

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

Галузь знань 14 Електрична інженерія

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма Електропобутова техніка

## Розробка прасувальної машини для білизни

Шифр БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Виконав студент  
4 курсу група ЕТ-21-1

  
Підпис

Душа О. О.  
Ініціали, прізвище

Керівник

  
Підпис, дата

к.т.н., доцент Коротич  
О. О.  
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

  
Підпис, дата

к.т.н., доц. Тимошук О.  
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:  
Зав. кафедри МАЕЕС

  
Підпис, дата

к.т.н., доц. Неймак В.С.  
Ініціали, прізвище

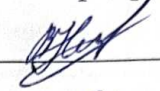
05 06 2025 р.

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем  
Освітній рівень бакалавр  
Галузь знань 14 Електрична інженерія  
Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»  
Освітня програма Електропобутова техніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАЕЕС

  
\_\_\_\_\_

05. 06 .2025 р.

## З А В Д А Н Н Я НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ Душа Олексій Олексійович Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Розробка прасувальної машини для білизни

Керівник роботи Коротич О.О к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом ректора університету від 7 02 2025 р. № 23

2. Строк подання студентом роботи на кафедру 05.06.2025

3. Вихідні дані до роботи: технологічні та технічні характеристики прасувальних машин

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Огляд і аналіз технологічних процесів прасування одягу і білизни та технічних рішень прасувального обладнання 2. Розробка конструкції прасувальної машини для білизни.

3. Конструкторсько-технологічні розрахунки прасувальної машини, що підтверджують працездатність її роботи.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень)

Аркуш 1. Аналіз обладнання для прасування одягу і білизни. Документ оглядовий. (A1). Аркуш 2 Прасувальна машина. Вид загальний. Аркуш 3, 4 Розроблена прасувальна машина. Складальне креслення.

(A1). Аркуш 5. Привод валка прасувальної машини. Складальне креслення.

(A1). Аркуш 6. Башмак. Вид загальний. (A1).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

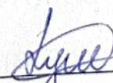
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання \_\_\_ 15.02.25 р. \_\_\_\_\_

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Огляд і аналіз технологічних процесів та прасувального обладнання	05.04.25 р.	
2. Розробка схем і конструкції прасувальної машини.	20.05.25 р.	
3. Конструкторсько-технологічні розрахунки прасувальної машини, що підтверджують працездатність її роботи.	10.05.25 р.	
4. Виконання графічного матеріалу.	30.05.25 р.	
5. Оформлення пояснювальної записки.	05.06.25 р.	

Студент

  
Підпис

Душа О.О.  
Ініціали, прізвище

Керівник роботи

  
Підпис

Коротич О.О.  
Ініціали, прізвище

## АНОТАЦІЯ

до бакалаврської роботи студента  
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

1. Прізвище, ім'я та по батькові Душа Олексій Олексійович
2. Тема бакалаврської роботи Розробка побутової прасувальної машини для білизни
3. Прізвище, ініціали, вчена ступінь та звання рецензента \_\_\_\_\_

4. Об'єм бакалаврської роботи: креслень 5 арк., сторінок записки 63

5. Мета цієї роботи полягає в удосконаленні побутової прасувальної машини шляхом поліпшення її технічних, енергетичних та економічних параметрів.

У роботі описується розробка та реалізація конструкції побутової прасувальної машини для білизни.

В розрахунково-пояснювальній записці наведено всі необхідні розробки, а також розділи, що відповідають встановленим вимогам.

У першому розділі ми розглянули історію розвитку прасувальних машин і як вони вдосконалювались з часом і на основі цього зробили таблицю порівняльної характеристики прасувальних машин різних поколінь. Після цього ми розглянули особливості конструкції прасувальних машин і які в них вимоги до вузлів. Також ми взнали яка класифікація у різних типів прасувальних машин і для чого кожен тип машин призначається.

У другому розділі ми описали будову і принцип роботи прасувальної машини, яку ми розробили. А саме ми описали принцип роботи схеми регулятора частоти обертання валка і електричної принципової схеми прасувальної машини. Завдяки чому ми змогли розробити схеми технологічного процесу волого-теплової обробки тканини.

У третьому розділі ми зробили розрахунки, які підтверджують роботу нашої прасувальної машини. А саме розрахунок нагрівального елемента та теплових параметрів, розрахунок механічних характеристик приводу та розрахунок параметрів вентиляційного приводу. Також ми зробили аналіз енергоспоживання та продуктивності і аналіз енергоспоживання та продуктивності прасування. Крім цього ми вказали розрахункові механічні характеристики приводу прасувальної машини.

Підпис студента 

«05» 06 2025 р.

### РІШЕННЯ ЕК

Протокол 5 від «25» 06 2025 р.

Оцінка проекту ЕК 3,5/10

Рекомендації ЕК -

Особливі відмітки -

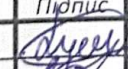

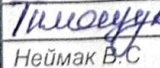

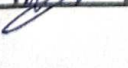
Технічний секретар 

«25» 06 2025 р.

## ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП.....	5
1 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРАСУВАННЯ.....	8
1.1. Історія розвитку прасувальних пристроїв .....	8
Таблиця 1.1. Порівняльна характеристика типів прасувальних машин..	9
1.2 Огляд конструкцій прасувальних машин та вимоги до їх вузлів....	11
1.3 Класифікація та призначення прасувальних машин .....	23
Таблиця 1.2.Класифікація прасувальних машин за основними ознаками.....	27
1.4 Огляд сучасного обладнання та технологій прасування.....	30
Таблиця 1.3. Порівняльна характеристика сучасного прасувального обладнання.....	34
Висновки до першого розділу.....	37
2. РОЗРОБКА МАШИНИ ДЛЯ ПРАСУВАННЯ БІЛИЗНИ .....	36
2.1 Опис будови і принципу роботи розробленої прасувальної машини	36
2.2 Опис роботи і схема регулятора частоти обертання валка.....	41
2.3 Опис електричної принципової схеми прасувальної машини.....	43
2.4 Розробка схеми технологічного процесу волого–теплової обробки тканини .....	44
Висновки до другого розділу.....	50
3. РОЗРАХУНКИ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ПРАСУВАЛЬНОЇ МАШИНИ .....	51
3.1. Розрахунок нагрівального елемента та теплових параметрів .....	51
3.2. Розрахунок механічних характеристик приводу .....	51

*БРМА 25.00.00.000 ПЗ*

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Душа О. О.			<i>Розробка машини для прасування білизни</i>	Літ.	Арк.	Аркушів
Перев.		Коротич О.О.				4		
Н. контр.					<i>ХНУ. Гр. ET-21-1</i>			
Затв.		Неймак В.С.						

3.3. Аналіз енергоспоживання та продуктивності.....	54
Висновки до третього розділу.....	59
ВИСНОВКИ .....	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	60

## ДОДАТКИ

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

## ВСТУП

У сучасних умовах стрімкого розвитку промислових технологій і зростаючих вимог до якості побутових і професійних приладів особливої актуальності набуває створення ефективного, надійного та ергономічного обладнання для обробки текстильних матеріалів. Одним із важливих напрямів у цій галузі є розробка прасувальних машин, які широко застосовуються як у побуті, так і в індустрії гостинності, хімчистках, пральнях, швейних підприємствах тощо. Високий попит на обладнання такого типу обумовлений прагненням до автоматизації процесів прасування, підвищення продуктивності праці та покращення якості кінцевої продукції.

Актуальність даної дипломної роботи зумовлена необхідністю вдосконалення конструкцій прасувальних машин, оптимізації їхніх робочих параметрів і підвищення ефективності експлуатації. Існуючі зразки обладнання часто мають недоліки, пов'язані з низькою енергоефективністю, обмеженою функціональністю або складністю обслуговування. Тому проектування нової моделі прасувальної машини або вдосконалення конструкції вже наявної є важливим технічним завданням, спрямованим на підвищення ефективності виробничих процесів у сфері обробки тканин.

Метою дипломної роботи є проектування та інженерне обґрунтування прасувальної машини з урахуванням сучасних вимог до технологічного обладнання, зокрема – енергоефективності, надійності, безпеки експлуатації, ергономіки та відповідності сучасним стандартам машинобудування. Під час виконання роботи особливу увагу приділено розробці технічної документації, креслень, обґрунтуванню конструктивних елементів, а також розрахункам навантажень і енергоспоживання.

Об'єктом дослідження у дипломному проєкті є технологічний процес прасування текстильних матеріалів у промислових умовах, а предметом до-

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

слідження – конструкція та технічні характеристики прасувальної машини, що забезпечують стабільну, якісну та безпечну роботу обладнання.

Завданням даної дипломної роботи є:

1. Проаналізувати сучасний стан розвитку прасувальних машин і виявити основні тенденції в їх конструктивних рішеннях.
2. Дослідити технічні характеристики та функціональні можливості існуючих аналогів прасувального обладнання.
3. Визначити вимоги до нової моделі прасувальної машини відповідно до сучасних стандартів та умов експлуатації.
4. Розробити конструктивну схему прасувальної машини з урахуванням ергономіки, безпеки та енергоефективності.
5. Виконати інженерні розрахунки основних вузлів і деталей машини (механічні, теплові, динамічні тощо).
6. Розробити креслення відповідно до вимог ЄСКД, включаючи схеми, загальний вигляд, вузли.
7. Провести вибір матеріалів та стандартних комплектуючих для виготовлення прасувальної машини.
8. Розробити рекомендації щодо експлуатації, технічного обслуговування та безпечної роботи обладнання.
9. Сформулювати загальні висновки щодо результатів виконаної роботи.

