промышленность, 1981. – 264 с.

17. Стадник В. А. Розрахунок та конструювання валів. Вибір підшипників кочення за динамічною вантажопідйомністю / Уклад. В.А. Стадник. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2004. – 108 с.

18. Сферические роликоподшипники 22340 ССК/W33 [Електронний ресурс] // SKF – Режим доступу до ресурсу: https://www.skf.com/ru/search/results?q=22340%20ССК%2FW33&searcher=all&site=405&language=ru&tridion_target=live&tridion_version.

19. Электродвигатель АІР355М2 4 [Електронний ресурс] // systemax.ua – Режим доступу до ресурсу: <https://systemax.ua/elektrodivigateli/trehfaznye-obshepromyshlennyye-elektrodivigateli/air/air355l2--315-kvt-3000-ob-min-.html>

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		109

20. Редуктор Ц2У-315 [Електронний ресурс] // air.com.ua – Режим доступу до ресурсу: <https://xn--80aqy.com.ua/reduktory/ts2u-315n-i-1ts2u-315n/>

21. Иванов С. Н. Технология бумаги/ Иванов С. Н. - изд. 3-е – М.: Школа бумаги, 2006. – 696 с.

22. Карвацький А. Я. К21 Моделювання енергозберігаючих регламентів промислового обладнання: навч. посіб. – К.: НТУУ «КПІ», 2014. – 234 с.: іл. – Бібліогр.: с. 229–231. – 300 прим. ISBN 978-966-622-374-9

23. Зигель Р., Хауэлл Д. Теплообмен илучением. – Мир, 1975. – 944 с.

24. Novokhat O. A., Vozniuk V. T., Hritsiuk H. I., **Lysii V.** (2021). Determination of kinetic regularities of the process of drying perlite by radiation method. Journal of Engineering Sciences, Vol. 8(1), pp. C11–C17, doi: 10.21272/jes.2021.8(1).c2.

25. Тема 8. Основи техніки безпеки [Електронний ресурс] // studfile.net. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://studfile.net/preview/6343722/page:12/>.

26. Класифікація вибухо- та пожежонебезпечних приміщень (зон) відповідно до правил улаштування електроустановок (ПУЕ) [Електронний ресурс] // vatra.in.ua – Режим доступу до ресурсу: <https://vatra.in.ua/info/statti/klasyfikatsiia-vybukho-ta-pozhezhonebezpechnykh-prymishchen-zon/>.

27. Сигналізація і маркування [Електронний ресурс] // studfile.net. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://studfile.net/preview/7314484/page:40/>.

28. ДСТУ Б Д.2.3-25:2012 Ресурсні елементні кошторисні норми на монтаж устаткування підприємств целюлозно-паперової промисловості (Збірник 25) (ДБН Д.2.3-25-99, MOD) Режим доступу до ресурсу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=51845.

29. Автоматические приборы, регуляторы и управляющие машины. Справочное пособие. / Б.Д. Кошарской М.: Машиностроение, 1977. - 486 с;

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		110

30. Контроль рівня шуму [Електронний ресурс] // studfile.net. – 2016.
– Режим доступу до ресурсу: <https://studfile.net/preview/5994255/page:4>.

31. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку [Електронний ресурс] // Міністерство охорони здоров'я (МОЗ). – 1999. – Режим доступу до ресурсу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=48147.

32. ГОСТ 12.4.002-97 Система стандартов безопасности труда. Средства защиты рук от вибрации. Технические требования и методы испытаний [Електронний ресурс] // Межгосударственный Совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 1997. – Режим доступу до ресурсу: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=67299.

33. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норм виробничої загальної та локальної вібрації. Режим доступу до ресурсу: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=6372.

34. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення [Електронний ресурс] // ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК). – 2018. – Режим доступу до ресурсу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885.

35. Калькулятор / Расчёт освещения вашего помещения и подбор светильников [Електронний ресурс] // ПромКабель плюс – Режим доступу до ресурсу: <http://promkabel.su/calc/lamp?lux=500&lux>.

36. LED світильник СВИНЕЦ КСС "Д" 30W 4000K IP65 [Електронний ресурс] // svetum.com.ua – Режим доступу до ресурсу: <https://svetum.com.ua/catalog/svetilniki-dlya-agressivnoy-sredy/>.

37. Розрахунок загального рівномірного штучного освітлення офісних та адміністративно-побутових приміщень методом світлового потоку [Електронний ресурс] // zp.edu.ua – Режим доступу до ресурсу: https://zp.edu.ua/sites/default/files/konf/zavdannya_na_kr_oot_praktyka.pdf.

38. Люксметр Testo 540 [Електронний ресурс] // testo.kiev.ua – Режим доступу до ресурсу: <https://www.testo.kiev.ua/ru/testo-540.html>.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
						111
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

39. ДСН 3.3.6.042-99 Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень [Електронний ресурс] // Постанова Головного Державного санітарного лікаря України. – 1999. – Режим доступу до ресурсу: http://sop.zp.ua/norm_dsn_1999_3_3_6_042-99_01_ua.php.

40. ГОСТ 12.1.005-88 Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони [Електронний ресурс] // Міністерство охорони здоров'я СРСР. – 1988. – Режим доступу до ресурсу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=6264.

41. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків, установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою [Електронний ресурс] // Український науково-дослідний інститут цивільного захисту УкрНДІЦЗ. – 2016. – Режим доступу до ресурсу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=65419.

42. Основні нормативні документи в галузі пожежної безпеки [Електронний ресурс] // megapredmet.su – Режим доступу до ресурсу: <https://megapredmet.su/1-82945.html>.

43. ДСТУ EN 2:2014 Класифікація пожеж (EN 2:1992; EN 2:1992/A1:2004, IDT) Режим доступу до ресурсу: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=63091.

44. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги _____ Режим доступу до ресурсу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=68456.

45. СНиП 3.05.05-84. Технологічне устаткування і технологічні трубопроводи [Електронний ресурс] // Всесоюзний науково-дослідний інститут з монтажних і спеціальних будівельних робіт. – 1984. – Режим доступу до ресурсу: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=4062.

46. Пожитков В.И. Монтаж и ремонт бумагоделательных машин/ В.И.Пожитков – М.: Лесная промышленность, 1973 г. – 312 с.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
						112
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

47. Справочник технолога–машиностроителя. / Под ред. А. Г. Кисиловой и Р. К., Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985-1986. – Т. 1,2;

48. Якимов Г. Д. Основы монтажа и ремонта бумагоделательного оборудования. – Л.: ЛГУ, 1973. – 156 с.

49. Методические рекомендации к практическим занятиям и индивидуальной работе по дисциплине “Технология машиностроения” для студентов специальностей химического машиностроения / Сост. С. С. Добрянский. – К.: КПИ, 1991. – 91 с;

50. Методические указания. Определение уровня унификации и стандартизации изделий [Электронный ресурс] // Москва Издательство Стандартов. – 1981. – Режим доступа до ресурсу: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4294812/4294812528.html>.

51. 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 дані (1 файл: 3,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 218 с. URL : <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/27437>.

52. 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.

53. Standard Management Systems QUALITY MANAGEMENT Textbook for students and post-graduate students on specialty 131 "Applied mechanics"/ S. Fomichov, A. Banin, I. Skachkov, V. Lysak, O. Gaievskiy, N. Yudina, Kiev: KIM, 2018 – P. 266.

54. Yudina N.V. Methods of the Startup-Project Developing Based on ‘the Four-Dimensional Thinking’ in Information Society // Marketing and Management of innovations. – 3’2017. – P.245-256.-DOI:10.21272/mmi.2017.3-23 Access mode : <http://mmi.fem.sumdu.edu.ua/journals/2017/3/245-256>.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк. 113
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

55. Юдіна Н.В. Міждисциплінарні платформи стартап-проектів [Електронний ресурс] // Міждисциплінарні дискусії : Матеріали науково-теоретичного семінару «Міждисциплінарні дослідження: теоретико-методологічні виміри», 5 грудня 2017 р. – Київ, Київський національний університет імені Тараса Шевченка Інститут міжнародних відносин Навчально-науковий центр «Синтез». – 2017. – С. 20-24. - Режим доступу [http://mail.iir.edu.ua/uploads/files/tezi%20ceminar%20synthesis%205%2012%202017%20final%20\(1\).pdf](http://mail.iir.edu.ua/uploads/files/tezi%20ceminar%20synthesis%205%2012%202017%20final%20(1).pdf).

56. 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>.

57. Юдина Н. В. Антикризисные маркетинговые инструменты инновационного развития предприятий / Н.В. Юдина // Маркетинг и финансы. – 2014. – Т. 1. – С. 60– 72.

58. Юдіна Н.В. Управління майбутнім на основі концепції інноваційного розвитку // Антикризове управління економікою України: нові виклики. Матеріали III Міжнародної науково-практичної конференції (Київ, КНЕУ ім. В.Гетьмана, 15-17 грудня 2015 року). – 2015. - С. 124-127. – Режим доступу : http://futurolog.com.ua/blog_konferencia_kneu_2015_12_15.phtml.

59. Юдіна Н. В. «Дорожня карта» підприємства у контексті футурології техногенної економіки. Традиції і інновації. [Електронний ресурс] / Н. В. Юдіна // Інновації та фундаментальні науки в умовах техногенної економіки : зб. матеріалів міждисциплінар. наук.-практ. конф., Київ, 25 листоп. 2016 р. / [уклад. Л. І. Юдіна]. – К., 2016. – Режим доступу : <http://futurolog.com.ua/publish/2/Zbirnyk.pdf#page=6>.

60. 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/216380/216473/>.

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		114

Додаток А

Технологічний процес виготовлення кільця торцевого

					ЛБ91мп.705533.001ПЗ	Арк.
						115
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміст

Вступ _____	117
A.1 Мета й задачі розділу дипломного проекту „Технологія машинобудування” _____	118
A.2 Аналіз конструкції деталі на технологічність _____	118
A.3 Вибір заготовки і її техніко-економічне обґрунтування _____	120
A.3.1 Вибір технологічного процесу обробки поверхні _____	121
A.4 Вибір технологічних баз і обґрунтування вибраних схем базування _____	121
A.4.1 Вибір типового технологічного процесу _____	122
A.5 Розробка технологічного процесу _____	124
A.6 Визначення припусків на механічну обробку _____	125
A.6.1 Розрахунково-аналітичний метод _____	125
A.6.2 Аналоговий метод _____	129
A.6.3 Розрахунок режимів різання при свердлінні отворів Ø20 _____	130
A.6.4 Розрахунок норми часу на свердління отворів Ø 20 _____	131
A.6.5 Опис конструкції та розрахунок пристрою _____	132

					ЛБ91мп.02141.000 ПЗ		
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	Технологічний процес виготовлення кільця торцевого		
Розроб.	Лисій						
Перевір.	Любека						
Реценз.							
Н. Контр.							
Затверд.							
					Літ.	Арк.	Акрушів
						116	19
					КПІ ім.Ігоря Сікорського каф. МАХНВ		

Вступ

Метою даного розділу пропонованого дипломного проекту є розроблення технології виготовлення деталі – кільця торцевого.

Для досягнення поставленої мети в процесі виконання роботи вирішені наступні завдання:

- здійснений аналіз технологічності деталі;
- обрана заготовка та спосіб її отримання;
- розроблений маршрутний технологічний процес виготовлення кільця торцевого;
- здійснений вибір обладнання, верстатних пристосувань та інструменту для механічної обробки деталі;
- визначені припуски на обробку кільця торцевого;
- розраховані режими різання та норми часу на виготовлення деталі;
- розроблене та розраховане спеціальне верстатне пристосування;
- виконане робоче креслення деталі та складальне креслення пристосування з специфікацією;
- заповнені операційні карти на всі операції механічної обробки заготовки.

Технологічний процес виготовлення кільця торцевого розроблений згідно [11]

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						117
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

А.1 Мета й задачі розділу дипломного проекту „Технологія машинобудування”

Метою розділу проекту є розробка технологічного процесу виготовлення деталі – кільця торцевого ЛБ91мп.723344.002 і проектування кондуктора для свердлення 8 отворів.

У процесі виконання роботи вирішуються наступні завдання:

- розробка технології виготовлення деталі „кільце торцеве”, в яку входить вибір методу отримання заготовки й розрахунок припусків;
- вибір устаткування і інструментів для кожної операції;
- розрахунок режимів і сил різання та норм часу;
- проектування верстатного пристрою – кондуктора для свердлення отворів.

А.2 Аналіз конструкції деталі на технологічність

Конструкція деталі є технологічною, тому що при її виготовленні та експлуатації витрати матеріалу, часу і засобів мінімальні. Оцінка технологічності проведена якісно та кількісно з розрахунком показників технологічності згідно ГОСТ 14201-83.

Ескіз заготовки наведено на рисунку А.1. Так як деталь має форму тіла обертання з відношенням висоти h і найбільшого діаметра D :

$$h \leq 0.5D$$

$$0,069 < 0,285,$$

то її можна віднести до класу ”кільце”.

Деталь – кільце торцеве в складальному вузлі виконує роль корпусу підшипника і використовується для встановлювання в ній підшипників, які полегшують обертання сорочки. В складальному вузлі дана деталь вставляється в обичайку вала і кріпиться вісьмома болтами М20. При виготовленні кільця

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						118
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

особливу увагу потрібно звернути на обробку установочної поверхні $\varnothing 500h7$, а також циліндричної поверхні $\varnothing 360H8$ під манжету.

Кільце торцеве виготовлене з матеріалу – сталь 25Л ГОСТ 380-87.

Межа міцності (для даної сталі) – 491 МПа

Твердість *HB145*

Вибираємо метод отримання заготовки – лиття у пісчано-глинисту форму за металевими моделями з машинною формовкою, яка дає змогу забезпечити 9-й класу точності у відповідності з ГОСТ 26645-85.

Конфігурація виливки досить проста і дозволяє забезпечити легке витягання її моделі з форми, за допомогою фігурного стержня отримати литий отвір під діаметри: 346, 360, 420. Вся виливка може формуватися в одній опоці і виливна форма буде мати один плоский роз'єм, який дотикається до торця $\varnothing 570/\varnothing 420$.

Виливка має достатньо товсті стінки, які виключають їх "непроливи", не має різких переходів від тонких стінок до товстих. Клас точності і формовочні уклони відповідають вимогам стандарту; відходи металу при механічній обробці будуть не великими.

Аналіз технологічності дозволяє зробити наступні висновки:

- конструкція кільця не допускає обробку точних поверхонь "напрохід";
- досягається вільний доступ ріжучого інструменту до оброблюваних поверхонь;
- всі оброблювані поверхні та отвори або паралельні, або розташовані під прямими кутами одна до одної;
- в конструкції кільця кришки передбачені площини та отвори, які оброблюються стандартними інструментами.

В цілому конструкція деталі технологічна.

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						119
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

А.3 Вибір заготовки і її техніко-економічне обґрунтування

Ескіз заготовки наведений на рисунку А.1.

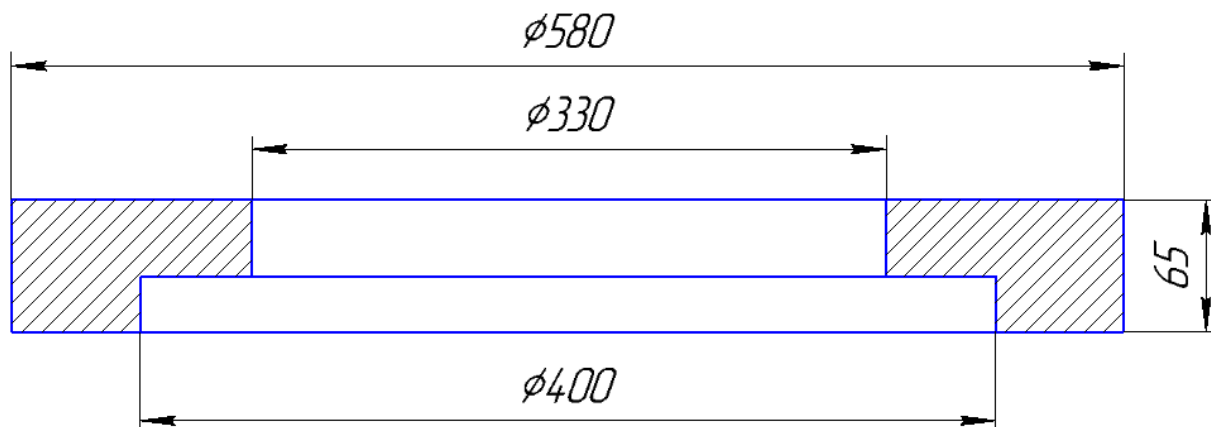


Рисунок А.1 – Ескіз заготовки

Відповідно до вимог креслення і внаслідок аналізу конструкції кільця і матеріалу видно, що слід застосувати литу заготовку. Вибраний спосіб лиття заготовки є досить якісним і точним, не потребує великих затрат на виготовлення виливної оснастки та організацію ділянки.

Враховуючи розміри і матеріал деталі, невисокі вимоги до якості виливки та невисоку вартість лиття в пісчано-глинисті форми, заготовку будемо отримувати литтям у форму з машинною формовкою за металевими виробами. Клас точності – дев'ятий згідно ГОСТ 26645-85. Вимоги до сталених виливок наведено в ГОСТ 26358-84, формовочні уклони – в ГОСТ 3212-80.

Виливна форма повинна мати, по можливості один плоский роз'єм та забезпечувати мінімальну кількість стержневих вставок. Для даної заготовки такою єдиною площиною роз'єму може бути тільки торець $\varnothing 570/\varnothing 420$.

Перевага цієї площини роз'єму в тому, що в ній знаходяться найбільші розміри заготовки, чим досягається мінімальна глибина формування, невеликі перепади розмірів виливки завдяки формовочним уклонам і добра якість відливки. Крім цього вся виливка формується в одній опоці і на її поверхні не буде дефектів, які виникають через зміщення опок.

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						120
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

А.3.1 Вибір технологічного процесу обробки поверхні

Кільце торцеве відноситься до класу "кільця", тому типовий технологічний процес складається з наступних етапів:

- чорнова токарна обробка торця, внутрішньої поверхні на діаметрі 360 мм, зовнішньої поверхні на діаметрі 500 мм;
- чорнова обробка іншого торця;
- свердління отворів;
- завершальна обробка поверхонь шліфуванням.

Базування: чорновими базами $\varnothing 500$ є внутрішній діаметр деталі та один торець; для всієї наступної обробки базами є оброблені на першій операції торець і циліндрична внутрішня поверхня.

А.4 Вибір технологічних баз і обґрунтування вибраних схем базування

Деталь має поверхні, які необхідно обробити з точністю до квалітету, заданого для складання на кресленні, забезпечивши при цьому шорсткість поверхні не більше Ra1.6.