Методологія дослідження базується на використанні комплексного підходу, який включає аналіз літературних джерел з тематики машинобудування, комп'ютерне моделювання вузлів і механізмів, виконання розрахунків міцності та теплових режимів, порівняльну оцінку аналогічного обладнання, а також використання стандартів і нормативної документації для проектування технічних пристроїв.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Значна увага приділяється також методам графічного зображення та виконання конструкторської документації згідно з вимогами ЄСКД, що є невід'ємною частиною дипломного проєкту.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

# 1 ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПРАСУВАННЯ

## 1.1. Історія розвитку прасувальних пристроїв

Історія розвитку прасувальних пристроїв є невід'ємною частиною загального прогресу в галузі побутової техніки та машинобудування, адже потреба в обробці тканин і наданні їм охайного вигляду існує з найдавніших часів. Перші згадки про засоби для прасування з'являються ще в античні часи. У Стародавній Греції та Римі використовували камені або гладкі шматки металу, якими розгладжували тканину. Ці засоби були примітивними, не мали нагрівального елемента, але вже тоді відображали розуміння важливості акуратного зовнішнього вигляду одягу.

У середньовіччі прасування тканини набуло більшої систематичності, особливо серед заможних верств населення. З'явилися перші праски у вигляді чавунних або бронзових пластин з ручкою, які нагрівалися на відкритому вогні. Процес був складним і трудомістким, адже праска швидко остигала, а сам контакт із гарячим металом був небезпечним. Для підтримки температури часто використовували кілька прасок одночасно, чергуючи їх у процесі прасування [1].

Справжнім проривом у розвитку прасувальних пристроїв став ХІХ століття. З розвитком промислової революції з'явилися перші моделі прасок, які працювали на вугіллі або гарячій воді, що дозволяло довше утримувати температуру. Але найбільш визначною віхою стало винайдення електричної праски. У 1882 році американський винахідник Генрі Сілі запатентував першу електропраску, яка працювала за допомогою нагрівального елемента. Хоча вона була досить важкою та громіздкою, саме цей винахід заклав основу для подальшої еволюції прасувальних пристроїв.

У ХХ столітті електричні праски зазнали значних удосконалень. Зменшились їх габарити, зросла енергоефективність і безпека використання. Було

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

*БРМА 25.00.00.000 ПЗ*

запроваджено систему регулювання температури, що дозволило обробляти різні типи тканин без ризику їх пошкодження. З'явилися моделі з функцією відпарювання, що значно покращило якість прасування і дало змогу обробляти делікатні матеріали.

Розвиток промислового прасувального обладнання паралельно йшов у напрямі автоматизації та підвищення продуктивності. У швейній та текстильній промисловості стали широко застосовуватись прасувальні столи з вакуумною вентиляцією, пари-вакуумні системи, а також роторні та валові прасувальні машини. Такі пристрої дозволяли одночасно обробляти великі об'єми тканини або готового одягу, скорочуючи час технологічного процесу та забезпечуючи високу якість виробів. [1]

Сучасні прасувальні машини — це високотехнологічне обладнання, оснащене мікропроцесорними системами керування, автоматичним регулюванням температури та вологості, функціями самоочищення, захистом від перегріву та інтелектуальними сенсорами. У деяких моделях використовується роботизована подача тканини або одягу, що практично усуває необхідність ручної праці. У таблиці 1.1 ми порівнюємо характеристику різних типів прасувальних машин.

Таблиця 1.1. Порівняльна характеристика типів прасувальних машин

Параметр	Побутова праска	Напівпромислова прасувальна машина	Промислова валова машина
Потужність, Вт	1200–2400	3000–6000	7000–15000
Джерело нагріву	Електронагрівач	Пароелектричне нагрівання	Подача насиченої пари
Швидкість прасування, м/хв	до 0,5	до 1	2–5

Продовження таблиці 1.1

Температура нагріву, °С	100–240	120–250	до 300
Автоматизація	Відсутня	Часткова	Повна
Застосування	Побутове	Малий бізнес, пральні	Швейна промисловість, готелі
Рівень енергоспоживання	Низький	Середній	Високий
Безпека використання	Середній	Підвищений	Високий

Сучасний етап розвитку прасувальних машин передбачає активне впровадження цифрових технологій у їхню конструкцію та функціонування. Автоматизовані системи керування дозволяють точно контролювати режими нагріву, подачу пари, час циклу обробки, що суттєво покращує якість прасування і знижує вплив людського фактора. Застосування сенсорних панелей, програмованих мікроконтролерів та датчиків вологості й температури забезпечує високий ступінь адаптації обладнання до специфіки тканин, що обробляються, та до умов експлуатації [2].

Також значною мірою увага приділяється екологічному аспекту роботи прасувальних машин. Удосконалення теплоізоляційних систем, впровадження енергоощадних режимів, можливість повторного використання пари — усе це сприяє зниженню споживання електроенергії та зменшенню викидів вуглецю, що робить сучасні пристрої більш сталими з погляду довкілля. Паралельно з цим спостерігається тенденція до інтеграції прасувальних машин у виробничі лінії з централізованим управлінням, що дозволяє ефективно контролювати великий обсяг обробки текстильних виробів та зменшити втрати часу на кожному з етапів технологічного процесу.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Варто зазначити, що розвиток конструкції прасувальних машин тісно пов'язаний з ергономічними вимогами, адже зручність у користуванні безпосередньо впливає на продуктивність працівника. Виробники прагнуть створювати машини з оптимальною висотою робочої поверхні, мінімальним рівнем шуму, простим інтерфейсом керування та зменшеною масою рухомих частин. Це дозволяє знизити фізичне навантаження на оператора та мінімізувати ризики виробничого травматизму.[2]

Аналіз історичного розвитку прасувальних пристроїв демонструє поступове, але стабільне вдосконалення технічних характеристик, що відповідає зміні запитів суспільства, розвитку матеріалознавства, електроніки, автоматизації та вимог до енергоефективності. Цей процес триває, і подальші інженерні рішення повинні забезпечувати не лише вищу ефективність і надійність, а й відповідати принципам сталого розвитку, цифровізації та адаптивності до умов конкретного виробництва або побутового використання.

## 1.2 Огляд конструкцій прасувальних машин та вимоги до їх вузлів

Особливої ваги набуває дослідження конструкційних особливостей прасувальних машин та пошук оптимальних рішень, які дозволять досягти балансу між технічною досконалістю, економічною доцільністю та практичною ефективністю. Конструктори повинні враховувати не лише функціональність і продуктивність обладнання, а й питання його довговічності, ремонтпридатності, зручності в експлуатації та адаптації до потреб конкретного користувача або виробництва. Саме тому в рамках інженерних проєктів, присвячених створенню нових моделей прасувальних машин, важливо здійснювати комплексний аналіз – від історичного розвитку та огляду аналогів до технічних розрахунків і проєктування деталей та вузлів.

Сучасні вимоги до конструкцій прасувальних машин визначаються не лише потребами користувачів, а й нормативно-технічною базою, яка регла-

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ментує безпечність, енергоефективність, рівень шуму, механічну стійкість і відповідність обладнання санітарно-гігієнічним нормам. Успішне проектування таких машин передбачає інтеграцію знань з опору матеріалів, деталей машин, теплотехніки, електротехніки та автоматизації. Особлива увага приділяється розробці вузлів, які забезпечують рівномірний нагрів робочої поверхні, регульовану подачу пари, контроль тиску на тканину, а також стійкість конструкції до термічних та механічних навантажень [3].

Не менш важливим є питання дизайну й ергономіки, адже прасувальна машина повинна бути інтуїтивно зрозумілою у керуванні, доступною для обслуговування і технічного контролю. Додаткові функції, такі як автоматичне відключення, таймер, захист від перегріву чи блокування при аварійних режимах, суттєво підвищують конкурентоспроможність обладнання на ринку. Це вимагає не тільки технічного мислення, але й вміння враховувати потреби кінцевого користувача у процесі проектування. Розробка прасувальної машини є складним і багатоетапним інженерним процесом, що поєднує аналітичне мислення, технічну компетентність, знання сучасних технологій та глибоке розуміння вимог до кінцевого продукту.

Результатом цього процесу має стати пристрій, який відповідає викликам часу, задовольняє функціональні потреби споживача, є безпечним, ефективним, надійним у роботі та простим в обслуговуванні. Саме таке цілісне бачення формує основу для реалізації даної дипломної роботи, метою якої є створення технічно обґрунтованої та перспективної конструкції прасувальної машини. Конструкційні особливості сучасних прасувальних машин відіграють ключову роль у забезпеченні їх ефективної та надійної роботи, особливо в умовах промислового використання, де від обладнання очікується висока продуктивність, тривалий термін служби та стабільна якість обробки тканин.[3]

Однією з найважливіших складових конструкції є нагрівальний елемент, який повинен забезпечувати рівномірне прогрівання всієї робочої по-

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

верхні. У сучасних моделях застосовуються високоефективні електро-нагрівальні елементи з термостійких матеріалів, які швидко досягають необхідної температури та здатні тривалий час її підтримувати без значних коливань. Завдяки впровадженню електронних систем керування нагрівом, стало можливим не лише автоматично регулювати температуру в залежності від типу тканини, а й забезпечувати захист від перегріву та перевантажень.

Особливу увагу в конструкції приділено системам подачі пари, оскільки саме пар є ключовим фактором у розгладжуванні волокон тканини без їх пошкодження.

У промислових прасувальних машинах зазвичай використовуються пароелектричні або парогенераторні системи, які дозволяють створювати насичену пару під високим тиском. Така пара глибоко проникає у структуру тканини, забезпечуючи швидке та ефективне прасування. Важливим конструкційним рішенням є розміщення системи подачі пари безпосередньо під робочою поверхнею або в окремому блоці, що дозволяє досягати стабільного та рівномірного розподілу пари.[3]

Ще одним елементом конструкції є система автоматизації. Сучасні прасувальні машини оснащені мікропроцесорними модулями, які забезпечують програмування режимів прасування, моніторинг температури, вологості, тривалості циклу, а також інтеграцію з іншими елементами виробничої лінії. Завдяки сенсорним елементам, датчикам тиску, температури та вологості, машина здатна адаптувати свою роботу до конкретних умов, автоматично вносити корективи, зменшувати енергоспоживання та запобігати пошкодженню матеріалу. Така автоматизація значно зменшує залежність процесу від людського фактора та підвищує стабільність результатів. Конструкція прасувальних машин також передбачає ергономічну форму корпусу, оптимальне розміщення органів керування, систему вентиляції та відведення пари. У великих промислових моделях часто застосовуються вакуумні столи, які притя-

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

гують тканину до поверхні, полегшуючи її фіксацію та підвищуючи ефективність впливу пари та тиску.