Тому первинну та остаточну обробку поверхонь деталей виконуємо окремими операціями, що дозволяє оновити структуру матеріалу деталі після попередньої і перед наступною операціями через більш тривалий проміжок часу. Так як тип виробництва – малосерійний, то при виборі технологічних баз вважаємо, що обробка поверхні деталі виконується на багатоцільових верстатах з ЧПУ, тому що в одній операції виконується декілька переходів за одне встановлення заготовки. Для вибору технологічних баз виконуємо класифікацію поверхонь за службовим призначенням:

- основна конструкторська база – поверхня: $\varnothing 500h7$; торець $\varnothing 570/\varnothing 500$;
- додаткова конструкційна база – отв. $\varnothing 420$; торець;
- вільні поверхні – всі інші окрім вище названих.

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						121
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В якості постійної бази раціонально буде використовувати поверхню $\varnothing 420$ (установочна); торець $\varnothing 500/\varnothing 420$ (опорна база).

Для реалізації цього необхідно перераховані бази обробити дуже точно, а для отворів забезпечити точні координати. Тому постійні технологічні бази використовуємо для чистих і кінцевих операцій.

У першій токарній операції підготуємо бази для наступних операцій.

Технологічні бази: торець $\varnothing 570/\varnothing 420$ – установочна база, бокова зовнішня поверхня – опорна база. Дана схема базування забезпечує мінімальні поверхні базування.

В першій операції обробляємо внутрішні поверхні обертання $\varnothing 360$ та $\varnothing 420$, зовнішню – $\varnothing 500$. В другій токарній операції деталь базуємо на оброблену поверхню $\varnothing 420$ і торець та виконуємо обробку другої сторони деталі, В треті – свердління восьми отворів $\varnothing 20$. В четверта та п'яті – шліфуємо поверхні $\varnothing 500$ та $\varnothing 360$ відповідно.

А.4.1 Вибір типового технологічного процесу

З урахуванням малосерійного типу виробництва, виготовлення деталі типу "кільце" виконуємо за наступним типовим технологічним процесом:

- попередня і кінцева токарні обробки поверхонь обертання, а також чорнова обробка торця за дві операції;
- свердлення отворів;
- відділка точних поверхонь – шліфуванням.

Маршрут обробки поверхні деталі наведений в таблиці А.1

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						122
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця А.1 - Маршрут обробки поверхні деталі

Розмір поверхні		Допуск на розмір, мм		$K_{уж}$	η	Кв. точн.	Шорсткість,	метод обробки поверхні
деталь	загот.	T_3	T_d					
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ø360H8	Ø360	1,76	0,23	7,65	2.92	14	12,5	точити попередньо
						10	3,2	точити кінцево
						8	1,6	шліфувати кінцево
Ø500h7	Ø520	2,55	0,21	12,1	4,75	14	12,5	точити попередньо
						10	3,2	точити кінцево
						7	1,6	шліфувати кінцево
Ø420	Ø460	2,25	0,185	12,2	4,9	14	12,5	точити попередньо
						12	6,3	точити кінцево
Ø20	Ø20	0,1	0,043	2,3	1,56	11	6,3	точити попередньо
						9	3,2	точити кінцево

Коефіцієнт жорсткості точності розміру Ø360H8:

$$K_{уж} = \frac{T_3}{T_d} = \frac{1,76}{0,23} = 7,65$$

Коефіцієнт жорсткості точності розміру Ø360H8:

$$K_{уж} = \frac{T_3}{T_d} = \frac{2,55}{0,21} = 12,1$$

Коефіцієнт жорсткості точності розміру Ø420:

$$K_{уж} = \frac{T_3}{T_d} = \frac{2,25}{0,185} = 12,2$$

Коефіцієнт жорсткості точності розміру Ø20:

$$K_{уж} = \frac{T_3}{T_d} = \frac{0,1}{0,043} = 2,3$$

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ			Арк.
								123
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

T_3, T_d - допуск розміру заготовки й деталі що виходить.

Кількість необхідних технологічних переходів Ø360Н8:

$$\eta = \frac{LgK_{ужс}}{0,46} = \frac{Lg7,65}{0,46} = 2,92$$

Кількість необхідних технологічних переходів Ø360Н8:

$$\eta = \frac{LgK_{ужс}}{0,46} = \frac{Lg12,1}{0,46} = 4,75$$

Кількість необхідних технологічних переходів Ø360Н8:

$$\eta = \frac{LgK_{ужс}}{0,46} = \frac{Lg12,2}{0,46} = 4,9$$

Кількість необхідних технологічних переходів Ø360Н8:

$$\eta = \frac{LgK_{ужс}}{0,46} = \frac{Lg2,3}{0,46} = 1,52$$

А.5 Розробка технологічного процесу

Операція 001. Токарна з ЧПУ.

1. Підрізати торець Ø500/Ø420.
2. Підрізати торець Ø420/Ø360.
3. Підрізати торець Ø360/Ø346.
4. Точити поверхню Ø360
5. Точити поверхню Ø500

Бази: установочна – поверхня Ø346; опорна база – торець Ø346/Ø420.

Модель станка: токарний напівавтомат з ЧПУ (1П756ДФ321).

Пристосування: патрон трьохкулачковий самоцентрувальний з пневмоприводом.

Примітка: поверхні 4 та 5 точити начорно, начисто.

Операція 005. Токарна з ЧПУ.

1. Підрізати торець Ø420/Ø346.

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						124
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Бази: установча – поверхня $\varnothing 420$; опорна база – торець $\varnothing 500/\varnothing 420$.

Модель верстата: токарний напівавтомат з ЧПУ (1П756ДФ321).

Пристосування: патрон трьохкулачковий самоцентрувальний з пневмоприводом.

Операція 010. Свердлильна з ЧПУ.

1. Свердлити вісім отворів $\varnothing 20$

Бази: торець $\varnothing 500/\varnothing 420$; поверхня $\varnothing 420$

Обладнання: вертикально – свердлильний з ЧПУ; модель – 2Н55

Пристосування: кондуктор спеціальний.

Операція 015. Шліфувальна

1. Шліфувати поверхню 4

Бази: установочна – поверхня $\varnothing 346$; опорна база – торець $\varnothing 346/\varnothing 420$.

Операція 020. Шліфувальна

1. Шліфувати поверхню 5

Бази: установочна – поверхня $\varnothing 346$; опорна база – торець $\varnothing 346/\varnothing 420$.

А.6 Визначення припусків на механічну обробку

А.6.1 Розрахунково-аналітичний метод

Для циліндричної зовнішньої поверхні $\varnothing 520h7$ мінімальний припуск визначають за формулою:

$$2Z_{i\min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\sum_{i-1}}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \quad (\text{А.1})$$

де R_{zi-1} — висота нерівностей профілю литої заготовки;

h_{i-1} — глибина дефектного поверхневого шару литої заготовки;

$\Delta_{\sum_{i-1}}$ — сумарне відхилення розташування поверхні;

ε_i - похибка встановлювання заготовки при точінні.

Визначаємо мінімальний припуск для чорнового точіння по формулі

А.3:

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						125
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$2Z_{1\min} = 2 \left[(R_z + h)_0 + \sqrt{\Delta \sum_0^2 + \varepsilon_1^2} \right] = 2 \left[(300) + \sqrt{1765^2} \right] = 4139,27 \text{ мкм}$$

Сумарне значення R_z і h для виливків 9-го класу точності вибираємо з таблиць :

$$(R_z + h)_0 = 300;$$

$$(R_z + h)_1 = 200;$$

$$(R_z + h)_2 = 80.$$

Сумарне значення просторових відхилень для литих поверхонь визначається за формулою:

$$\Delta_{\sum_0} = \sqrt{\Delta_{кор}^2 + \Delta_{см}^2} = \sqrt{488^2 + 1697^2} = 1765 \text{ мкм} ,$$

де $\Delta_{кор}$ - короблення, потрібно враховувати як в діаметральному $\Delta_{кор} \cdot d$, так і в осьовому $\Delta_{кор} \cdot L$ перерізі поверхні, тому:

$$\Delta_{кор} = \sqrt{(\Delta_{кор} d)^2 + (\Delta_{кор} L)^2} = \sqrt{(1 \cdot 480)^2 + (1 \cdot 95)^2} = 488 \text{ мкм}$$

Зміщення $\Delta_{см}$ поверхні, що оброблюється необхідно визначати у вертикальній і горизонтальній площинах і воно повинно враховувати відхилення осі литого циліндру відносно базової поверхні, тому:

$$\Delta_{см} = \sqrt{\Delta_{Г}^2 + \Delta_{В}^2} = \sqrt{1,2^2 + 1,2^2} = 1,697 \text{ мм} = 1697 \text{ мкм} ,$$

де $\Delta_{Г}, \Delta_{В}$ — зміщення в горизонтальній і вертикальній площинах.

Згідно ГОСТ 26645-85:

$$\Delta_{Г} = \frac{S_1}{\cos \beta} = \frac{1,2}{\cos 0^\circ} = 1,2 \text{ мм} ,$$

де S_1 — зазор (горизонтальний) між знаком форми і поверхнею;

β — виливний ухил.

Зміщення в вертикальній площині:

$$\Delta_{В} = S_2 = 1,2 \text{ мм} ,$$

де S_2 — вертикальний зазор між знаком форми і стержнем.

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						126
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Похибка встановлювання ε_i на переході, який виконується характеризується зміщенням оброблювальної поверхні у будь-якому напрямку при базуванні і закріпленні деталі в пристрої.

Вона визначається за формулою:

$$\varepsilon_i = \sqrt{\varepsilon_B^2 + \varepsilon_3^2} = \sqrt{100^2 + 80^2} = 128 \text{ мкм},$$

де $\varepsilon_B, \varepsilon_3$ - похибка відповідно базування і закріплення в трьох-кулачковому патроні [8].

Визначаємо мінімальний припуск для чистового точіння по формулі А.1:

$$2Z_{2\min} = 2 \left[(R_z + h)_1 + \sqrt{\Delta \sum_1^2 + \varepsilon_2^2} \right] = 2 \left[(200) + \sqrt{105,9^2 + 128^2} \right] = 710,26 \text{ мкм}$$

Просторові відхилення для чернових поверхонь:

$$\Delta \sum_1 = K_{Y_{черн}} \Delta \sum_0 = 0,06 \cdot 1765 = 105,9 \text{ мкм},$$

Визначаємо мінімальний припуск для чистового точіння по формулі А.3:

$$2Z_{3\min} = 2 \left[(R_z + h)_2 + \sqrt{\Delta \sum_2^2 + \varepsilon_3^2} \right] = 2 \left[(80) + \sqrt{70,6^2} \right] = 301,2 \text{ мкм}$$

Просторові відхилення для чистових поверхонь:

$$\Delta \sum_2 = K_{Y_{чист}} \Delta \sum_1 = 0,04 \cdot 105,9 = 4,236 \text{ мкм}.$$

Дані розрахунків заносимо до табл. А.2.

Отримані результати перевіряємо за формулою:

$$\begin{aligned} T_{ЗАГ} - T_{ДЕТ} &= Z_{0\max} - Z_{0\min}, \\ 4400 - 70 &= 9383 - 5053, \\ 4330 &= 4330. \end{aligned}$$

де Z_0 - сумарний загальний припуск;

$Z_{0\min}, Z_{0\max}$ - мінімальний і максимальний відповідно;

$T_{ЗАГ}, T_{ДЕТ}$ - допуск на заготовку і деталь.

Припуски на обробку поверхні $\varnothing 520h7$, зображені на рис.А.2.

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		127

Таблиця А.2 Розрахунок припусків на обробку поверхні Ø500h7

Технологічні переходи обробки поверхні Ø500h7		Лиття заготовки в пісчано-	Точіння чорнове (14-й квалітет)	Точіння напівчис-тове (10-й)	Шліфування (7-й квалітет)	Загальний припуск
Елементи припуску, мм	R _z	300	100	40	20	—
	h		100	40	20	—
	Δ _Σ	1765	105,9	70,6	—	—
	ε _γ		128	—	7	—
Розрахункові припуски 2Zimin, мм			4139,27	710,26	301,2	—
Розрахункові розміри Dimin,мм		524,98 3	520,942	520,23	519,93	—
Допуск Ti, мм		4400	1750	280	70	—
Граничні розміри, мм	Dimin	524,98	500,942	500,23	499,93	—
	Dimax	529,38	502,692	500,51	500	—
Граничні значення припусків, мм	2Zimi		4,041	0,711	0,301	5,053
	2Zima		6,691	2,181	0,511	9,383

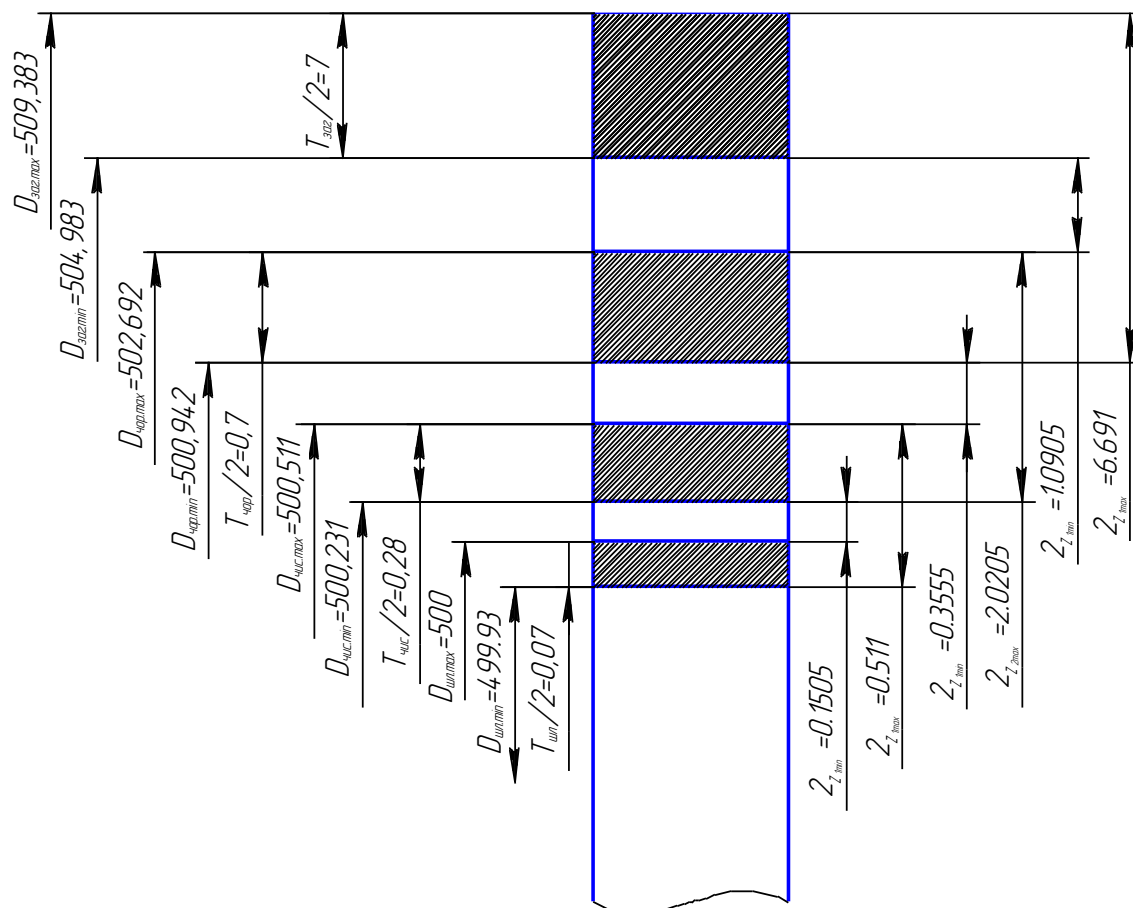


Рисунок А.2 - Схема розташування припусків на обробку поверхні
 $\varnothing 500h7$

А.6.2 Аналоговий метод

Припуски призначаємо по довідним таблицям, у зворотньому порядку послідовності механічної обробки та заносимо до табл. А.3.

Таблиця А.3 - Припуски на механічну обробку.

Поверхня що обробляється	Метод обробки	Квалітет точності	Шорсткість, R_a	Припуск на сторону, мм	Операційні розміри з допусками
1	2	3	4	5	6
Торці	підрізати торець $\varnothing 360$ до кінця	14	12,5	2,0	$360 \pm 2,0$
	підрізати торець $\varnothing 420$ до кінця	14	12,5	2,0	$420 \pm 2,0$
	підрізати торець $\varnothing 500$ до кінця	14	12,5	2,0	$500 \pm 2,0$
	підрізати торець $\varnothing 570$ до кінця	14	12,5	2,0	$570 \pm 2,0$

Продовження таблиці А.3

Ø520h7	шліфувати	7	1,60	0,07	500±0,185
	точити до кінця	10	3,2	0,28	
	точити попередньо	12	12,5	0,7	
	заготовка	17	25	7,0	
Ø360H8	шліфувати	8	1,6	0,68	
	точити до кінця	10	3,2	0,8	
	точити попередньо	14	12,5	1,0	
	заготовка	16	25	3,77	
Ø460	точити до кінця	12	3,2	0,85	
	точити попередньо	14	12,5	1,0	
	заготовка	16	25	1,76	
Ø20	свердлити отвір	11	6,3	0,78	—

А.6.3 Розрахунок режимів різання при свердлінні отворів Ø20

Матеріал який оброблюється – Сталь 25Л. Обладнання — радіально–свердлильний верстат 2Н55, інструмент – свердло спіральне Ø20 з швидко–ріжучої сталі Р6М5 (ГОСТ 4010–77); форма заточення свердла – нормальна.

Глибина різання $t=10$ мм.

Призначаємо $S_0=0,28$ мм/об. Приймаємо період стійкості інструмента $T=45$ хв.

Швидкість різання, яка допускається періодом стійкості інструмента:

$$V_i = \frac{C_v D^q}{T^m S_0^q} k_v = \frac{9,8 \cdot 20^{0,4}}{45^{0,2} \cdot 0,28^{0,5}} \cdot 0,65 = 28,8 \frac{\text{мм}}{\text{хв}} = 0,48 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

де: $C_v=9,8$; $q=0,4$; $y=0,5$; $m=0,2$; $k_v=0,65$.

Обертовий момент та вічева сила:

$$M_{об} = 10 C_H D^q S^y k_p = 10 \cdot 0,345 \cdot 20^2 \cdot 0,28^{0,8} \cdot 0,68 = 33,9 \text{ Н} \cdot \text{м} ,$$

$$P_0 = 10 C_P D^q S^{y_1} k_p = 10 \cdot 68 \cdot 20^2 \cdot 0,28^{0,7} \cdot 0,68 = 1115,78 \text{ Н} ,$$

де значення коефіцієнтів та показників:

$$C_H = 0,0345 ; q = 2,0 ; y = 0,8 ; C_P = 68 ; q = 1,0 ; y_1 = 0,7 .$$

k_p – коефіцієнт, що враховує фактичні умови обробки, $k_p = 0,68$.