Матеріали, що використовуються у виготовленні корпусу та внутрішніх вузлів, повинні мати високу термостійкість, стійкість до корозії, низьку теплопровідність для уникнення втрат тепла, а також бути достатньо легкими для спрощення переміщення та обслуговування машини.

Окрім технічних характеристик, аспектом конструкційної досконалості прасувальних машин є забезпечення стабільності в умовах тривалого циклу роботи. Високий рівень механічної міцності окремих вузлів, таких як підшипникові опори, механізми притискання або подачі тканини, гарантує довговічність і мінімізацію простоїв на виробництві. Це особливо важливо у швейних цехах і пральнях, де обладнання працює безперервно впродовж кількох змін. У таких умовах кожна конструктивна деталь має витримувати не лише значні температурні й механічні навантаження, а й постійне зволоження та конденсацію пари, що вимагає застосування спеціальних антикорозійних покриттів та високоякісних ущільнень.[3]

Сучасна конструкція прасувальної машини передбачає також продумане розташування сервісних зон, що забезпечує зручний доступ до вузлів для технічного обслуговування, очищення або заміни. Це суттєво скорочує час на проведення профілактичних заходів і ремонту, сприяє підвищенню загальної ефективності виробництва.

Крім того, застосування модульної конструкції дозволяє швидко адаптувати машину до нових виробничих потреб, замінюючи або вдосконалюючи окремі її частини без необхідності повної заміни обладнання. Особливої уваги заслуговує система безпеки, вбудована в конструкцію прасувальних машин. Це комплексний набір технічних рішень, що передбачає аварійне відключення при перегріванні, блокування роботи у разі відсутності пари або води, виявлення несправностей у роботі електроніки та подача відповідних сигналів оператору.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Такий підхід гарантує не лише захист обладнання, а й безпеку працівника, що є критично важливим чинником у промислових умовах. Проектування прасувальної машини, яка відповідала б потребам конкретного користувача або виробничого середовища, вимагає глибокого аналізу як технічних, так і ергономічних вимог.[3]

Передусім слід враховувати тип і обсяг продукції, яка підлягає обробці, що безпосередньо впливає на вибір потужності нагрівального елемента, швидкість подачі пари, площу робочої поверхні, а також рівень автоматизації. Наприклад, у побутових умовах прасувальна машина повинна бути компактною, енергоощадною, простою у використанні, тоді як у промислових масштабах пріоритетними стають потужність, надійність, швидкодія та можливість інтеграції в існуючі виробничі лінії.

Технічні параметри обладнання повинні гарантувати його стабільну роботу протягом тривалого часу без втрати продуктивності. Це включає точний контроль температури, стабільну подачу пари, стійкість до термічних навантажень і мінімальне споживання енергії. Важливо також, щоб прасувальна машина могла швидко адаптуватися до зміни умов експлуатації — наприклад, працювати з різними типами тканин або автоматично змінювати налаштування в залежності від запрограмованого режиму. Ця гнучкість є визначальною рисою сучасного обладнання, яке повинне не лише виконувати одну задачу, а й реагувати на зміну виробничих запитів. З іншого боку, не менш важливими є вимоги до ергономіки, адже зручність користування машиною безпосередньо впливає на ефективність праці та здоров'я оператора.[3]

Висота робочої поверхні, розташування органів керування, доступність основних функцій, зручність огляду та освітлення — усі ці чинники повинні враховуватись на етапі проектування. Якщо працівник вимушений працювати у незручній позі, з надмірним фізичним навантаженням або в умовах не-

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

достатнього контролю над процесом, це не тільки знижує продуктивність, але й підвищує ризик професійних захворювань і травм.

Значну роль відіграє також безпека експлуатації прасувальної машини. Сучасні нормативні вимоги передбачають оснащення обладнання захистом від перегріву, автоматичним вимкненням у разі простою, системами блокування при виникненні небезпечних режимів.

Надійна ізоляція електричних компонентів, термостійкі матеріали корпусу та наявність системи аварійного відключення — усе це створює додатковий рівень захисту для користувача. У побутових умовах особливо важливою є простота обслуговування: зручність очищення, заміни фільтрів або поповнення резервуару для води.[3]

З огляду на все вищезазначене, проектування прасувальної машини — це не лише розрахунок технічних параметрів, а й створення пристрою, який буде інтуїтивно зрозумілим, комфортним і безпечним у щоденній експлуатації. Тільки врахування балансу між технічними характеристиками та людським фактором дозволяє створити конкурентоспроможний продукт, який буде ефективно працювати у конкретному середовищі — чи то у великому швейному цеху, чи в оселі звичайного користувача. Відтак, доцільність інженерного рішення визначається не лише його складністю, а й відповідністю реальним потребам і очікуванням людини, яка цим пристроєм користуватиметься.