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		130

Потужність різання:

$$N_c = \frac{M_{oc} n}{9750} = \frac{33,9 \cdot 500}{9750} = 1,74 \text{ кВт}$$

де n – частота обертання інструмента:

$$n = \frac{1000 V_0}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 31,4}{3,14 \cdot 20} = 461 \text{ об/хв}$$

По станку підбираємо наближене значення $n_\phi = 500 \text{ об/хв}$ тоді тактична швидкість різання:

$$V_\phi = \frac{\pi D n_\phi}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 500}{1000} = 31,4 \frac{\text{м}}{\text{хв}} = 0,52 \cdot 10^{-3} \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

По паспортним даним, потужність станка $N_{кр} = 5,5 \text{ кВт}$.

Приймаємо: $t = 10 \text{ мм}$, $S_0 = 0,28 \text{ мм/об}$, $n_\phi = 500 \text{ об/хв}$, $V_\phi = 31,4 \text{ м/хв}$,
 $N = 1,74 \text{ кВт}$, $S_{хв} = 0,28 \cdot 500 = 140 \text{ мм/хв}$.

А.6.4 Розрахунок норми часу на свердління отворів Ø 20

Штучно–калькуляційний час на свердління:

$$T_0 = \frac{l + l_{вр} + l_{пер}}{S_{хв}} = \frac{45 + 0,3 \cdot 20 + 10}{140} = 0,36 \text{ хв}$$

де l – довжина поверхні, яка оброблюється: $l = t = 45 \text{ мм}$;

$l_{вр} = 0,3 \cdot 20 \text{ мм}$ – довжина врізання;

$l_{пер} = 10 \text{ мм}$ – довжина перебігу інструменту.

Таблиця А.4 Норми допоміжного часу.

№ з/п	Найменування дії оператора	Норма часу, міс.
1	Очистити пристрій від стружки	0,09
2	Встановити та зняти заготовку вручну	0,15
3	Закріпити та відкріпити заготовку	0,04
Всього		0,28

Для одного отвору: $T_{ц.к.} = 0,36 + 0,28 = 0,64$ хв

Для восьми отворів: $T = 0,64 \cdot 8 = 5,12$ хв

А.6.5 Опис конструкції та розрахунок пристрою

Для свердління восьми отворів $\varnothing 20$ розробляємо кондуктор порталний, зображений на рисунку А.3.

Деталь встановлюється на три опорні штиря та попередньо орієнтується на них двома штифтами. При опусканні кондукторної плити три пальці з конусними головками остаточно центрують деталь та своїми плечами прижимають її до опор.

Опорна плита встановлена на двох поперечних містках. Положення плити визначається трьома циліндричними штифтами, які заходять в пази містків. Свердлення проводиться через швидкозмінні втулки.

Закріплення заготовки в виконується за допомогою прижиму її кондукторною плитою.

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						132
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

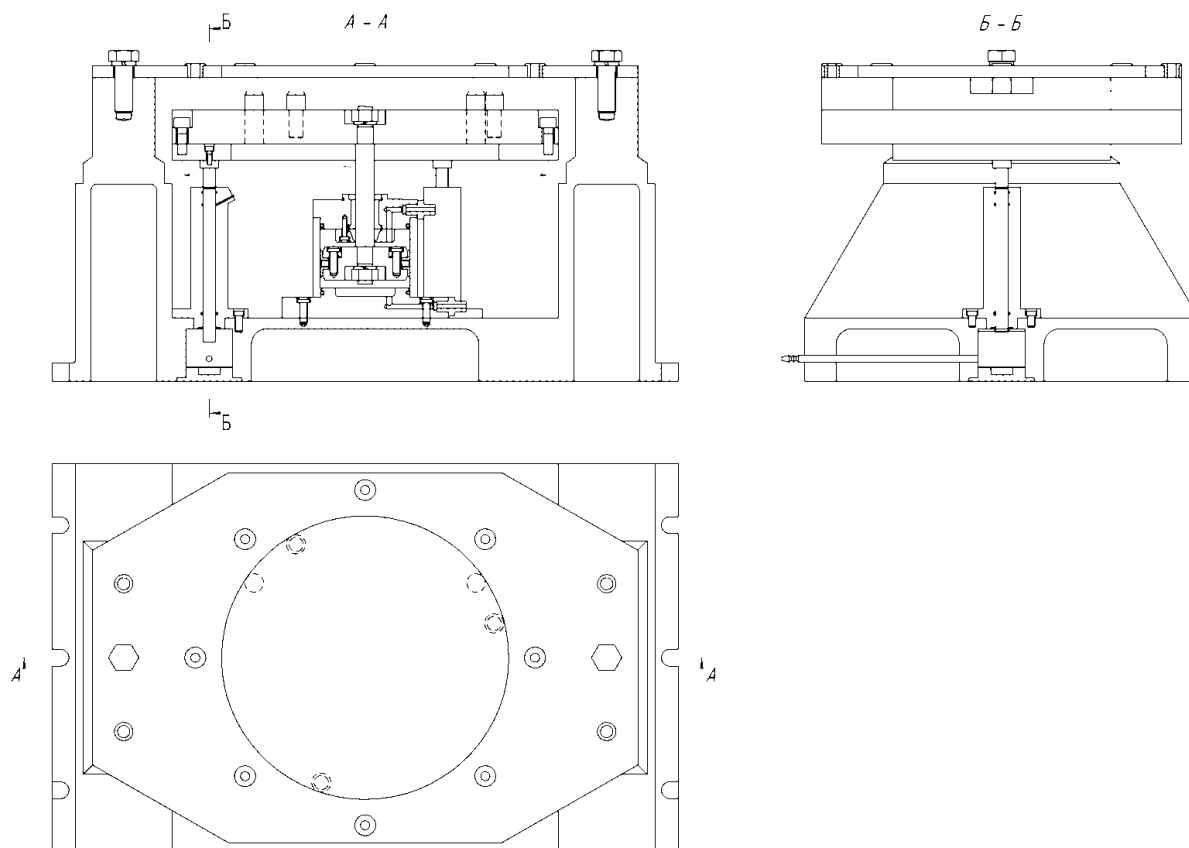


Рисунок А.3 - Схема розташування припусків на обробку поверхні
 $\varnothing 500h7$

Зусилля притискання:

$$F = \frac{2M_{MAX}k}{D_f} = \frac{2 \cdot 33,9 \cdot 3,5}{0,52} = 456,4 \text{ Н ,}$$

де M_{max} – максимальний обертовий момент при свердлінні отвору $\varnothing 20$,

$$M_{max} = 33,9 \text{ Н}\cdot\text{м ;}$$

D – діаметр базової поверхні, $D=0,5$ м;

k – коефіцієнт запасу, $k = 3,5$.

Площа поверхні поршня:

$$S = \pi R^2 = 3,14 \cdot 0,075^2 = 0,018 \text{ м}^2$$

Тиск в поршні:

$$p = \frac{F}{S} = \frac{456,4}{0,018} = 25,4 \text{ кПа ,}$$

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		133

Оскільки прижим здійснюється двома поршнями, то тиск в камерах буде дорівнювати:

$$p_1 = p_2 = \frac{p}{2} = \frac{25,4}{2} = 12,7 \text{ кПа}$$

Приймаємо робочий тиск: 20 кПа.

Висновки:

1. Розроблено технологічний аналіз виготовлення опори
2. Виконано кількісну оцінку технологічності
3. Зроблено вибір та обґрунтування виду заготовки
4. Виконано розрахунок режимів різання при свердлінні отворів діаметром

37мм

5. Виконано розробку технологічного процесу виготовлення деталі
6. Виконано розрахунок норми часу на свердління отворів, $S = 0,12 \text{ мм/об}$
7. Виконано опис конструкції та розрахунок пристрою, тиск в робочій камері пристрою $P = 0,4 \text{ МПа}$.

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						134
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б

**Автоматичний контроль і керування процесом проклеювання
картонного полотна**

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						135
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Зміст

Вступ_____	136
Б.1Опис технологічної схеми процесу _____	137
Б.2 Аналіз технологічного процесу пресування як об'єкта автоматизації__	137
Б.3 Опис розробленої схеми автоматизації_____	138
Висновки_____	140

					ЛБ91мп.02141.000 ПЗ				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					
Розроб.	Лисій				Автоматичний контроль і керування процесом проклеювання картонного полотна	Літ.	Арк.	Акрушів	
Перевір.	Сазонов								
Реценз.						КПІ ім.Ігоря Сікорського каф. МАХНВ			
Н. Контр.									
Затверд.									

Вступ

Целюлозно-паперове виробництво — одна із найважливіших галузей сучасної промисловості в Україні. Це дуже складне багатоопераційне виробництво, яке характеризується значною матеріаломісткістю та трудомісткістю. Але не дивлячись на великі затрати енергоресурсів, воно залишається стратегічно важливим для держави.

Автоматизація виробничих процесів є найважливішою задачею істотного підвищення продуктивності праці, поліпшення якості продукції, що випускається, чи збереження та зменшення витрати енергії, зменшення кількості обслуговуючого персоналу, поліпшення організації виробництва, підвищення надійності роботи.

Автоматизація дає можливість звільнити людину від особистої участі у виробництві, а функції керування технологічним процесом, механізмами, машинами передати автоматичним пристроям.

Комплексна автоматизація процесів і апаратів хімічної технології припускає не тільки автоматичне забезпечення нормального ходу цих процесів із використанням різних автоматичних пристроїв, але й автоматичне керування пуском і зупинкою апаратів для монтажних робіт і критичних ситуацій.

Успішне рішення усіх вище перерахованих задач досягається впровадженням у виробництво автоматичних систем керування та контролю.

Система автоматичного керування процесу пресування картонного полотна для одержання якісного картону при заданій продуктивності машини.

Метою даної роботи є автоматизація процесу проклеювання картонного полотна в клеїльному пресі картоноробної машини.

Щоб досягти заданої мети, необхідно:

- 1) Розробити функціональну схему автоматизації;
- 2) Підібрати прилади та засоби автоматизації;

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						136
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Б.1 Опис технологічної схеми процесу

Картоне полотна проходить між двома валами, клей наноситься двома сприсковими трубами, розташованими над валами преса. Для створення між валами необхідного рівня клейової ванни, однакового по всій ширині полотна, передбачені торцеві щитки. Надлишок клею через зазори між торцевими щитками і валами стікає в воронки, звідки направляється в збірники, з яких відводиться на установку підготовки клею. По краях валу передбачені корита для уловлювання розбризкування клею.

Після клеїльного преса для уникнення утворення складок картоне полотна рівномірно розправляється по ширині за допомогою розгінного валику і надходить у сушильну частину з роздільним паропостачання верхніх і нижніх циліндрів. Температура циліндрів після клеїльного преса повинна збільшується поступово.

Регулювати величину лінійного тиску між валами можливо за допомогою механізму притискання, який може досягати 30 кН/м. Механізм притискання складається з пневмокамери, діафрагми, штоку та важелів.

Б.2 Аналіз технологічного процесу пресування як об'єкта автоматизації

Постановка задачі автоматизації:

- 1) Регулювання лінійного тиску між валами.
- 2) Регулювання подачі клею.
- 3) Контроль відсутності обриву полотна;
- 4) Контроль керування двигуном .
- 5) Контроль наявності полотна.

Параметри регулювання та контролю процесу відображенні в таблиці Б.1.

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						137
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця Б.1 - Параметри регулювання та контролю процесу

№ з/п	Місце заміру параметра	Найменування параметра, що контролюється чи регулюється	Норми технологічного режиму	Вимоги до рівня автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
1	2	3	4	5
1	Механізм прижиму валів	Тиск	0,55-0,65 МПа	Контроль, регулювання
2	Привод вала	Частота обертання	200 об/хв	Контроль, регулювання, сигналізація
3	Подача клею	Тиск	0,2-0,3 МПа	Контроль, регулювання
4	Під поверхнею полотна	Наявність полотна (освітленність)	Наявність паперового полотна зумовлює низьку освітленність	Контроль, сигналізація

Б.3 Опис розробленої схеми автоматизації

Контроль наявності полотна складається з: фото датчика ФД1-14 (1-1), вихідний сигнал якого потрапляє на автоматичний електричний перетворювач ПНП-ФД (1-2), а далі на електричну сигнальну лампу ЛС-47М (НЛ1).

Контур керування прижиму верхнього вала складається з: передаючого перетворювача Сапфір-22ДВ-Вн (2-1), автоматичного показувального і реєструвального вторинного приладу ДИСК 250– (2-2), електронного регулятора РП2-Т – (2-3), електричного виконавчого механізму МЭО-40 – (2-4).

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		138

Контур керування подачі клею складається з: тензоперетворювача тиску Сапфір-22ДА 2060 – (3-1), (4-1), автоматичного показувального і реєструвального вторинного приладу ДИСК 250– (3-2), (4-2), електронного регулятора РП2-Т – (3-3), (4-3), електричного виконавчого механізму МЭО-40 – (3-4), (4-4).

Регулювання, контроль та сигналізація частоти обертів валу здійснюється таким чином: на валу електродвигуна встановлено первинний перетворювач електронного дистанційного тахометра типу К-1803 – (6-1) , вихідний сигнал якого потрапляє на вторинний показувальний і реєструвальний прилад РП-160 – (6-2) з функцією сигналізації ЛС 47М – (НЛЗ). Показники передаються на мікропроцесорний регулятор МІК-2 – (6-3), де порівнюється задана кількість обертів з фактичною, і у випадку необхідності автоматично коректується. Далі сигнал через трипозиційний підсилювач потужності У24.20 – (6-4) передається на регулюючий привод, де збільшується або зменшується число обертів електродвигуна.

Специфікація на прилади і засоби автоматизації наведена в таблиці Б.2.

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						139
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У процесі роботи розроблено схему автоматизації пресової частини КРМ, складено специфікації на прилади та засоби автоматизації, наведено заводи-виробники приладів, засобів автоматизації, придатних для автоматичного керування процесом.

При розробці схем автоматизації технологічних процесів було забезпечено:

- отримання первинної інформації про стан технологічного процесу та устаткування;
- безпосередній вплив на технологічний процес для керування ним;
- стабілізацію технологічних параметрів процесу;
- контроль та реєстрацію технологічних параметрів процесу та стану технологічного устаткування.

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						140
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Целюлозно-паперове виробництво — одна із найважливіших галузей сучасної промисловості в Україні. Це дуже складне багатоопераційне виробництво, яке характеризується значною матеріаломісткістю та трудомісткістю. Але не дивлячись на великі затрати енергоресурсів, воно залишається стратегічно важливим для держави.

Автоматизація виробничих процесів є найважливішою задачею істотного підвищення продуктивності праці, поліпшення якості продукції, що випускається, чи збереження та зменшення витрати енергії, зменшення кількості обслуговуючого персоналу, поліпшення організації виробництва, підвищення надійності роботи.

Автоматизація дає можливість звільнити людину від особистої участі у виробництві, а функції керування технологічним процесом, механізмами, машинами передати автоматичним пристроям.

Комплексна автоматизація процесів і апаратів хімічної технології припускає не тільки автоматичне забезпечення нормального ходу цих процесів із використанням різних автоматичних пристроїв, але й автоматичне керування пуском і зупинкою апаратів для монтажних робіт і критичних ситуацій.

Успішне рішення усіх вище перерахованих задач досягається впровадженням у виробництво автоматичних систем керування та контролю.

Система автоматичного керування процесу пресування картонного полотна для одержання якісного картону при заданій продуктивності машини.

Метою даної роботи є автоматизація процесу проклеювання картонного полотна в клеїльному пресі картоноробної машини.

Щоб досягти заданої мети, необхідно:

- 1) Розробити функціональну схему автоматизації;
- 2) Підібрати прилади та засоби автоматизації;

					НАЗВА ДОКУМЕНТУ	Арк.
						136
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Б.1 Опис технологічної схеми процесу

Картоне полотна проходить між двома валами, клей наноситься двома сприсковими трубами, розташованими над валами преса. Для створення між валами необхідного рівня клейової ванни, однакового по всій ширині полотна, передбачені торцеві щитки. Надлишок клею через зазори між торцевими щитками і валами стікає в воронки, звідки направляється в збірники, з яких відводиться на установку підготовки клею. По краях валу передбачені корита для уловлювання розбризкування клею.

Після клеїльного преса для уникнення утворення складок картоне полотна рівномірно розправляється по ширині за допомогою розгінного валику і надходить у сушильну частину з роздільним паропостачання верхніх і нижніх циліндрів. Температура циліндрів після клеїльного преса повинна збільшується поступово.

Регулювати величину лінійного тиску між валами можливо за допомогою механізму притискання, який може досягати 30 кН/м. Механізм притискання складається з пневмокамери, діафрагми, штоку та важелів.

Б.2 Аналіз технологічного процесу пресування як об'єкта автоматизації

Постановка задачі автоматизації:

- 1) Регулювання лінійного тиску між валами.
- 2) Регулювання подачі клею.
- 3) Контроль відсутності обриву полотна;
- 4) Контроль керування двигуном .
- 5) Контроль наявності полотна.

Параметри регулювання та контролю процесу відображенні в таблиці Б.1.

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						137
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця Б.1 - Параметри регулювання та контролю процесу

№ з/п	Місце заміру параметра	Найменування параметра, що контролюється чи регулюється	Норми технологічного режиму	Вимоги до рівня автоматизації (контроль, регулювання, сигналізація)
1	2	3	4	5
1	Механізм прижиму валів	Тиск	0,55-0,65 МПа	Контроль, регулювання
2	Привод вала	Частота обертання	200 об/хв	Контроль, регулювання, сигналізація
3	Подача клею	Тиск	0,2-0,3 МПа	Контроль, регулювання
4	Під поверхнею полотна	Наявність полотна (освітленність)	Наявність паперового полотна зумовлює низьку освітленність	Контроль, сигналізація

Б.3 Опис розробленої схеми автоматизації

Контроль наявності полотна складається з: фото датчика ФД1-14 (1-1), вихідний сигнал якого потрапляє на автоматичний електричний перетворювач ПНП-ФД (1-2), а далі на електричну сигнальну лампу ЛС-47М (НЛ1).

Контур керування прижиму верхнього вала складається з: передаючого перетворювача Сапфір-22ДВ-Вн (2-1), автоматичного показувального і реєструвального вторинного приладу ДИСК 250– (2-2), електронного регулятора РП2-Т – (2-3), електричного виконавчого механізму МЭО-40 – (2-4).

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		138

Контур керування подачі клею складається з: тензоперетворювача тиску Сапфір-22ДА 2060 – (3-1), (4-1), автоматичного показувального і реєструвального вторинного приладу ДИСК 250– (3-2), (4-2), електронного регулятора РП2-Т – (3-3), (4-3), електричного виконавчого механізму МЭО-40 – (3-4), (4-4).

Регулювання, контроль та сигналізація частоти обертів валу здійснюється таким чином: на валу електродвигуна встановлено первинний перетворювач електронного дистанційного тахометра типу К-1803 – (6-1) , вихідний сигнал якого потрапляє на вторинний показувальний і реєструвальний прилад РП-160 – (6-2) з функцією сигналізації ЛС 47М – (НЛЗ). Показники передаються на мікропроцесорний регулятор МІК-2 – (6-3), де порівнюється задана кількість обертів з фактичною, і у випадку необхідності автоматично коректується. Далі сигнал через трипозиційний підсилювач потужності У24.20 – (6-4) передається на регулюючий привод, де збільшується або зменшується число обертів електродвигуна.

Специфікація на прилади і засоби автоматизації наведена в таблиці Б.2.

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						139
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

У процесі роботи розроблено схему автоматизації пресової частини КРМ, складено специфікації на прилади та засоби автоматизації, наведено заводи-виробники приладів, засобів автоматизації, придатних для автоматичного керування процесом.

При розробці схем автоматизації технологічних процесів було забезпечено:

- отримання первинної інформації про стан технологічного процесу та устаткування;
- безпосередній вплив на технологічний процес для керування ним;
- стабілізацію технологічних параметрів процесу;
- контроль та реєстрацію технологічних параметрів процесу та стану технологічного устаткування.

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						140
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Б

Специфікація устаткування, виробів і матеріалів

Позиція на схемі	Технологічний параметр	Середовище місце відбору інформації	Граничне значення параметра	Місце монтажу	Назва та характеристика	Тип моделі	Код	К-ть	Завод-виробник	Маса одиниці, кг
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Устаткування та прилади									
1-1	Наявність полотна	Розташування під поверхню полотна	5 мА	Канатикова заправка	Фотодатчик Вхідний сигнал: Вид: низькочастотна пульсація світла з частотою 6-12Гц; Довжина хвилі: від 1 до 3,2 мкм. Вихідний сигнал: Вид: от 0 до 10В. Живлення: Напруга: середнє значення -27В, +27В (від джерела постійного струму).	ФД1-14	—	1	ООО "Укрпромцентр ЛТД" м. Харків	0,7
1-2	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Електричний перетворювач Живлення: плюс (27 +/-3) та мінус (27 +/-3) В. Внутрішній опір джерел живлення, Ом 560 +60/-90 Вихідний сигнал — від мінус (10,0 +0/-3) до мінус (1,5 +0,4/-0,2) В. Опір кОм, не менше 100	ПНП-ФД	—	1	ООО "Укрпромцентр ЛТД" м. Харків	0,5

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
HL1	Сигналізація технічних параметрів	— " —	— " —	Щит керування	Лампа електрична сигнальна із жовтим індикатором, живлення: струм частотою 50 Гц, номінальна робоча напруга змінного струму 230 В.	ЛС-47М	—	1	«ІЕК Україна», м. Київ	0,035
2-1	Тиск	Механізм притискання	0,55...0,6 5 МПа	Механізм притискання	Тензоперетворювач тиску, верхня границя вимірювання 1 МПа, вихідний сигнал 4...20 мА, граничнодопустима основна похибка 0,25 %.	Сапфір 22 ДА 2050	—	1	ВАТ “Промприлад”, м. Івано-Франківськ	6,3
2-2	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад, вхідні сигнали: 4...20 мА, граничнодопустима основна похибка 0,5%, живлення: змінний струм частотою (50 ± 1) або $(60 \pm 1,2)$ Гц, напруга $(220 + 22 / - 33)$ В або $(240 + 24 / - 36)$ В. Споживаюча потужність: не більше $25 \text{ В} \cdot \text{А}$.	ДИСК 250	—	1	Завод «УКРМАШПРОМ», м. Харків	13
2-3	— " —	— " —	— " —	— " —	Електронний регулятор, вихідний сигнал: 4...20 мА, похибка вимірювання 0,25 %, живлення: 110 - 240 В змінного струму, частотою 50/60 Гц; 12 - 24 В постійного струму.	РП2-Т	—	1	Науково-виробнича фірма "РегМік", м. Запоріжжя	0,5

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
2-4	— " —	Трубо- провід №3	— " —	Трубо- провід №3	Електричний виконавчий механізм, електричне живлення - однофазний струм напругою 220 V частотою 50 Hz - для поставок до країн СНД; 220, 230, 240 V частотою 50 Hz, 220 V частотою 60 Hz - для експортних поставок.	МЭО-40	—	1	ООО "ПРОМПРИБОР", м. Харків	7
3-1	— " —	Трубо- провід №29	— " —	Трубо- провід №29	Тензоперетворювач тиску, верхня границя вимірювання 0,4 МПа, вихідний сигнал 4... 20 мА, граничнодопустима основна похибка 0,25 %.	Сапфір 22 ДА 2050	—	1	ВАТ “Промприлад”, м. Івано-Франківськ	6,3
3-2	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад, вхідні сигнали: 4...20 мА, граничнодопустима основна похибка 0,5%, живлення: змінний струм частотою (50 ± 1) або (60 ± 1,2) Гц, напруга (220 + 22 / - 33) В або (240 + 24 / -36) В. Споживаюча потужність: не більше 25 В · А.	ДИСК 250	—	1	Завод «УКРМАШПРОМ» , м. Харків	13

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
3-3	— " —	— " —	— " —	— " —	Електронний регулятор, вихідний сигнал: 4...20 мА, похибка вимірювання 0,25 %, живлення: 110 - 240 В змінного струму, частотою 50/60 Гц; 12 - 24 В постійного струму.	РП2-Т	—	1	Науково-виробнича фірма "РегМік", м. Запоріжжя	0,5
3-4	— " —	Трубо- провід №29	— " —	Трубо- провід №29	Електричний виконавчий механізм, електричне живлення - однофазний струм напругою 220 V частотою 50 Hz - для поставок до країн СНД; 220, 230, 240 V частотою 50 Hz, 220 V частотою 60 Hz - для експортних поставок.	МЭО-40	—	1	ООО "ПРОМПРИБОР", м. Харків	7
4-1	Тиск	Трубо- провід №29	0,2...0,3 МПа	Трубо- провід №29	Тензоперетворювач тиску, верхня границя вимірювання 0,4 МПа, вихідний сигнал 4... 20 мА, граничнодопустима основна похибка 0,25 %.	Сапфір 22 ДА 2050	—	1	ВАТ "Промприлад", м. Івано-Франківськ	6,3

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
4-2	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Автоматичний показувальний і реєструвальний вторинний прилад, вхідні сигнали: 4...20 мА, граничнодопустима основна похибка 0,5%, живлення: змінний струм частотою (50 ± 1) або $(60 \pm 1,2)$ Гц, напруга $(220 + 22 / - 33)$ В або $(240 + 24 / - 36)$ В. Споживаюча потужність: не більше $25 \text{ В} \cdot \text{А}$.	ДИСК 250	—	1	Завод «УКРМАШПРОМ», м. Харків	13
4-3	— " —	— " —	— " —	— " —	Електронний регулятор, вихідний сигнал: 4...20 мА, похибка вимірювання 0,25 %, живлення: 110 - 240 В змінного струму, частотою 50/60 Гц; 12 - 24 В постійного струму.	РП2-Т	—	1	Науково-виробнича фірма "РегМік", м. Запоріжжя	0,5
4-4	— " —	Трубо-провід №29	— " —	Трубо-провід №29	Електричний виконавчий механізм, електричне живлення - однофазний струм напругою 220 В частотою 50 Hz - для поставок до країн СНД; 220, 230, 240 В частотою 50 Hz, 220 В частотою 60 Hz - для експортних поставок.	МЭО-40	—	1	ООО "ПРОМПРИБОР", м. Харків	7

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5-1	Частота обертання	На валу	200 об/хв	На валу	Тахометр для дистанційних вимірювань частоти обертання і визначення напрямку обертання валів, діапазон вимірювання: 0 ... 200 об / хв, вихідний сигнал: 0 ... 10 В, граничнодопустима основна похибка 1 %, живлення від мережі змінного струму напругою 220 В частотою 50 Гц або 400 Гц з коефіцієнтом гармонік не більше 10%. Споживана потужність не перевищує 20 В·А.	К-1803	—	1	ТОВ "Західприлад", м. Львів	7
5-2	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Вторинний показувальний і реєструвальний, сигналізуючий прилад, вхідний сигнал: 0 ... 10 В, основна похибка приладу: 0,5 %, живлення приладу від мережі змінного струму 220 В. Споживача потужність не перевищує 20 В·А.	РП160М 1-05	—	1	АТ «Львівпри- лад», м. Львів	14,5

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
5-3	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Мікропроцесорний регулятор, вхідний сигнал: 0 ... 10 В, вихідний сигнал: 0 ... 40 В, основна похибка приладу 0,2%, живлення приладу від мережі змінного струму 220 В. Споживача потужність не перевищує 8,5 В·А.	МК-2	—	1	МЗТА, м.Москва	1,1
5-4	— " —	— " —	— " —	Місцевий	Трипозиційний підсилювач потужності для керування трифазним електроприводом, вхідний сигнал: 0 ... 10 В, вихідні сигнали: трифазна напруга змінного струму для пуску і постійний струм для гальмування електродвигуна при з'єднанні його обмоток по схемі зірки. Живлення: напруга ~ 380 В, трифазна, частота від 48 до 62 Гц, споживаюча потужність не більше 15 В·А.	У24.20	—	1	Ukrpromcentr LTD, ООО, м.Харків	5
HL2	Сигналіза-ція технічних параметрів	— " —	— " —	Щит	Лампа електрична сигнальна із жовтим індикатором, живлення: струм частотою 50 Гц, номінальна робоча напруга змінного струму 230 В.	ЛС-47М	—	1	«ІЕК Україна», м. Київ	0,035

Продовження додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6-1	Частота обертання	На валу	200 об/хв	На валу	Тахометр для дистанційних вимірювань частоти обертання і визначення напрямку обертання валів, діапазон вимірювання: 0 ... 200 об / хв, вихідний сигнал: 0 ... 10 В, граничнодопустима основна похибка 1 %, живлення від мережі змінного струму напругою 220 В частотою 50 Гц або 400 Гц з коефіцієнтом гармонік не більше 10%. Споживана потужність не перевищує 20 В·А.	К-1803	—	1	ТОВ "Західприлад", м. Львів	7
6-2	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Вторинний показувальний і реєструвальний, сигналізуючий прилад, вхідний сигнал: 0 ... 10 В, основна похибка приладу: 0,5 %, живлення приладу від мережі змінного струму 220 В. Споживача потужність не перевищує 20 В·А.	РП160М 1-05	—	1	АТ «Львівпри- лад», м. Львів	14,5

Закінчення додатка Б

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
6-3	— " —	— " —	— " —	Щит керування	Мікропроцесорний регулятор, вхідний сигнал: 0 ... 10 В, вихідний сигнал: 0 ... 40 В, основна похибка приладу 0,2%, живлення приладу від мережі змінного струму 220 В. Споживача потужність не перевищує 8,5 В·А.	МК-2	—	1	МЗТА, м.Москва	1,1
6-4	— " —	— " —	— " —	Місцевий	Трипозиційний підсилювач потужності для керування трифазним електроприводом, вхідний сигнал: 0 ... 10 В, вихідні сигнали: трифазна напруга змінного струму для пуску і постійний струм для гальмування електродвигуна при з'єднанні його обмоток по схемі зірки. Живлення: напруга ~ 380 В, трифазна, частота від 48 до 62 Гц, споживаюча потужність не більше 15 В·А.	У24.20	—	1	Ukrpromcentr LTD, ООО, м.Харків	5
HL3	Сигналізація технічних параметрів	— " —	— " —	Щит	Лампа електрична сигнальна із жовтим індикатором, живлення: струм частотою 50 Гц, номінальна робоча напруга змінного струму 230 В.	ЛС-47М	—	1	«ІЕК Україна», м. Київ	0,035

Додаток В

Документація до патентного дослідження

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						150
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РЕГЛАМЕНТ ПОШУКУ № ЛБ91мп.705533.001 РП

Найменування теми Розроблення пресу клеїльного для модернізації картоноробної машини - 1

Шифр теми ЛБ91мп.705533.001.000

Етап Проектування установки та її основних частин

Обґрунтування регламенту пошуку:

Предмет пошуку: - клеїльний прес; конструкція пресів папероробних машин (об'єктом пошуку є винаходи та корисні моделі), пресовий вал.

Мета пошуку інформації – визначення патентної ситуації щодо клеїльних пресів (визначення патентноспроможності проєктованого апарата і визначення тенденцій розвитку даного напрямку в техніці).

Визначення держав пошуку. Встановлено такі держави пошуку: Україна, Російська Федерація, США, Велика Британія, Німеччина, Франція, Канада, Швейцарія, Китай, Японія.

Ретроспективність. Термін дії патенту на винахід в Україні – 20 років, на корисну модель - 6 років, тому регламент пошуку встановлюємо такий: 2001-2021рр.

Класифікаційні індекси:

- міжнародна патентна класифікація: Int/ Cl. 6 : D21F 5/00; D21F 5/10; F26B13/18; F26B13/20; F28F5/02.
- уніфікована десяткова класифікація УДК 676.03

Джерела інформації:

- патентна інформація: описи до винаходів, офіційні бюлетені Укрпатенту та закордонних патентів.
- науково-технічна інформація: підручники й навчальні посібники з курсу проектування картоноробних та папероробних машин.

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						151
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця В.1 – Регламент пошуку (форма Б.1 згідно ДСТУ 3575-97)

Предмет пошуку (ОГД, його складові частини)	Мета пошуку інформації	Держава пошуку	Класифікаційні індекси Int. Cl. 6	Ретро-спектив-ність пошуку	Джерела інформації
Прес клеїльний, пресовий вал	Визначення патентної ситуації щодо клеїльних пресів (визначення патентоспроможності проєктованого апарата й визначення тенденцій розвитку даного напрямку в техніці).	Україна, РФ, Велика Британія, Німеччина, Франція, Швейцарія, Канада, Японія, Китай, США	D21F5/00; D21F5/00; D21F5/10; CN1993521; F26B13/18; F28F5/02; F26B13/20; F26B13/16; УДК 676.03	2001-2021	1) патентна інформація: описи до винаходів, офіційні патентні бюлетені Укрпатенту та Управління патентами та товарними знаками США (USPTO); 2) науково-технічна інформація: підручники й навчальні посібники з курсу проєктування картоноробних, та папероробних машини. 3) науково-дослідні статті фірми «VOITH». 4) науково-дослідні статті фірми «PARCEL».

Таблиця В.2 - Джерела інформації. Використані під час проведення пошуку

Предмет пошуку (ОГД, його складові частини)	Держава пошуку	Класифікаційні індекси	Інформацій-на база, викорис-тана під час пошуку	Бібліографічні данні першого та останнього за хронологією джерела інформації	
				Патентна інформація	Інша науково-технічна інформація
Прес клеїльний, Пресовий вал	Україна, Російська Федерація, Великобританія, Німеччина, Фінляндія, Польща, Болгарія, Швеція, Франція, Японія, Китай, США	D21F5/00; D21F5/00; D21F5/10; F26B13/18; F28F5/02; F26B13/20; F26B13/16; УДК 676.03	Фонд НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського» Державний патентний фонд. Бази даних об'єктів промислової власності, до яких надається безкоштовний доступ в інтернеті http://ep.espacenet.com/ http://brevets-patents.ic.gc.ca/opic-cipo/comdec/eng/search.html http://www.swissreg.ch https://patents.google.com/	Описи винаходів патентів України №№ 1-60000. Описи корисних моделей патентів України №№ 1-2000. Описи винаходів патентів Російської Федерації №№ 2000000-2180000. Офіційний бюлетень "Промислова власність" Офіційні бюлетені "Открытия. Изобретения", "Изобретения", "Полезные модели", "Изобретения за рубежом", "Изобретение стран мира".	Національні і зарубіжні офіційні бюлетені. Описи винаходів і корисних моделей; Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т. II. Производство бумаги и картона. Ч. 1. Технология производства и обработки бумаги и картона. - Санкт-петербург, 2005. – 423с. Эйдлин И. Я. Бумагоделательные и отделочные машины, изд. 3-е, испр. и доп. – М.: Лесная пром-сть, 1970. – 624 с. Фляте Д. М. Технология бумаги: Учебник для вузов. – М.: Лесная пром-сть, 1988. – 440 с. науково-дослідні статті фірми «VOITH».

Таблиця В.3 – Патентна документація, відібрана для подальшого аналізу

ОГД, його складові частини	Документи на об'єкти промислової власності	
	Бібліографічні дані	Відомості щодо їхньої дії
Auftragsvorrichtung	1643034 (EP). Inventor: Horst Kaipf, Michael Otto. Assignee: Voith Paper Patent GmbH, Appl. No.: 05108899.5. Date: Sep.29.2006	Діє
Device and Method for coating	2007/027150 (US). Inventors/Applicants (for US only): ERIKSSON, Tore [SE/SE]; KARLSSON Hakan[SE/SE]. Appl. No.: 0501910-4. Date: March 08.2007	Діє
Size press coated paper limit auxiliary device	204662181 (CN) Inventor: 姜兆宏 罗红 李秋芳 黄丽英. Original Assignee: 江西弘泰电子信息材料有限公司. Appl.No.: 201520081089. Date^ Sep. 23.2015 – Заявл. 05.02.2015 (CN), опубл. 23.09.2015.	Діє
Method and apparatus for treating a fibre web	2007/147949 A2 (US). Inventors: Kytonen Pauli. Appl. No.: U20060275. Filed: Jun. 21, 2006. Pub. Date: Dec. 27.2007	Діє
Пресовий клеїльний вал	65921 (UA). Винахідник: Гробовенко Я.В., Зайцев С.В. Appl. No.: u201102276. Дата: Лютий 25.2011 – Заявл. 25.02.2011 (UA), опубл. 26.12.2011.	Діє
УСТАНОВКА ІНФРАЧЕРВОНИХ ВИПРОМІНЮВАЧІВ	№ 137695 (UA) Винахідник(и): Сюрвасев С. В., Новохат О. А. (UA) Appl. No.: u201812423. Дата: Заявл. 20.02.2019 (UA), опубл. 11.11.2019	Дію припинено

Таблиця В.4 – Інша науково-технічна документація, відібрана для подальшого аналізу.

ОГД, його складові частини	Джерела інформації	Бібліографічні дані
Клеїльний прес	Эйдлин И. Я. Бумагоделательные и отделочные машины, изд. 3-е, испр. и доп.	М.:Лесная пром-сть, 1970. – 624 с.
Клеїльний прес	Фляте Д. М. Технология бумаги: Учебник для вузов.	М.: Лесная пром-сть, 1988. – 440 с.
Клеїльний прес	Технология целлюлозно-бумажного производства. В 3 т. Т. II. Производство бумаги и картона. Ч. 1. Технология производства и обработки бумаги и картона.	Санкт-петербург, 2005. – 423с.

Таблиця В.5 – Аналіз новизни, винахідницького рівня та промислової придатності проєктованого об'єкта

ОГД, його складові частини		Прототип		Очікуваний результат	Можливості використання у промисловості або іншій сфері діяльності	Номер поданої заявки, дата подачі заявки
Назва	Сукупність ознак	Бібліографічні дані	Сукупність ознак			
Вал клеїльного пресу	Нанесення клею з утворенням ванни; Гумований вал виконаний з еластичного матеріалу з низькою адгезією поверхні, на який наносяться жолобки.	УСТАНОВКА ІНФРАЧЕРВОНИХ ВИПРОМІНЮВАЧІВ, розроблена ВАТ Сюрвасев Сергій Валерійович (UA), Новохат Олег Анатолійович (UA).	Нанесення клею з утворенням ванни; Гумований вал.	Зменшення витрат клею, вологості картонного полотна на виході, витрат теплової енергії на досушування; ефективно проклеювання паперового полотна по всій ширині шляхом видалення надлишку клею.	Можливе використання в целюлозно-паперовій промисловості.	u 2018 12423 14.12.2018

Додаток Г

Програмний розрахунок приводного валу на жорсткість

На рисунку Г.1 зображено блок – схему до розрахунку приводного валу на жорсткість.