У цьому контексті важливо розуміти, що кожен елемент конструкції має відповідати не лише технічним стандартам, а й психологічним особливостям взаємодії людини з технікою. Наприклад, надмірно складний інтерфейс керування або нечітке візуальне відображення режимів роботи можуть спричинити помилки під час експлуатації, що, у свою чергу, вплине на якість готової продукції та рівень безпеки. Саме тому в сучасному проектуванні прасувальних машин усе частіше застосовуються принципи когнітивної ергономіки, які враховують сприйняття, мислення та реакцію користувача.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Простий і логічно організований інтерфейс, доступність інструкцій, візуальні та звукові сигнали про стан машини — усе це сприяє швидшому навчанню персоналу та зменшує час на адаптацію до нової техніки.

Крім того, адаптація конструкції до умов навколишнього середовища також відіграє важливу роль. Наприклад, для невеликих пралень або ательє важливо, щоб обладнання не займало багато місця, мало можливість мобільного переміщення або демонтажу окремих вузлів.[3]

У промислових умовах, де паралельно працює кілька одиниць техніки, особливо актуальною є питання шумоізоляції та вентиляції, що забезпечують комфортні умови праці та зменшують навантаження на органи слуху та дихання.

Зараз ми розглянемо різні типи прасувальних машин, їхні плюси і мінуси, а також характеристики. В першу чергу давайте розглянемо прасувальні столи з парогенератором (рис 1.1).



Рис.1.1. Прасувальні столи (робочі станції) з парогенератором [4]

Прасувальні столи представляють собою професійні робочі станції, призначені для високоякісного прасування фасонних виробів та делікатних

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тканин. Ці установки поєднують в собі функціональність звичайної прасувальної дошки з потужними промисловими можливостями.

Міцна металева станина з регулюванням висоти від 80 до 105 см забезпечує ергономічну роботу для оператора різного зросту. Конструкція виконана з високоміцної сталі з антикорозійним покриттям. [4]

Прасувальна поверхня розміром 120×45 см (стандарт) або 150×50 см (подовжена версія) покрита спеціальним термостійким матеріалом NOMEX з перфорацією для ефективного відведення пари. Поверхня нагрівається до температури 80-120°C за рахунок вбудованих нагрівальних елементів потужністю 1,5-2 кВт.[4]

Вбудований вентилятор потужністю 155-250 Вт створює розрідження для ефективного відведення пари та фіксації тканини на поверхні. Продуктивність системи відсмоктування становить 180-225 м<sup>3</sup>/год. Вбудований парогенератор ємністю 8-14 літрів забезпечує безперервну подачу пари під тиском 3-4,5 бар. Потужність парогенератора 3-6 кВт дозволяє отримувати до 4-6 кг пари на годину.[4]

Технічні характеристики:

- Габарити: 1505×700×1403 мм (Д×Ш×В)
- Маса: 85-115 кг
- Загальна потужність: 4,3-8 кВт
- Напруга живлення: 380В, 50Гц
- Продуктивність: 40-58 виробів/годину
- Температурний діапазон: 75-180°C
- Рівень шуму: не більше 69 дБ

Прасувальні столи забезпечують високоякісне прасування сорочок, блузок, легких суконь, дитячого одягу та інших фасонних виробів, які не можуть бути оброблені на пресах або катках.

Прасувальні преси являють собою потужне обладнання для швидкого та ефективного прасування великих обсягів плоских та напівфасонних виро-

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

бів. Принцип роботи заснований на комбінації високої температури, тиску та пари.

Два металеві плити (верхня рухома та нижня стаціонарна) розміром від 60×80 см до 120×100 см створюють робочу зону для прасування. Верхня плита приводиться в дію пневматичним або гідравлічним циліндром, що забезпечує зусилля притискання 45-80 кг/см<sup>2</sup>. Кожна плита обладнана електричними нагрівальними елементами загальною потужністю 8-15 кВт. Температура регулюється в діапазоні 120-200°C з точністю ±5°C завдяки цифровому контролеру з ПД-регулюванням.

Промислові прасувальні преси створені для того, щоб прасувати різні типи тканин і білизни шляхом стиснення між прасувальними плитами і пропарювання (рис 1.2).



Рис.1.2. Промислові прасувальні преси [5]

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інтегрований парогенератор потужністю 6-12 кВт забезпечує подачу насиченої пари під тиском 4-6 бар. Пара подається через перфоровані отвори в нижній плиті з можливістю регулювання інтенсивності. Дворучне керування, світловий бар'єр, захисні екрани та аварійна кнопка "стоп" забезпечують максимальну безпеку оператора. Автоматичне відключення при відкритій кришці більше 15 хвилин або закритій більше 30 секунд.[5]

Технічні характеристики:

- Розмір плит: 80×120 см (стандарт)
- Габарити: 1805×1200×1645 мм
- Маса: 445-650 кг
- Потужність нагріву: 12,5-18 кВт
- Потужність парогенератора: 8-12 кВт
- Робочий тиск: 6-8 бар
- Час циклу: 9-15 секунд
- Продуктивність: 150-290 виробів/годину

Промислові преси незамінні для пралень з великим потоком білизни, готелів, лікарень та промислових підприємств. Вони ефективно обробляють постільну білизну, рушники, скатертини, халати, уніформу та інші вироби прямокутної форми.

Прасувальні катки і каландри представляють собою найбільш продуктивне обладнання для прасування плоскої білизни. Вони працюють за принципом пропускання зволоженої білизни між нагрітим металевим валом і притискним ременем (рис 1.3).

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис1.3. Прасувальні катки та каландри [6]

Основний робочий елемент - полірований сталевий циліндр діаметром 600-800 мм і довжиною від 1600 до 3210 мм. Вал нагрівається внутрішніми ТЕНами або газовими пальниками до температури 155-200°C. Металевий притискний вал або стрічка NOMEX забезпечує рівномірний притиск по всій довжині валу. Тиск регулюється пневматичною або механічною системою в діапазоні 50-150 кг/см.[6]

Автоматична система подачі білизни включає направляючі ролики, датчики товщини та швидкості, що забезпечують рівномірне та безпечно проходження матеріалу. Електродвигун потужністю 2-5 кВт з частотним регулюванням забезпечує плавне регулювання швидкості від 1 до 8 м/хв залежно від типу тканини та ступеня зволоження.[6]

Одновальний каток (малий):

- Діаметр валу: 320-395 мм
- Довжина валу: 1605-2010 мм
- Габарити: 2205×800×1200 мм
- Потужність: 8-12 кВт

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Продуктивність: 60-120 кг/год

Каландр промисловий:

- Діаметр валу: 605-800 мм
- Довжина валу: 2510-3200 мм
- Габарити: 4020×1500×1605 мм
- Маса: 1180-2500 кг
- Потужність: 19-35 кВт
- Продуктивність: 200-480 кг/год

Катки та каландри є основним обладнанням великих пралень, готельних комплексів, лікарень та промислових підприємств з великим обсягом плоскої білизни. Вони забезпечують високу продуктивність при обробці простирадл, наволочок, рушників, скатертин та іншої плоскої білизни.

Пароманекени являють собою спеціалізоване обладнання для автоматичного прасування верхнього одягу складної форми. Вони імітують форму людського тулуба та дозволяють відпрасовувати одяг зсередини за рахунок подачі пари та повітря (рис 1.4).



Рис.1.4. Пароманекени (парові форми) [7]

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основа пароманекена - це надувна форма, що повторює контури людського торсу. Форма виготовлена з термостійкого матеріалу, здатного витримувати температуру до 150°C. Розміри можуть регулюватися для різних розмірів одягу (від S до XXL).[7]

Вбудований нагрівач потужністю 2-3 кВт підігріває повітря до температури 60-100°C. Гаряче повітря подається всередину форми, створюючи тиск та розправляючи складки. Окремий парогенератор ємністю 10-20 літрів та потужністю 4-6 кВт забезпечує подачу пари під тиском 2-3 бар. Пара подається через перфоровані отвори в поверхні форми.[7]

Мікропроцесорний контролер дозволяє програмувати різні режими роботи залежно від типу тканини: температуру, тривалість циклу, інтенсивність подачі пари.

Технічні характеристики:

- Габарити форми: 505×400×1210 мм (Ш×Г×В)
- Загальні габарити: 805×600×1810 мм
- Маса: 43-65 кг
- Потужність нагрівача: 2-3 кВт
- Потужність парогенератора: 4-6 кВт
- Робочий тиск: 2-4 бар
- Час циклу: 3-7 хвилин
- Продуктивність: 15-24 виробів/годину

Пароманекени ідеально підходять для ательє, бутиків, готелів преміум-класу та хімчисток, що спеціалізуються на обробці дорогого одягу. Вони забезпечують високоякісне прасування піджаків, жакетів, сорочок, блузок, легких пальто та іншого верхнього одягу без ризику пошкодження.

Сучасні універсальні прасувальні системи поєднують переваги кількох типів обладнання, забезпечуючи максимальну функціональність та ефективність для різних типів текстильних виробів.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Робоча поверхня розміром 140×50 см обладнана системою нагріву, піддування та відсмоктування. Три незалежні зони (основна, бокова та кінцева) можуть працювати в різних режимах одночасно. Потужний вентилятор створює повітряну подушку, що дозволяє легко позиціонувати та переміщувати тканину по поверхні. Інтенсивність піддування регулюється плавно від 0 до 100%. [7]

Незалежна система вакуумного відсмоктування забезпечує надійну фіксацію тканини та ефективне відведення пари. Потужність системи - 300-400 м<sup>3</sup>/год. Парогенератор ємністю 12-18 літрів з нагрівальними елементами потужністю 6-9 кВт забезпечує безперервну подачу сухої пари під тиском до 5 бар. Сенсорна панель управління з кольоровим дисплеєм дозволяє зберігати до 20 програм для різних типів тканин. Автоматичне регулювання всіх параметрів залежно від обраної програми. [7]

Універсальні прасувальні системи ідеально підходять для середніх та великих пралень, готелів, медичних установ та промислових підприємств, де необхідно обробляти різноманітні типи текстильних виробів з високою якістю та продуктивністю (рис 1.5).