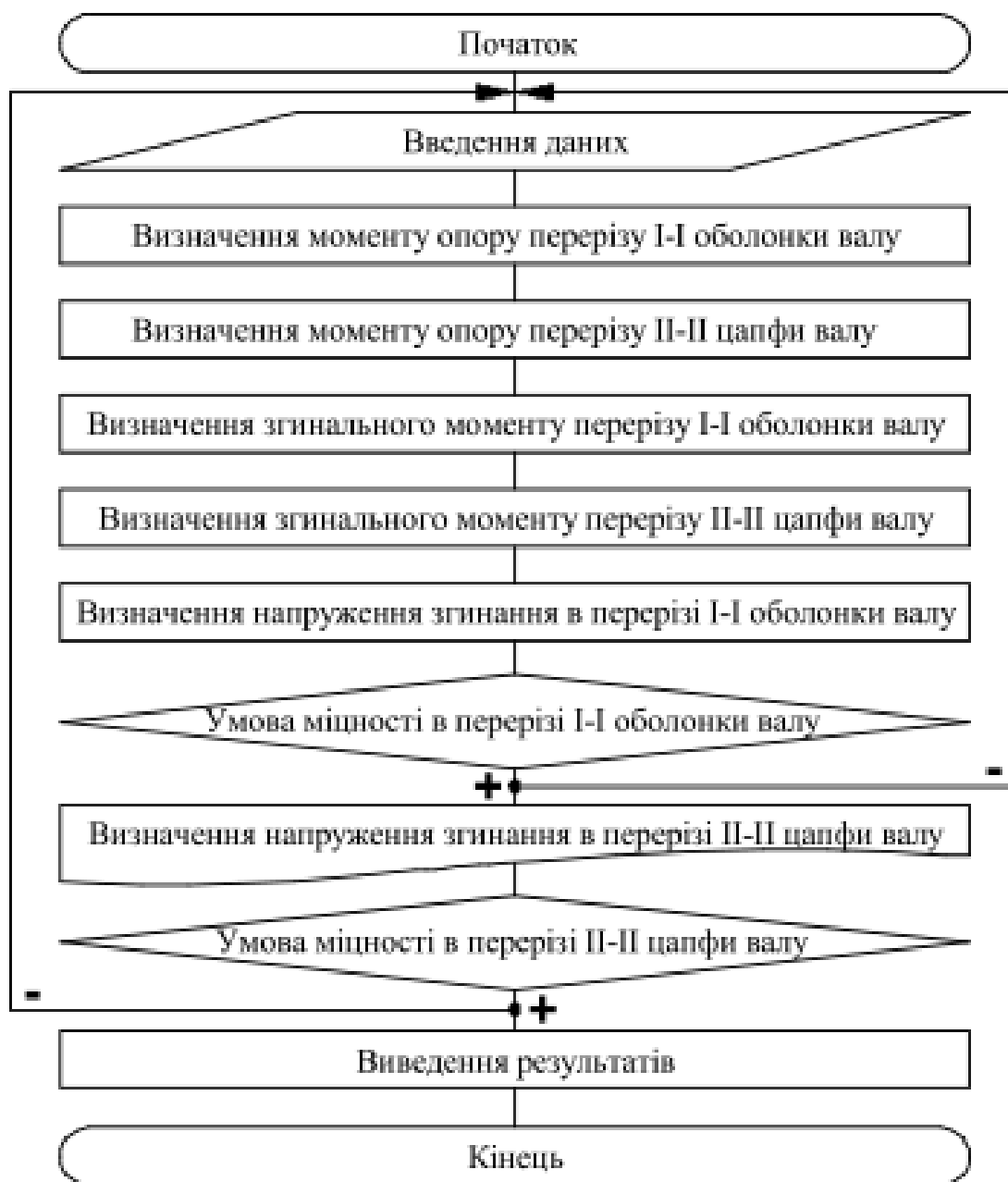


Рисунок Г.1 – Блок – схема до розрахунку приводного валу на жорсткість.

Ідентифікатори до програми роз'яснені в таблиці Г.1.

Таблиця Г.1 – Таблиця ідентифікаторів програми зусиль притискання

Параметр	Позначення	Ідентифікатор	Розмірність
Сумарне навантаження, що діє на вал	Q	Q_v	Н
Зовнішній діаметр оболонки валу	D	D	м
Внутрішній діаметр оболонки валу	d	d_c	м
Діаметр цапфи валу	d_{ψ}	b	м
Відстань між центрами підшипникових опор	L	L	м
Довжина оболонки валу	l	l	м
Момент інерції в середині прольоту валу	I	I	м ⁴
Межа міцності матеріалу оболонки	$[\sigma_{-I}]$	$[\sigma_{-I}]$	Па
Межа міцності матеріалу цапфи	$[\sigma_{-I}]$	$[\sigma_{-I}]$	Па

4.5 Розрахунок на міцність оболонки притискного валу

$$Q_v = 1.99036 \times 10^5$$

$$D = 0.76 \quad D_2 = 0.58 \quad l = 4.68$$

$$d_r = 0.2$$

$$L = 5.7$$

$$I = 0.0108$$

Розраховуємо момент опору перерізу I-I оболонки валу:

$$W_1 := \frac{(\pi \cdot D^3) \cdot \left[1 - \left(\frac{D_2}{D} \right)^4 \right]}{32} = 0.02848 \quad W_{11} := \frac{2 \cdot I}{D} = 0.02848$$

Розраховуємо момент опору перерізу II- II цапфи валу:

$$W_2 := 0.1 \cdot d_c^3 = 8 \times 10^{-4}$$

Розраховуємо згинальний момент у перерізу I-I оболонки валу:

$$M_1 := Q_v \cdot \left[\left(\frac{L}{4} \right) - \left(\frac{1}{8} \right) \right] = 1.6719 \times 10^5$$

Розраховуємо згинальний момент у перерізу II- II цапфи валу:

$$M_2 := Q_v \cdot \left(\frac{L-1}{4} \right) = 5.07542 \times 10^4$$

Розраховуємо напруження згинання в перерізі I-I оболонки валу:

$$\sigma_1 := \frac{M_1}{W_1} = 5.870853 \times 10^6 \quad \text{Перевіряємо чи виконується умова міцності в перерізі I-I оболонки валу: } \sigma_1 \leq [\sigma_1]; \quad 5,87 \cdot 10^6 \text{ Па} < 250 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Розраховуємо напруження згинання в перерізі II-II оболонки валу:

$$\sigma_2 := \frac{M_2}{W_2} = 6.3442742 \times 10^7 \quad \text{Перевіряємо чи виконується умова міцності в перерізі II -II оболонки валу: } \sigma_1 \leq [\sigma_1]; \quad 63,443 \cdot 10^6 \text{ Па} < 320 \cdot 10^6 \text{ Па}$$

Рисунок Г.2 – Програма розрахунку приводного валу на міцність

Результати розрахунку за програмою приведені в таблиці Г.2.

Таблиця Г.2 – Результати розрахунку

Найменування величини	Позначення	Числове значення	Розмірність
Момент опору перерізу I-I оболонки валу	W_1	0,02848	m^3
Момент опору перерізу II- II цапфи валу	W_2	0,0008	m^3
Згинальний момент у перерізу I-I оболонки валу	M_1	16719	$H \cdot m$
Згинальний момент у перерізу II- II цапфи валу	M_2	507542	$H \cdot m$
Напруження згинання в перерізі I-I оболонки валу	σ_1	5870853	Па
Напруження згинання в перерізі II-II оболонки валу	σ_2	63442742	Па

Додаток Д

Патенти, які використані у патентному дослідженні

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		161

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 643 034 A1

(12)

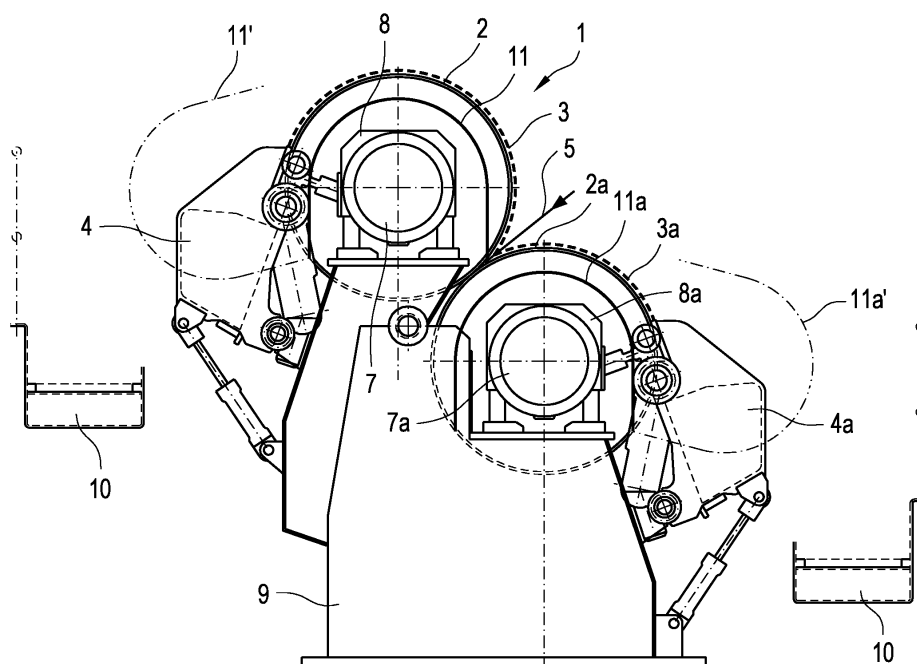
EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG(43) Veröffentlichungstag:
05.04.2006 Patentblatt 2006/14(51) Int Cl.:
D21H 23/22^(2006.01) D21G 5/00^(2006.01)(21) Anmeldenummer: **05108899.5**(22) Anmeldetag: **27.09.2005**(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC NL PL PT RO SE SI SK TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL BA HR MK YU(71) Anmelder: **Voith Paper Patent GmbH**
89522 Heidenheim (DE)(72) Erfinder:
• **Kaipf, Horst**
89415 Lauingen (DE)
• **Otto, Michael**
89518 Heidenheim (DE)(30) Priorität: **29.09.2004 DE 102004047238**(54) **Auftragsvorrichtung**

(57) Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (1) zum ein- oder beidseitigen Auftragen von flüssigem bis pastösem Auftragsmedium (3) auf eine laufende Papier-, Karton- oder andere Faserstoffbahn (5) bei deren Herstellung oder Veredelung, mit wenigstens einem Auftragsaggregat (4, 4a) und wenigstens einer Walze (2, 2a) zur Stützung der Faserstoffbahn (5) bei direktem Auftrag oder zur Aufnahme und Übertragung des Auftragsmediums auf die Faserstoffbahn (5) bei indirektem Auftrag, wobei die rotierende Walze (2, 2a) an ihren beiden stirnseitigen Enden (6, 6a) jeweils einen Walzenzapfen (7, 7a)

7a) aufweist, der jeweils beabstandet vom stirnseitigen Ende (6, 6a) der Walze (2, 2a) in einem Lagergehäuse (8, 8a) aufgenommen ist, welches wiederum in einem Traggestell (9) der Auftragsvorrichtung (1) abgestützt ist.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass der Bereich des Walzenzapfens (7, 7a) zwischen dem stirnseitigen Ende (6, 6a) der Walze (2, 2a) und dem Lagergehäuse (8, 8a) mit einer Spritzschutzeinrichtung (11, 11a, 11b) abgedeckt ist.

Dadurch lassen sich Verschmutzungen der Umgebung, insbesondere des Bereiches um den Walzenzapfen (7, 7a) vermeiden.

**Fig.3****EP 1 643 034 A1**

(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
8 March 2007 (08.03.2007)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2007/027150 A1

(51) International Patent Classification:

D21H 25/12 (2006.01) *D21H 23/32* (2006.01)
B05C 11/02 (2006.01) *D21H 23/52* (2006.01)
D21H 23/22 (2006.01) *D21H 23/56* (2006.01)

(21) International Application Number:

PCT/SE2006/050305

(22) International Filing Date: 30 August 2006 (30.08.2006)

(25) Filing Language: Swedish

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:

0501910-4 30 August 2005 (30.08.2005) SE

(71) Applicant (for all designated States except US):
MATTSSONFÖRETAGEN I UDDEVALLA AKTIEBOLAG [SE/SE]; Gustaf Mattssons Väg 2, S-451 50 Uddevalla (SE).

(72) Inventors; and

(75) Inventors/Applicants (for US only): **ERIKSSON, Tore** [SE/SE]; Övre Färjan, Stömne, S-671 95 Klässbol (SE).
KARLSSON, Håkan [SE/SE]; Ankargatan 4, S-661 40 Säfte (SE).

(74) Agent: **HYNELL PATENTTJÄNST AKTIEBOLAG**;
Patron Carls väg 2, S-683 40 Hagfors/Uddeholm (SE).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

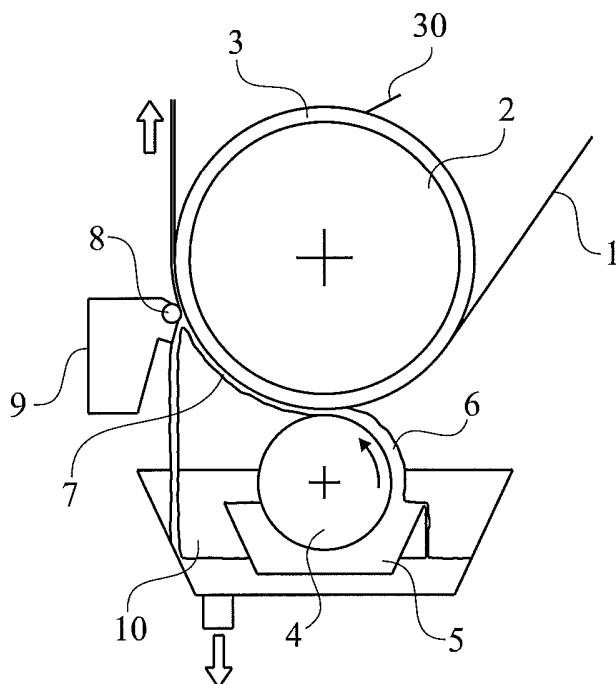
(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

— with international search report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR COATING



(57) Abstract: A dosing device for the application of a coating mix (6) onto a running web, in particular a paper or paperboard web (1), which device comprises a rod (8) that is supported revolvingly over its entire length in a rod cradle (12), and a pressing device (13) acting on the rod cradle and producing a pressure of the rod onto the web (1) and onto the holding-on device (2, 17, 15) of the web, the rod (8) being provided with a wear resistant surface coating (15) with a hardness of about 10 to about 100 according to Shore A. The invention also relates to methods of using said rod, and to said revolving rod.



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204662181 U

(45) 授权公告日 2015. 09. 23

(21) 申请号 201520081089. 9

(22) 申请日 2015. 02. 05

(73) 专利权人 江西弘泰电子信息材料有限公司

地址 344400 江西省抚州市宜黄县六里铺工业园区

(72) 发明人 姜兆宏 罗红 李秋芳 黄丽英

(74) 专利代理机构 南昌新天下专利商标代理有限公司 36115

代理人 胡山

(51) Int. Cl.

D21H 25/08(2006. 01)

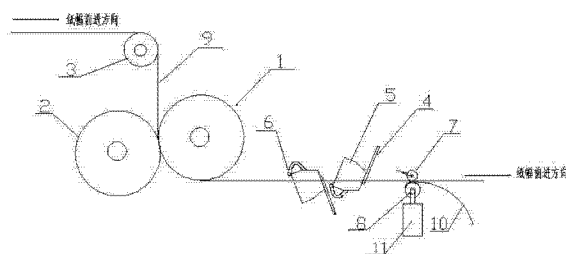
权利要求书1页 说明书2页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种表面施胶纸边辅助装置

(57) 摘要

本实用新型公开了一种表面施胶纸边辅助装置,它包括位于纸幅(9)两边的两套喷刮装置和两套切边装置,喷刮装置包括分别位于纸幅(9)上下两侧的刮板固定架(4)、刮板(5)和高压喷头(6),刮板固定架(4)固定在纸机机架前端,刮板(5)和高压喷头(6)固定在刮板固定架(4)上,刮板(5)和纸幅(9)的纸幅表面边缘紧密接触,所述切边装置设置在喷刮装置的前端,两套切边装置同步运动。本实用新型采用切边装置,把粘带胶液的纸边切掉,从而彻底解决因纸(或纸板)表面施胶时纸幅两边粘带表面施胶液而造成纸面产生胶块的问题。



(19) World Intellectual Property Organization
International Bureau



(43) International Publication Date
27 December 2007 (27.12.2007)

PCT

(10) International Publication Number
WO 2007/147949 A2

(51) International Patent Classification:
D21H 23/56 (2006.01)

(21) International Application Number:
PCT/FI2007/050380

(22) International Filing Date: 20 June 2007 (20.06.2007)

(25) Filing Language: Finnish

(26) Publication Language: English

(30) Priority Data:
U20060275 21 June 2006 (21.06.2006) FI

(71) Applicant (for all designated States except US): **METSO PAPER, INC.** [FI/FI]; Fabianinkatu 9 A, FI-00130 Helsinki (FI).

(72) Inventor; and

(75) Inventor/Applicant (for US only): **KYTÖNEN, Pauli** [FI/FI]; Kuikantie 3, FI-04320 Tuusula (FI).

(74) Agent: **SEPPO LAINE OY**; Itämerenkatu 3 B, FI-00180 Helsinki (FI).

(81) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of national protection available): AE, AG, AL, AM,

AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

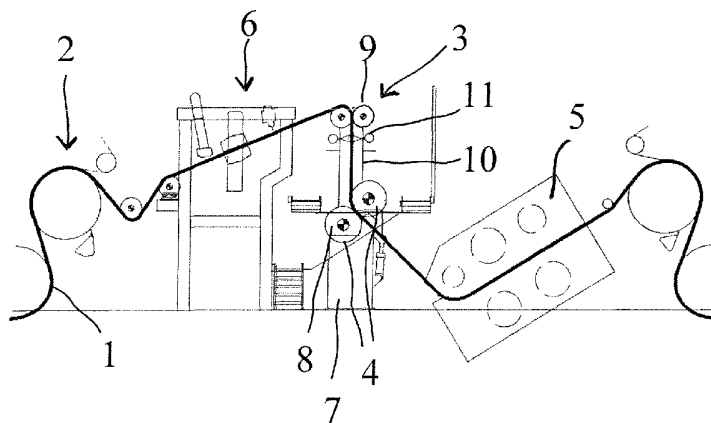
(84) Designated States (unless otherwise indicated, for every kind of regional protection available): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasian (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Published:

— without international search report and to be republished upon receipt of that report

For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.

(54) Title: METHOD AND APPARATUS FOR TREATING A FIBRE WEB



(57) Abstract: In the method, the web (1) to be treated is directed to run from a press nip (8) and treatment mixture is pressed into the web at this nip of rolls (8). The treatment mixture is distributed prior to directing the web into the nip from the spray nozzles to at least one side of the web (1) in such an amount that in the nip the treatment mixture is still wet. The present invention relates to a method and arrangement for treating a fiber web, the arrangement comprising applying a sizing mixture, a coating or the like treatment mixture onto especially board webs. The invention can also be used for paper webs and other corresponding fiber webs. The arrangement comprises at least one press nip (8), means (1) for directing the web (1) into the press nip (8) and means for distributing the wet treatment mixture so that a pool is formed at least between the nip formed by the means (8) forming the nip and the web (1). It further comprises means (20) for measuring the height of the surface of the pool and means for adjusting the height of the surface for controlling the penetration of the treatment material.



WO 2007/147949 A2



УКРАЇНА

(19) UA (11) 65921 (13) U
(51) МПК (2011.01)
B05C 1/00
B05C 11/00
B05C 3/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРЕСОВИЙ КЛЕЇЛЬНИЙ ВАЛ

1

(21) u201102276

(22) 25.02.2011

(24) 26.12.2011

(46) 26.12.2011, Бюл.№ 24, 2011 р.

(72) ГРОБОВЕНКО ЯРОСЛАВ ВІТАЛІЙОВИЧ,
ЗАЙЦЕВ СЕРГІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ(73) ГРОБОВЕНКО ЯРОСЛАВ ВІТАЛІЙОВИЧ,
ЗАЙЦЕВ СЕРГІЙ ВОЛОДИМИРОВИЧ

(57) 1. Клеїльний вал, що входить до клеїльного пресу, який включає сердечник із розміщеними на ньому шарами із еластичного матеріалу з різними модулями пружності кожного шару, який відрізняється тим, що має верхній шар еластичного мате-

2

ріалу та внутрішній, який складається з трьох частин, що мають різну твердість, а саме дві крайні частини мають твердість на 12-25 од. по Шору меншу твердості середньої частини, що приводить до ефективного проклеювання паперового полотна по всій його ширині та економії витрат клею.2. Вал за п.1, який відрізняється тим, що має гвинтовий механізм для його осьового стискання, причому його прижимні кільця 7 взаємодіють з торцевою поверхнею внутрішнього еластичного шару і змінюють зусилля притискання за допомогою гайки 6 регулюються параметри твердості еластичного шару у заданих межах.

Корисна модель належить до пристроїв для поверхневого проклеювання паперового полотна переважно з розширеною зоною пресування і може бути використана в целюлозно-паперовій, текстильній та інших галузях промисловості.

В основу корисної моделі поставлена задача рівномірного тиску пресування і ефективного проклеювання паперового полотна по всій довжині вала для покращення якості продукції.

Відомі патенти клеїльних пресів [1], [2], [3], що відрізняються розміщенням клеїльних валів (горизонтальне або похиле), які складаються з сердечника та сорочки і мають відомий пристрій подачі клею та пристрій притискання валів. Найбільш близьким технічним рішенням є [1]. Цей клеїльний прес містить два горизонтальні клеїльні вали та сприски для клею над кожним валом. У верхній захват валів преса входять паперові полотна і проклеюються після проходження захвату преса. Завдяки горизонтальному розташуванню валів утворюється ванночка клею між валами, крізь яку проходить паперове полотно. Клеїльний прес містить відомий механізм притискання валів, яким регулюється лінійний тиск між валами і тим самим підтримується проклеювання паперового полотна. Але дана конструкція не забезпечує рівномірного розподілу тиску між валами і ефективного прокле-

ювання паперового полотна по всій довжині вала та економії витрат клею.

На Фіг.1 зображений вал, поздовжній розріз;

на Фіг.2 зображений механізм прижиму внутрішнього еластичного шару.

Вал включає сердечник 1, на якому розміщені шари 2 і 3 еластичного матеріалу, в основному резины або поліуретану. Відповідно товщина шару 2 складає 0,1-0,2 діаметра вала, а товщина внутрішнього шару складає 0,2-0,25 діаметра вала. Цей шар виконаний із трьох частин 3,4 та 5 в осьовому напрямку. Дві крайні частини 3 і 5 мають твердість на 12-25 од. по Шору меншу твердості середньої частини. Оскільки величина твердості по Шору прямо пропорційна величині одиниці твердості, то чим більший показник твердості по Шору, тим твердіший шар еластичного матеріалу, тобто частини 3 і 5 м'якші ніж середня частина 4. Довжина частин 3 і 5 виконується рівною 0,2-0,3 довжини еластичного шару, тобто робочої частини L вала.

Необхідні величини твердості частин еластичного шару можуть забезпечуватись послідовним нанесенням і вулканізацією частин, наприклад, спочатку частин 3 і 5, потім частини 4 і в кінці - нанесення та вулканізація шару 2.

Вал працює наступним чином: при контакті даного валу з суміжними проходить деформація

UA (11) 65921 (13) U



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **135188** (13) **U**
(51) МПК (2019.01)
D21F 5/00

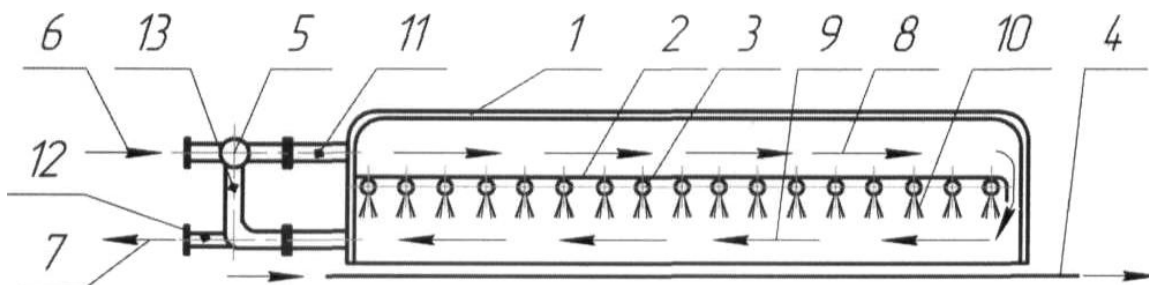
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2018 12423	(72) Винахідник(и): Сюрвасєв Сергій Валерійович (UA), Новохат Олег Анатолійович (UA)
(22) Дата подання заявки: 14.12.2018	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.06.2019	(73) Власник(и): Сюрвасєв Сергій Валерійович, пров. Ковальський, 5, кв. 1-06, м. Київ, 03057 (UA), Новохат Олег Анатолійович, вул. Княжий Затон, 4-а, кв. 110, м. Київ, 02095 (UA)
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.06.2019, Бюл.№ 12	

(54) УСТАНОВКА ІНФРАЧЕРВОНИХ ВИПРОМІНЮВАЧІВ

(57) Реферат:

Установка інфрачервоних випромінювачів містить ковпак з теплоізоляцією, рефлектор, інфрачервоні випромінювачі та розподільний елемент. Зворотна від інфрачервоних випромінювачів поверхня рефлектора та внутрішня поверхня ковпака з теплоізоляцією утворюють канал, замкнутий з одного боку бічної стінки ковпака, за рухом полотна, що сушиться, де знаходиться патрубок для подачі газоподібного носія, а з іншого боку бічної стінки ковпака за рухом полотна, що сушиться, є зазор між рефлектором та бічною стінкою ковпака.



UA 135188 U

Корисна модель належить до обладнання процесів сушіння та призначена для швидкого нагрівання та сушіння волокнистих матеріалів і може бути використана в целюлозно-паперовому, текстильному та хімічному виробництві.

Відомим аналогом є конструкція сушильної секції папероробної машини для сушіння паперу [1], яка складається з сушильних циліндрів та інфрачервоного випромінювача.

Недоліком даної конструкції є те, що сушіння відбувається тільки завдяки вільній конвекції.

Найближчим аналогом до корисної моделі є ковпак швидкісного сушіння [2], який складається з корпусу з закріпленими перегородками, до яких прикріплено пристрої для здійснення процесу сушіння. До перегородок закріплено віддзеркалювач, до якого через ізолятори прикріплені електропровідні шини з затискачами для фіксації ламп інфрачервоного випромінювання, що охолоджуються повітрям, циркулюючим в каналі, створеним віддзеркалювачем і поверхнею лощильного циліндра.

Недоліком даної конструкції є те, що рух повітря під ковпаком здійснюється за рухом полотна.

В основу корисної моделі поставлено задачу збільшення інтенсивності нагрівання полотна волокнистих матеріалів.

Поставлена задача вирішується тим, що наведена конструкція дозволить поєднати конвективне сушіння та радіаційний спосіб сушіння.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, на якому зображено Установку інфрачервоних випромінювачів.

Установка інфрачервоних випромінювачів складається з ковпака з теплоізоляцією 1, рефлектора 2, інфрачервоних випромінювачів 3 та розподільного елемента 5.

Установка інфрачервоних випромінювачів працює наступним чином.

Через патрубок 11 свіже повітря 6 потрапляє під ковпак з теплоізоляцією. Проходячи над нагрітим рефлектором 2 інфрачервоних випромінювачів 3, свіже повітря 6 починає нагріватись, перетворюючись на теплоносії 8, що нагрівається. Далі повністю нагрітий теплоносії 9 проходить над поверхнею проклеєного паперового чи картонного полотна 4, продуваючи його поверхню. Разом з впливом інфрачервоного випромінювання 10 від випромінювачів 3 нагрітий теплоносії 9 забезпечує інтенсивне сушіння полотна 4. Нагрітий теплоносії 9 після проходження над полотном 4 стає охолодженим насиченим вологою повітрям 7, яке видаляється назовні з ковпака 1 через патрубок 12. Є можливість часткового його повернення в ковпак 1 через патрубок 13 Рециркуляція відпрацьованого 7 повітря як сушильного агента дозволить зменшити втрати теплоти з повітрям.

Зазвичай теплота від зворотної сторони інфрачервоних випромінювачів (протилежний від сторони проходження полотна, що сушиться) надходить назовні у вигляді теплових втрат.

В даній конструкції подача газоподібного теплоносія дозволить використати цю теплоту для його нагріву, що збільшить коефіцієнт корисної дії інфрачервоних випромінювачів, та інтенсифікувати процес сушіння.

Наведена конструкція дозволяє поєднати конвективний та радіаційний способи сушіння. Також використання повітря, що нагрівається, від зворотної сторони інфрачервоних випромінювачів дозволить зменшити теплові втрати та інтенсифікувати процес сушіння.

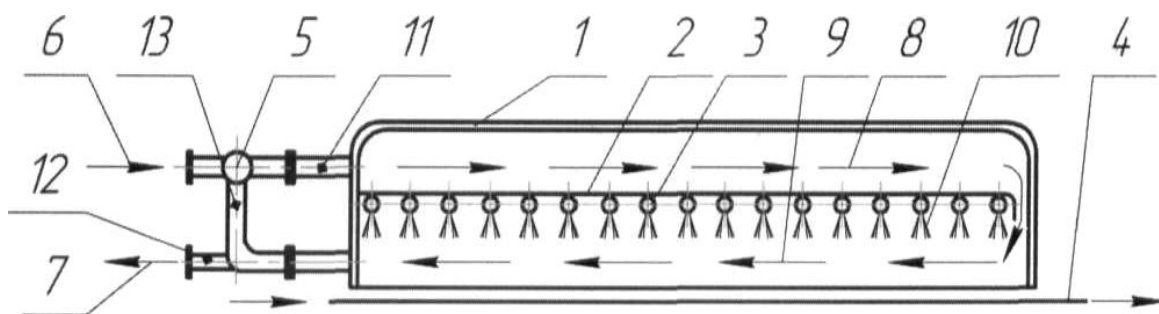
Джерело інформації:

1. Патент № 35068 (UA), МПК D21F 5/00. Сушильна секція / Марчевський Віктор Миколайович, Новохат Олег Анатолійович.

2. Патент № 98553 (UA), МПК D21F 5/00. Ковпак швидкісного сушіння / Марчевський Віктор Миколайович, Ждановський Ігор Миколайович.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Установка інфрачервоних випромінювачів, що містить ковпак з теплоізоляцією, рефлектор, інфрачервоні випромінювачі та розподільний елемент, яка **відрізняється** тим, що зворотна від інфрачервоних випромінювачів поверхня рефлектора та внутрішня поверхня ковпака з теплоізоляцією утворюють канал, замкнутий з одного боку бічної стінки ковпака, за рухом полотна, що сушиться, де знаходиться патрубок для подачі газоподібного носія, а з іншого боку бічної стінки ковпака за рухом полотна, що сушиться, є зазор між рефлектором та бічною стінкою ковпака.



Комп'ютерна верстка Г. Паяльніков

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601

Додаток Е
Публікації автора

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						168
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток Е

Публікації автора

Студента кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв **Лисія Владислава Сергійовича**

1. Lysii V. S. Sizing of cardboard web. / Lysii V. S., Seminskyi O. O. // Збірник тез доповідей XIX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (25-26 листопада 2020 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2020. – с. 195- 198;

2. Lysii V. S. Size Presses. / Lysii V. S., Seminskyi O. O. // Збірник тез доповідей XIX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (25-26 листопада 2020 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2020. – с. 199- 203;

3. Лисій В. С. Варіанти застосування клейових пресів у виробництві картону . / Лисій В. , Семінський О. // Збірник тез доповідей XX міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсоенергозберігаючі технології та обладнання" (28-29 квітня 2021 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. – К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2021. – с. 149-151;

4. Лисій В.С. Клеїльний прес папероробної або картоноробної машинис / Лисій В.С.// The 5 th International scientific and practical conference "Fundamental and applied research in the modern world" (December 16-18, 2020) BoScience Publisher, Boston, USA. 2020. 492-496 p.

5. Владислав Лисій / Вдосконалення конструкції установки клеїльного пресу шляхом встановлення комбінованої секції досушування полотна. Лисій В.С. //Наука онлайн: Міжнародний електронний науковий журнал - 2021. - №4. - <https://nauka-online.com/ua/publications/tehnicheskije-nauki/2021/4/5-4/>.

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						169
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Novokhat O. A., Vozniuk V. T., Hritsiuk H. I., Lysii V. (2021). Determination of kinetic regularities of the process of drying perlite by radiation method. Journal of Engineering Sciences, Vol. 8(1), pp. C11–C17, doi: 10.21272/jes.2021.8(1).c2

					ЛБ91мп.705533.001 ПЗ	Арк.
						170
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

UDC 676.058.1

SIZING OF CARDBOARD WEB

V. Lysii, student;

O. Seminskyi, PhD, Associate Professor, academic supervisor

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

***Анотація.** Обґрунтовано використання паперу та картону як альтернативу полімерам з видобувної сировини. Розглянуто фактори, що впливають на процес проклеювання. Описано види обробки картонного полотна для досягнення заданих властивостей. Зроблений висновок, про застосування плівкового проклеювання та клеїльних пресів типу «Спід-сайзер».*

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КАРТОН, ПОЛОТНО, ПРЕС, ПРОКЛЕЮВАННЯ.

***Abstract.** The use of paper and cardboard as an alternative to polymers from extracted raw materials is substantiated. Factors influencing the sizing process are considered. Describes the types of processing of cardboard to achieve the desired properties. The conclusion was made about the use of film sizing and adhesive presses such as "Speedsizer".*

KEY WORDS: CARDBOARD, PRESS, SIZING, WEB.

Modern problems need modern solutions. One of them, today, is the problem of environmental pollution by polymers: plastic bags, plastic utensils, polymer films and more. In order to prevent a critical disturbance of the ecological balance and provide conditions for healthy life on the planet, many countries are moving to the use of paper and cardboard as environmentally friendly substitutes for polymeric materials. But for a full-fledged replacement of plastic products from extractive raw materials to

UDC 676.024.741

SIZE PRESSES

V. Lysii, student;

O. Seminskyi, PhD, Associate Professor, academic supervisor

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

Анотація

Описано конструкції клеїльних пресів та процес проклеювання паперового і картонного полотна. Розглянуто фактори, що впливають на процес проклеювання. Проаналізовано конструкції клеїльних пресів та їх розвиток. Визначено переваги та недоліки окремих типів конструкцій. Виокремлено типи конструкцій, що відповідають сучасним вимогам виробництва паперу та картону.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: КАРТОН, КЛЕЇЛЬНИЙ ПРЕС, ПАПІР, ПРОКЛЕЮВАННЯ, ПОЛОТНО, СУШИЛЬНА ЧАСТИНА.

Abstract

Designs of size presses and process of sizing of a paper and cardboard web are described. Factors influencing the sizing process are considered. The design and its progress for size presses are analyzed. The advantages and disadvantages of certain types of size presses constructions are identified. The types of constructions that corresponds to modern requirements of paper and cardboard production are singled out.

KEY WORDS: CARDBOARD, SIZE PRESS, PAPER, SIZING, WEB, DRYER SECTION.

ВАРІАНТИ ЗАСТОСУВАННЯ КЛЕЙОВИХ ПРЕСІВ У ВИРОБНИЦТВІ КАРТОНУ

студент Лисій В.; к.т.н., доцент Семінський О.

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Анотація: *Описано варіанти застосування клеїльних пресів. Зазначено способи проклеювання картонного полотна та відмічено деякі особливості їх промислового застосування. Акцентовано увагу на доцільності подальшого розвитку технологій та конструкцій обладнання для виробництва картону, зокрема клеїльних пресів.*

Ключові слова: КАРТОН, КЛЕЙ, ПРЕС, ПРОКЛЕЮВАННЯ, ПОЛОТНО.

Abstract: *Variants of application of size presses are described. Methods of sizing a cardboard web are specified and some features of their industrial application are noted. Emphasis is placed on the feasibility of further development of technologies and designs of equipment for the production of cardboard, in particular size presses.*

Keywords: CARDBOARD, GLUE, PRESS, GLUING, SIZING, CANVAS.

Для надання картонному полотну спеціальних властивостей, а саме підвищення міцності, стійкості, вогнетривкості, вологостійкості, покращення друкарських якостей тощо, використовують клеїльні преси, встановлені в кінці сушильної частини картоноробної машини. Сухість картонного полотна перед обробкою на клеїльному пресі має становити не менше 70 %, а,

КЛЕЇЛЬНИЙ ПРЕС ПАПЕРОРОБНОЇ АБО КАРТОНОРОБНОЇ МАШИНИ

Лисій Владислав Сергійович

студент

Національний технічний

університет України

«Київський політехнічний інститут

імені Ігоря Сікорського»

Анотація: Описано конструкції клеїльних пресів та процес проклеювання паперового і картонного полотна. Обґрунтовано використання паперу та картону як альтернативу полімерам з видобувної сировини. Описано види обробки картонного полотна для досягнення заданих властивостей. Розглянуто фактори, що впливають на процес проклеювання. Проаналізовано конструкції клеїльних пресів та їх розвиток. Визначено переваги та недоліки окремих типів конструкцій. Виокремлено типи конструкцій, що відповідають сучасним вимогам виробництва паперу та картону. Зроблений висновок, про застосування плівкового проклеювання та клеїльних пресів типу «Спід-сайзер».

Ключові слова: картон, клеїльний прес, папір, проклеювання, полотно, сушильна частина.

Клеїльні преси (рис. 1 [1]) використовуються для проклеювання поверхні, фарбування, пігментації, пластифікації, нанесення покривних речовин та надання особливих властивостей паперу або картону. Застосовується при виробництві писальних, друкарських, технічних, мішкових та інших видів паперів, а також тарних картонів з покривними шарами [2-4].

Технические науки

УДК 676.024.741

Лисій Владислав Сергійович

студент

Національного технічного університету України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Лысий Владислав Сергеевич

студент

Национального технического университета Украины

«Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»

Lysii Vladyslav

Student of the

National Technical University of Ukraine

«Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute»

**ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ УСТАНОВКИ КЛЕЇЛЬНОГО
ПРЕСУ ШЛЯХОМ ВСТАНОВЛЕННЯ КОМБІНОВАНОЇ СЕКЦІЇ
ДОСУШУВАННЯ ПОЛОТНА
УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ УСТАНОВКИ
КЛЕИЛЬНОГО ПРЕССА ПУТЕМ УСТАНОВКИ
КОМБИНИРОВАННОЙ СЕКЦИИ ДОСУШИВАНИЯ ПОЛОТНА
IMPROVEMENT OF THE DESIGN OF INSTALLATION OF THE SIZE
PRESS BY INSTALLING A COMBINED SECTION OF WEB DRYING**

Анотація. Наведено пропозицію щодо модернізації установки клеїльного преса паперо- або картоноробної машини шляхом використання досушувальної секції у вигляді комбінованої конструкції, що поєднує принципи радіаційного та конвективного сушіння.



Novokhat O. A., Vozniuk V. T., Hritsiuk H. I., Lysii V. (2021). Determination of kinetic regularities of the process of drying perlite by radiation method. *Journal of Engineering Sciences*, Vol. 8(1), pp. C11–C17, doi: 10.21272/jes.2021.8(1).c2

Determination of Kinetic Regularities of the Process of Drying Perlite by Radiation Method

Novokhat O. A.^{1*}[0000-0002-1198-6675], Vozniuk V. T.², Hritsiuk H. I.¹, Lysii V.¹

¹ National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, 37, Peremohy ave., 03056, Kyiv, Ukraine;

² Archer-Daniels-Midland Company, Spyck GmbH – Werk Straubing, 23, Europaring, 94315, Straubing, Germany

Article info:

Received:

April 2, 2021

The final version received:

June 17, 2021

Accepted for publication:

June 22, 2021

*Corresponding email:

novokhatoleh@gmail.com

Abstract. The actual methods of perlite drying are established. The radiation method of perlite drying is offered. A description of an experimental installation for drying perlite by the radiation method is given. The kinetic regularities of this method are established. Graphical dependences of moisture content on drying time, perlite surface temperature on drying time, and drying speed of perlite on drying time are described. The influence of the initial moisture content of perlite, the value of the heat flux density from the infrared emitter, the thickness of the perlite layer, and the value of the perlite fraction were determined. The analysis on the resulted graphic dependences is made. A drying installation with a combined drying method is proposed. The general conclusions concerning the expediency of a radiation method of drying perlite are made.

Keywords: perlite drying, drying time, radiation drying method, infrared radiation, drying curves.

1 Introduction

Perlite is a rock of volcanic origin used in agriculture, metallurgy, medicine, energy, construction, and other industries.

Perlite by chemical composition is a natural structure of oxides [1]. Depending on the grain size, expanded perlite is divided into the following fractions: fine sand, coarse sand, fine gravel, and coarse gravel.

Bulk materials, including perlite, are dried in drum dryers, in dryers with fluidized beds, vibrating, radiation dryers, and others. However, the most common methods of drying perlite are drying in drum dryers and fluidized bed machines. However, with such drying, there is a large percentage of dusty perlite. Moreover, dust formation can degrade the quality of the final product and complicate cleaning gaseous emissions. Therefore, there is a need to modernize the existing equipment and search for new methods and techniques of drying, which will consume less energy and preserve the granular structure of perlite.

Expanded perlite has found the greatest application. It is obtained by holding in furnaces at certain temperatures [2]. The unique microstructure of expanded perlite has a positive effect on its properties. Expanded perlite is lightweight and is an extremely low bulk density material. Also, expanded perlite has a low thermal conductivity [3]. It has high heat and sound insulation properties and fire

resistance, it is inorganic, chemically inert, and its properties are unchanged over time [4].

A promising method of drying bulk materials is the radiation method. After all, this method does not require active movement of the material and reduces the likelihood of abrasion of the material into dust. Because for intensification of radiation drying a slight blowing and mixing of the bulk material is enough.

It is obvious that the expediency of drying the material by radiation method depends primarily on the ability of the material to absorb infrared radiation and the lack of resistance on the surface of the material for the diffusion of moisture into the environment.

Since there is no data in the literature on the drying of perlite by radiation method, it is advisable to conduct appropriate experimental studies.

Therefore, the aim of the study is to determine the kinetic patterns and basic parameters of the process of drying perlite by radiation method.

The object of research is the process of drying perlite by radiation method.

The subject of the research is the kinetic regularities of the process of drying perlite by radiation method and determination of the main process parameters necessary for intensification of the drying process.

Додаток Ж

**Determination of kinetic regularities of the process
of drying perlite by radiation method.**

Journal of Engineering Sciences

					ЛБ91МП.705533.001 ПЗ	Арк.
						180
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Novokhat O. A., Vozniuk V. T., Hritsiuk H. I., Lysii V. (2021). Determination of kinetic regularities of the process of drying perlite by radiation method. *Journal of Engineering Sciences*, Vol. 8(1), pp. C11–C17, doi: 10.21272/jes.2021.8(1).c2

Determination of Kinetic Regularities of the Process of Drying Perlite by Radiation Method

Novokhat O. A.^{1*}[0000-0002-1198-6675], Vozniuk V. T.², Hritsiuk H. I.¹, Lysii V.¹

¹ National Technical University of Ukraine “Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”, 37, Peremohy ave., 03056, Kyiv, Ukraine;

² Archer-Daniels-Midland Company, Spyck GmbH – Werk Straubing, 23, Europaring, 94315, Straubing, Germany

Article info:

Received:

April 2, 2021

The final version received:

June 17, 2021

Accepted for publication:

June 22, 2021

*Corresponding email:

novokhatoleh@gmail.com

Abstract. The actual methods of perlite drying are established. The radiation method of perlite drying is offered. A description of an experimental installation for drying perlite by the radiation method is given. The kinetic regularities of this method are established. Graphical dependences of moisture content on drying time, perlite surface temperature on drying time, and drying speed of perlite on drying time are described. The influence of the initial moisture content of perlite, the value of the heat flux density from the infrared emitter, the thickness of the perlite layer, and the value of the perlite fraction were determined. The analysis on the resulted graphic dependences is made. A drying installation with a combined drying method is proposed. The general conclusions concerning the expediency of a radiation method of drying perlite are made.

Keywords: perlite drying, drying time, radiation drying method, infrared radiation, drying curves.

1 Introduction

Perlite is a rock of volcanic origin used in agriculture, metallurgy, medicine, energy, construction, and other industries.

Perlite by chemical composition is a natural structure of oxides [1]. Depending on the grain size, expanded perlite is divided into the following fractions: fine sand, coarse sand, fine gravel, and coarse gravel.

Bulk materials, including perlite, are dried in drum dryers, in dryers with fluidized beds, vibrating, radiation dryers, and others. However, the most common methods of drying perlite are drying in drum dryers and fluidized bed machines. However, with such drying, there is a large percentage of dusty perlite. Moreover, dust formation can degrade the quality of the final product and complicate cleaning gaseous emissions. Therefore, there is a need to modernize the existing equipment and search for new methods and techniques of drying, which will consume less energy and preserve the granular structure of perlite.

Expanded perlite has found the greatest application. It is obtained by holding in furnaces at certain temperatures [2]. The unique microstructure of expanded perlite has a positive effect on its properties. Expanded perlite is lightweight and is an extremely low bulk density material. Also, expanded perlite has a low thermal conductivity [3]. It has high heat and sound insulation properties and fire

resistance, it is inorganic, chemically inert, and its properties are unchanged over time [4].

A promising method of drying bulk materials is the radiation method. After all, this method does not require active movement of the material and reduces the likelihood of abrasion of the material into dust. Because for intensification of radiation drying a slight blowing and mixing of the bulk material is enough.

It is obvious that the expediency of drying the material by radiation method depends primarily on the ability of the material to absorb infrared radiation and the lack of resistance on the surface of the material for the diffusion of moisture into the environment.

Since there is no data in the literature on the drying of perlite by radiation method, it is advisable to conduct appropriate experimental studies.

Therefore, the aim of the study is to determine the kinetic patterns and basic parameters of the process of drying perlite by radiation method.

The object of research is the process of drying perlite by radiation method.

The subject of the research is the kinetic regularities of the process of drying perlite by radiation method and determination of the main process parameters necessary for intensification of the drying process.

2 Literature Review

To achieve the required final dryness of perlite, it must be dried. One of the most common methods of drying perlite is drying with a hot gaseous coolant, in particular in a fluidized bed. Therefore, in the literature, there is usually information on the drying of perlite by this method [5].

Scientists have also considered less common methods of drying perlite, for example, using microwaves [6]. However, the kinetic patterns of perlite by the radiation method were not detected.

The radiation method of drying the material is quite common and in some cases is highly effective. Thus, in particular, the radiation drying method is suitable for drying such fibrous materials as paper [7], as well as granular bulk materials, such as zeolite [8]. Therefore, it is expedient to study the kinetic regularities of drying perlite by the radiation method to determine the effectiveness of this method.

The preliminary mathematical modeling of the perlite drying process by the radiation method was described by the authors in the article [9].

3 Research Methodology

3.1 Experimental installation

To study the process of drying perlite by radiation method, an experimental installation was used, shown in Figure 1. This installation allows obtaining sufficient accuracy the results of drying materials by radiation method [10].

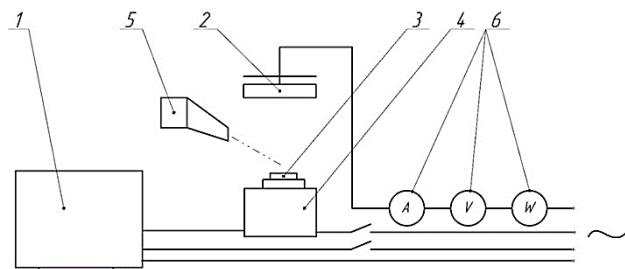


Figure 1 – Scheme of the experimental installation for drying perlite by radiation method: 1 – personal computer (PC); 2 – infrared emitter; 3 – platforms for placing perlite; 4 – electronic scales; 5 – pyrometer; 6 – wattmeter, ammeter, voltmeter

The experimental installation consists of scales that can measure the current weight of the perlite test specimens at a resolution of 1 mg. Mass values with a frequency of 3 times per second are sent to the computer with the ability to record them. Subsequently, the data were processed using Excel software.

The surface temperature of perlite was measured non-contact with a pyrometer. The measurement accuracy – 1 °C.

An electric ceramic infrared emitter was used as a heater. The rated electric power of the heater is 1 kW.

An ammeter and a voltmeter were used to determine the current and voltage. With the help of the obtained values,

the actual value of the electric power of the infrared emitter was obtained.

A reflector is installed on the reverse side to reduce heat loss from the infrared emitter to the environment.

Experimental samples of perlite during the experiment were placed on the vapor-permeable surface of the platforms, which was located on the scales.

3.2 The method of the experiment

Perlite of Ukrainian origin of three different factions was used as experimental samples. The average particle sizes of perlite by fractions were 0.4 mm, 0.7 mm, and 1.3 mm.

Before the experiment, perlite was kept for some time in desiccators. This made it possible to saturate the perlite with moisture to obtain a constant value of moisture content.

Perlite was placed on the vapor-permeable surface evenly without additional sealing.

Before drying, the infrared emitter was kept on until it was fully heated. The final surface temperature of the emitter became constant. Due to this, the heat flow from the surface of the radiator was stabilized.

The change in the magnitude of the heat flux from the infrared emitter to the surface of perlite occurred due to the change in the distance between them. In all cases, the area of the emitter significantly exceeded the area of the prototypes. The values of the heat flux density from the radiator to the perlite surface were about 4 kW/m², 7 kW/m², and 14 kW/m².

The main parameters of the environment were determined using a thermometer and hygrometer.

Before the experiment, the following values were recorded: ambient temperature and humidity, the temperature of the working surface of the infrared emitter, current, and voltage of the electrical network to which the emitter is connected.

During the experiment, the following current values were recorded: perlite mass, perlite surface temperature, time.

The experiments were performed before the onset of a constant value of the perlite mass for some time.

To determine the effect of a particular parameter on perlite's drying kinetics, all other process parameters remained constant.

4 Results

4.1 Experimental kinetic regularities of perlite drying by radiation method

The generalized results of the experimental researches are presented in the form of graphic dependences of moisture content of perlite on drying time $u = f(\tau)$ (drying curves), the surface temperature of perlite from drying time $t = f(\tau)$, and drying speed on moisture content $du/d\tau = f(u)$.

The kinetic regularities of the process of drying perlite by radiation method at different heat flux densities are obtained. The corresponding drying curves are shown in Figure 2.

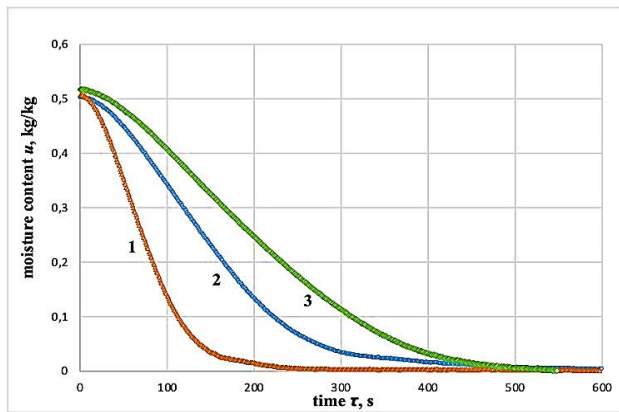


Figure 2 – Graphic dependence of the moisture content of perlite on the drying time at different heat flux densities: 1 – 14 kW/m²; 2 – 7 kW/m²; 3 – 4 kW/m²

The obtained perlite drying curves are similar to the typical drying curves of capillary-porous bodies.

It is established that with increasing the heat flux density, the drying rate of perlite increases, in particular in the heating period and the first period (constant speed period). As a result, the drying time of perlite is reduced. This is due to the increase in the amount of heat released in the volume of perlite. However, the decrease in the time the material reaches equilibrium is not proportional to the increase in heat flux density. In the second period of perlite drying, the intensity of heat supply does not limit the drying rate. This confirms the statement about the inexpediency of overdrying the material. Also, at the end of drying the perlite, it may be advisable to reduce the heat flux or conduct a periodic supply of heat energy.

According to the obtained experimental data, a graphical dependence of the drying rate on the moisture content is constructed (Figure 3).

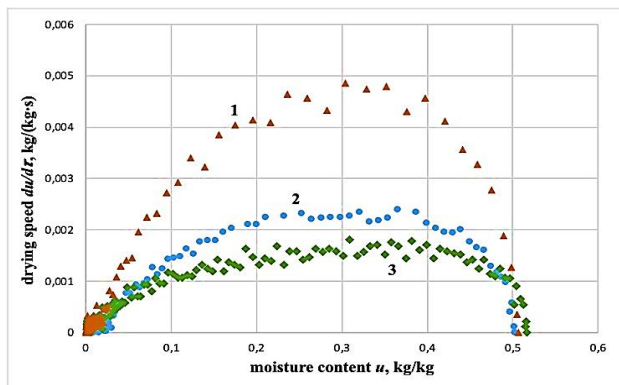


Figure 3 – Graphic dependence of the drying rate of perlite on the moisture content of perlite at different heat flux densities: 1 – 14 kW/m²; 2 – 7 kW/m²; 3 – 4 kW/m²

According to Figure 3, the acceleration of drying during the heating period is more intense at a higher heat flux density. This is due to the faster heating of the material to the temperature of a wet-bulb thermometer.

Also, this graphical dependence confirms the above conclusions on the drying curves.

Graphical dependences of perlite surface temperature at the heat flux density change are constructed (Figure 4).

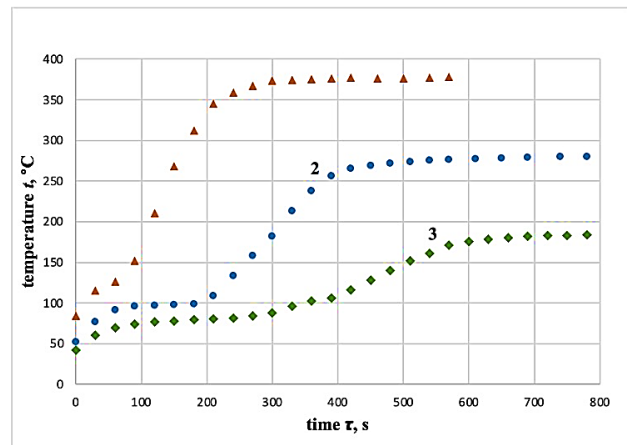


Figure 4 – Graphic dependence of the surface temperature of perlite on the drying time of perlite at different heat flux densities: 1 – 14 kW/m²; 2 – 7 kW/m²; 3 – 4 kW/m²

According to the obtained data with increasing heat flux, the intensity of temperature increase increases during the heating period, the first drying period. In the second period of perlite drying, the intensity of temperature rise occurs until the moisture content of perlite approaches the equilibrium value.

Also, with increasing the heat flux density, the temperature of the first drying period and the equilibrium temperature of perlite increase.

At small values of heat density (4 kW/m² and 8 kW/m²) flow, the surface temperature of perlite in the first drying period is close to constant. However, when the heat flux density increases to 14 kW/m², an increase in temperature can be observed in the first period of perlite drying. This indicates that under such conditions, the drying rate is not limited by the rate of supply of heat to the perlite.

The influence of the initial moisture content of perlite on the drying kinetics was also established.

Figure 5 shows the graphical dependence of the moisture content of perlite on the drying time.

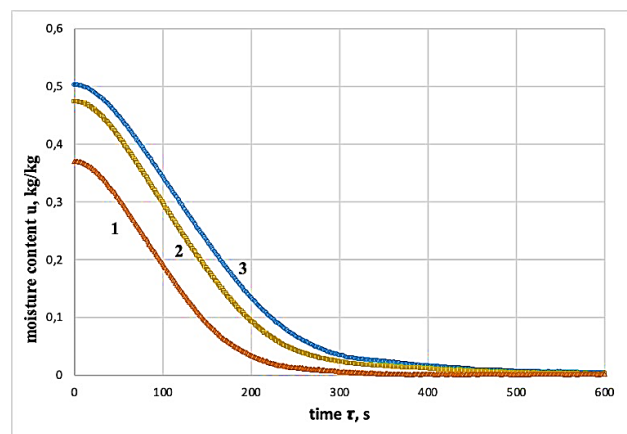


Figure 5 – Graphical dependence of the moisture content of perlite on the drying time at different initial moisture content: 1 – 0,37 kg/kg; 2 – 0,47 kg/kg; 3 – 0,5 kg/kg

The drying curves of perlite in the heating period and the first drying period are parallel. This indicates that the

drying rate of perlite does not depend on the initial moisture content.

With the increasing value of the initial moisture content, the amount of moisture in the material increases. This increases the drying time of perlite. However, in the second period of drying perlite, a phenomenon is observed when for perlite with lower moisture content, the drying time decreases disproportionately. This is due to the removal of adsorption-bound moisture.

Graphical dependences of the drying rate on the moisture content with changes in the initial moisture content are shown in Figure 6.

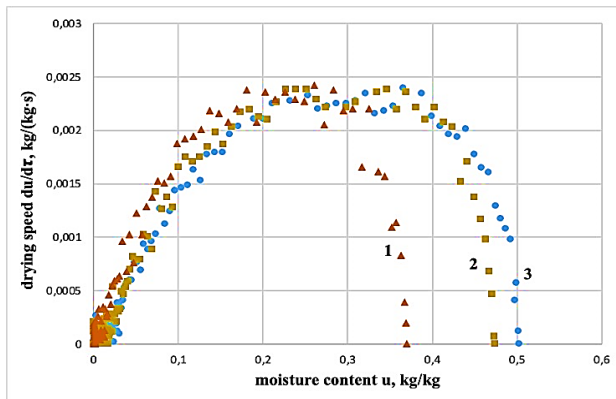


Figure 6 – Graphic dependence of the drying rate of perlite on the moisture content of perlite at different initial moisture content: 1 – 0.37 kg/kg; 2 – 0.47 kg/kg; 3 – 0.50 kg/kg

The obtained graphical dependencies (Figure 6) are parallel between the heating and the first drying periods. This indicates the exact nature of the drying process in these periods.

Graphical dependences of perlite surface temperature on drying time at different initial moisture content are constructed (Figure 7).

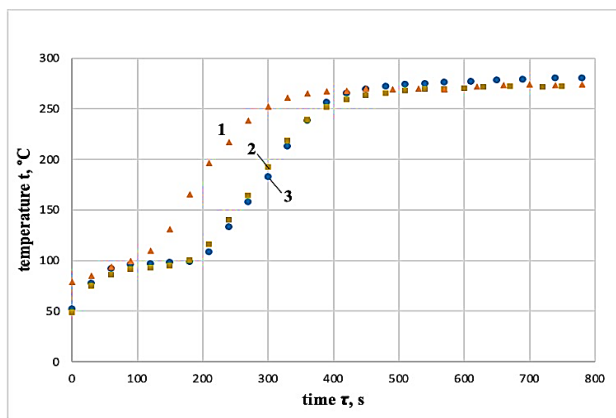


Figure 7 – Graphical dependence of the drying rate of perlite on the moisture content of perlite at different initial moisture content: 1 – 0.37 kg/kg; 2 – 0.47 kg/kg; 3 – 0.50 kg/kg

The influence of the initial moisture content on the temperature by drying periods and the intensity of temperature rise was not detected. Thus, the temperature of the first drying period and the equilibrium temperature

of perlite are the same for different initial moisture content. And the graphical dependences at the beginning of the second period of perlite drying are parallel.

The influence of the thickness of the perlite layer on the kinetic regularities of its drying was also established.

Graphical dependences of the moisture content of perlite on the drying time for different thicknesses of the perlite layer are shown in Figure 8.

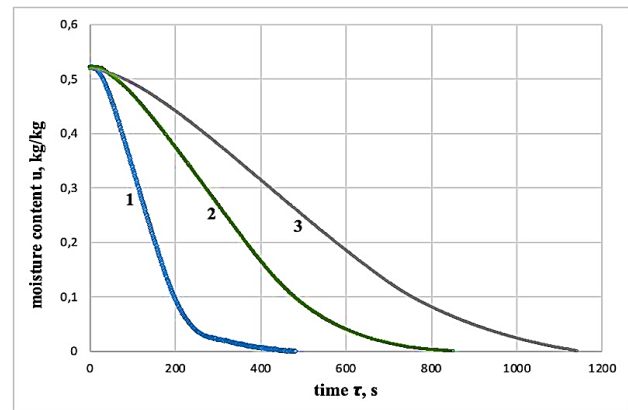


Figure 8 – Graphical dependence of the moisture content of perlite on the drying time at different thicknesses of the perlite layer: 1 – 1.5 mm; 2 – 3.0 mm; 3 – 5.5 mm

As the thickness of the perlite layer increases, the amount of moisture in it increases. The distance for the passage of moisture from the lower layers of perlite to the surface and hydraulic resistance also increases. And at the same heat flux density, its share concerning the total mass of perlite decreases. All this leads to a decrease in the intensity of moisture removal from perlite (drying rate) and, accordingly, increases perlite's heating and drying time.

The drying curves confirm this in Figure 8 and the dependence of the drying rate on the moisture content (Figure 9). Obviously, with increasing the layer of perlite, the drying rate decreases, particularly in the heating periods and the first period. Accordingly, as the thickness of the perlite layer increases, the total drying time increases.

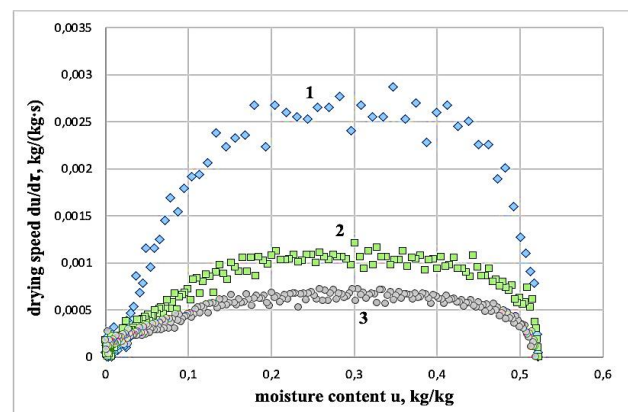


Figure 9 – Graphical dependence of the drying rate of perlite on the moisture content at different thicknesses of the perlite layer: 1 – 1.5 mm; 2 – 3.0 mm; 3 – 5.5 mm

As the thickness of the perlite layer increases, a slight increase in the temperature of the first drying period can be observed (Figure 10).

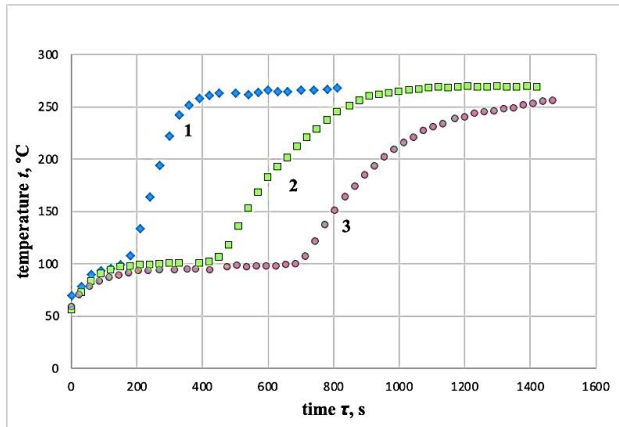


Figure 10 – Graphic dependence of the temperature of the perlite surface on the drying time for different thicknesses of the perlite layer: 1 – 1.5 mm; 2 – 3.0 mm; 3 – 5.5 mm

Also, an increase in the thickness of the perlite layer leads to a lower intensity of temperature rise at the beginning of the second drying period. This can be caused by faster heating of the inner layers of perlite at its insignificant thickness. This leads to a decrease in the thermal gradient and, accordingly, the amount of heat transferred into the material by thermal conductivity.

Experiments were also conducted to determine the effect of perlite particle size (fraction size) on the drying intensity. During the experiment, the perlite layer was made as minimal as possible.

Drying curves for different fractions are shown in Figure 11.

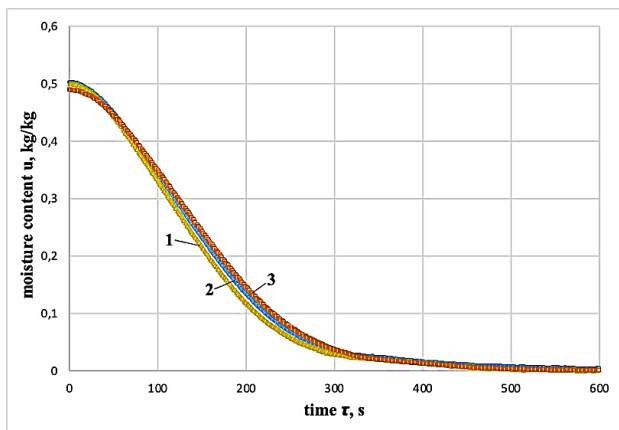


Figure 11 – Graphic dependence of the moisture content of perlite on the drying time for different fractions (particle size) and the minimum layer: 1 – fraction No. 2 (0.4 mm); 2 – fraction No. 1 (0.7 mm); 3 – fraction No. 3 (1.3 mm)

Since the fractions have different particle sizes of perlite, and the experiment was performed with the minimum possible layer of perlite, the size is effective. The layer of perlite was also different. As the perlite layer increases, as previously found, the drying rate decreases.

However, as the particle size increases, the porosity will be greater. In this case, the hydraulic resistance for the passage of surface moisture from particles and vapor to the surface decreases. There is a counteraction of various factors that simultaneously affect the intensity of drying in different ways.

Figure 11 shows that the drying curves almost overlap. A slight discrepancy can be caused by both the error of the experiment and various influences of factors.

Due to the dependence of the drying rate on the moisture content, no trend was found (Figure 12).

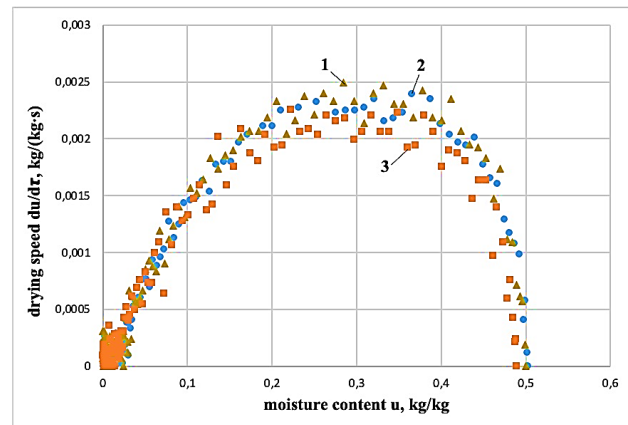


Figure 12 – Graphic dependence of the drying rate of perlite on the moisture content for different fractions (particle size) and the minimum layer: 1 – fraction No. 2 (0.4 mm); 2 – fraction No. 1 (0.7 mm); 3 – fraction No. 3 (1.3 mm)

As can be seen from Figure 13, the average speeds have almost no difference.

A similar situation is observed with the dependence of the surface temperature of perlite on the drying time (Figure 13).

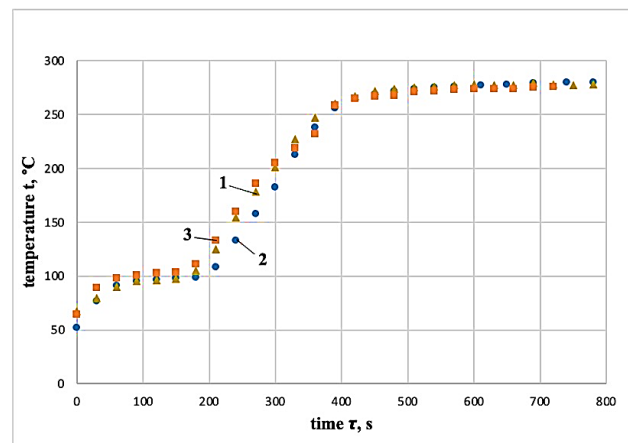


Figure 13 – Graphic dependence of the temperature of the perlite surface on the drying time for different fractions (particle size) and the minimum layer: 1 – fraction No. 2 (0.4 mm); 2 – fraction No. 1 (0.7 mm); 3 – fraction No. 3 (1.3 mm)

4.2 Design development

Based on the analysis of experimental data, the design scheme of a dryer for drying perlite was proposed (Figure 14).

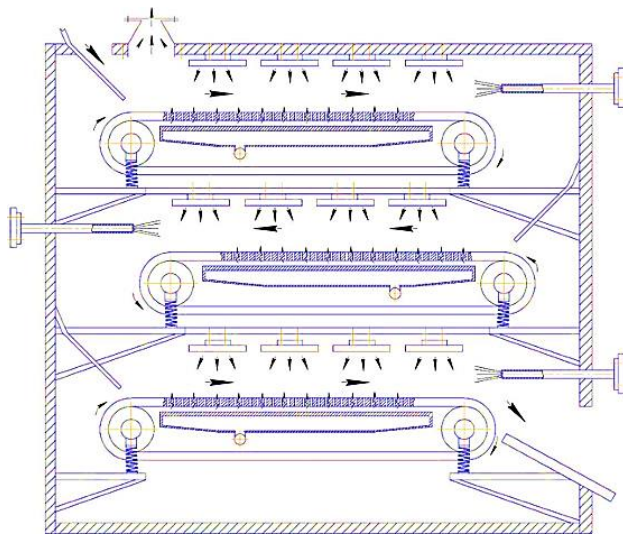


Figure 14 – The design scheme of the developed dryer

This dryer combines radiation, filtration, and convective drying methods. For additional intensification of drying due to active renewal of the drying surface, perlite vibrates during pouring and spills from belt to belt.

The dryer works as follows. Perlite enters the belt dryer with the perforated belt. Above the belt are infrared emitters aimed at it (radiation component of drying).

At the bottom of the perforated belt with perlite is fed hot gaseous coolant passing through them. Thus, filtration drying of perlite is realized.

Above the surface of the perlite, the countercurrent is blowing hot gaseous coolant. This increases the heat load on the perlite and helps to remove moist air from the drying area. This makes it possible to implement the convective component of drying.

This dryer may have a system of partial recirculation of a hot gaseous coolant to reduce heat loss.

To intensify drying, the belt dryer is mounted with a vibratory drive, which increases the oscillations of perlite and its mixing. Perlite is also mixed during pouring from one belt to another. In addition, it reduces the overall length of the dryer.

5 Conclusions

The kinetic regularities of the process of drying perlite by the radiation method are similar to the regularities of drying of capillary-porous bodies.

During the heating period, the drying rate and the temperature of the perlite surface increase. In the first period, the drying rate is constant and maximum. The temperature is also constant at low heat flux. However, with a significant increase in the heat flux, the drying process ceases to be limited by the speed of heat supply to perlite. Therefore, the excess heat is absorbed by perlite, and its temperature begins to rise.

In the second drying period, the drying rate of perlite begins to decrease sharply, and then the intensity of the decrease in moisture content decreases. At the beginning of the second period of perlite drying, the surface temperature begins to increase sharply, and then the intensity of temperature increase decreases.

At equilibrium, the value of the final moisture content and the surface temperature remains unchanged. And during the experiment, while drying, the values of temperature and moisture content can fluctuate amplitude within the error of the experiment.

The analysis of experimental data showed that in the period of heating and the first period of perlite drying, it is expedient to increase the value of heat flux to the surface of perlite. This will increase the intensity of moisture removal and reduce the drying time. However, in the second period of drying perlite, the increase in heat flux to a lesser extent affects the intensity of moisture removal. Therefore, it may be appropriate in the second drying period of perlite to reduce the heat flux or use intermittent drying.

Also, with increasing the heat flux, the temperature of perlite can increase significantly, particularly in the second drying period. This can degrade the qualitative indicators of perlite.

The obtained kinetic regularities of the process of drying perlite by radiation method make it possible to assess the nature of the process, which is necessary when choosing the method of drying and design of the drying installation.

In general, the study of drying perlite by radiation method has shown that it is effective. It has been suggested that this method of drying perlite can be intensified by combining it with active mixing of perlite and blowing hot coolant over its surface. Also promising is the study of perlite drying combining radiation and filtration drying methods.

References

1. Demirçivi, P., Gülhayat N. S. (2018). Comparative study of modified expanded perlite with hexadecyltrimethylammonium-bromide and gallic acid for boron adsorption. *Journal of Molecular Liquids*, Vol. 254, pp. 383–390, doi: 10.1016/j.molliq.2018.01.116.
2. Alekseeva, L. V. (2014). Features of energy-saving technology to produce expanded perlite for complex application in construction. *Building Materials and Products*, Vol. 4, pp. 52–55. Available online: http://nbuv.gov.ua/UJRN/smii_2014_4_24.

3. Ağbulut, Ü. (2018). Mathematical calculation and experimental investigation of expanded perlite based heat insulation materials' thermal conductivity values. *Journal of Thermal Engineering*, Vol. 4(5), pp. 2274-2286, doi:10.18186/thermal.438482.
4. Angelopoulos, P. M., Maliachova, C., Papakonstantinou, K. K., Taxiarchou, M., Diplas, S. (2016). Structural and physical characteristics of fine perlite expanded with a novel method in a vertical electric furnace. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy*, Vol. 125(2), pp. 71–80, doi: 10.1080/03719553.2016.1156244.
5. Stepanyuk, A. R., Donets, O. Ye., Griffen, Yu. O, Malyuga, A. S. (2010). Modeling of the process of obtaining expanded perlite. *ONAFTs' Scientific Journals*, Vol. 37, pp. 143–145.
6. Skubic, B., Lakner, M., Plazl, I. (2015). Microwave drying of expanded perlite insulation board. *Industrial and Engineering Chemistry Research*, Vol. 51(8), pp. 3314–3321, doi: 10.1021/ie201790w.
7. Marchevsky, V., Novokhat, O. (2015). Kinetics of corrugated board flute drying with the use of infrared radiation. *The Advanced Science Journal*, Vol. 6, pp. 69–72.
8. Marchevsky, V., Novokhat, O., & Margarian, A. (2018). Analysis of the research results of the zeolite drying process. *Technology Audit and Production Reserves*, Vol. 1(3(45), pp. 21–23, doi:10.15587/2312-8372.2019.163361.
9. Novokhat O., Hrytsyuk G. (2019). Modeling of the perlite drying process by radiation method. *Scientific Letters of Academic Society of Michal Baludansky*, Vol. 7(6B), pp. 28–31.
10. Karvatskii A., Marchevsky V., Novokhat O. (2017). Numerical modelling of physical fields in the process of drying of paper for corrugating by the infrared radiation. *Eastern-Europen Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 2/5(86), pp. 14–22.