Рис.1.5. Універсальні прасувальні системи з активним столом [8]

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Технічні характеристики:

- Розмір робочої поверхні: 1410×500 мм
- Загальні габарити: 1605×800×1105 мм
- Маса: 155-200 кг
- Загальна потужність: 8-12 кВт
- Потужність парогенератора: 6-9 кВт
- Продуктивність вентилятора: 400 м<sup>3</sup>/год
- Робочий тиск пари: 3-5 бар
- Кількість програм: до 20
- Продуктивність: 50-75 виробів/годину

Переваги системи:

1. Універсальність - обробка різних типів виробів на одному робочому місці

2. Енергоефективність - зональне керування зменшує споживання енергії на 25-30%

3. Ергономічність - регулювання висоти та нахилу робочої поверхні

4. Автоматизація - програмне керування мінімізує вплив людського фактора

5. Продуктивність - висока швидкість обробки при збереженні якості

Універсальні прасувальні системи ідеально підходять для середніх та великих пралень, готелів, медичних установ та промислових підприємств, де необхідно обробляти різноманітні типи текстильних виробів з високою якістю та продуктивністю.

Вибір конкретного типу прасувального обладнання залежить від специфіки виробництва, обсягів білизни, типу оброблюваних виробів та бюджету підприємства. Сучасні промислові прасувальні машини забезпечують високу якість обробки, енергоефективність та довговічність при правильній експлуатації та обслуговуванні.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 1.3 Класифікація та призначення прасувальних машин

Класифікація прасувальних машин здійснюється за низкою ознак, які визначають їх конструктивні особливості, функціональне призначення, спосіб нагріву та рівень автоматизації. Насамперед, варто звернути увагу на поділ за сферою використання. Відповідно до цього критерію, прасувальні машини бувають побутовими, напівпромисловими та промисловими. Побутові моделі призначені для індивідуального користування в домашніх умовах, вони компактні, прості в керуванні, мають обмежену потужність і функціональність, але повністю відповідають вимогам щоденного використання в родинях. Напівпромислові машини, у свою чергу, поєднують характеристики побутових і промислових пристроїв: вони мають вищу продуктивність, надійніші вузли та розширений функціонал, що дозволяє ефективно використовувати їх у пральнях малого масштабу, готелях або ательє. Промислові прасувальні машини є найпотужнішими та найбільш автоматизованими. Вони забезпечують високий рівень продуктивності й використовуються на швейних фабриках, в готельно-ресторанному бізнесі, у великих пральнях і на підприємствах легкої промисловості [9].

З огляду на принцип дії, прасувальні машини можуть бути паровими, електричними або комбінованими. Парові машини здійснюють обробку тканини насиченою парою, що забезпечує глибоке проникнення в структуру волокон і ефективне розгладження навіть складних складок. Електричні машини нагрівають поверхню за допомогою електронагрівальних елементів, що дозволяє точно регулювати температуру. Комбіновані моделі об'єднують обидві технології, що робить їх універсальними для роботи з різними типами тканин. Такі машини особливо затребувані в умовах промислового виробництва.

Класифікація також передбачає поділ за конструктивними ознаками: прасувальні столи, валові машини, роторні установки, прасувальні преси

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

тощо. Прасувальні столи є найбільш універсальними пристроями, часто оснащуються вакуумною вентиляцією, підігрівом і подачею пари. Валові машини — це спеціалізоване обладнання з циліндричним нагрівальним елементом, навколо якого прокручується тканина або готовий виріб. Вони ідеально підходять для прасування постільної білизни, рушників, скатертин та інших великоформатних текстильних виробів. Роторні машини мають обертовий механізм, який дозволяє здійснювати безперервний цикл прасування, що значно підвищує продуктивність. Преси, як правило, використовуються для фіксованого притиснення тканини між двома нагрівальними поверхнями, що забезпечує високий тиск і рівномірне розгладження.

За рівнем автоматизації прасувальні машини поділяють на ручні, напівавтоматичні та автоматичні. Ручні моделі вимагають безпосередньої участі оператора у всіх етапах процесу. Напівавтоматичні забезпечують автоматизацію окремих функцій, таких як подача пари або регулювання температури. Автоматичні системи здатні самостійно виконувати всі операції за заданими параметрами, що значно підвищує ефективність праці й зменшує витрати часу та енергії [10].

Призначення прасувальних машин полягає у наданні виробам з текстильних матеріалів належного зовнішнього вигляду шляхом усунення складок, зморшок та інших деформацій, які виникають у процесі виробництва, прання чи транспортування. Окрім цього, прасування сприяє фіксації швів, заглаженню кантів, створенню складок на виробих відповідно до конструктивних особливостей одягу. У багатьох випадках термічна обробка під час прасування є завершальним етапом технологічного процесу виготовлення одягу, тому якість цього процесу безпосередньо впливає на сприйняття товару споживачем. У професійному середовищі прасувальні машини також відіграють роль у формуванні естетичних властивостей продукції, створенні привабливого товарного вигляду, що є критично важливим для галузей моди,

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

готельного та ресторанного бізнесу, де кожна деталь інтер'єру чи вбрання має відповідати високим стандартам якості та охайності.

В умовах сучасного виробництва важливо не лише правильно обрати тип прасувальної машини, а й грамотно інтегрувати її в загальну технологічну лінію, враховуючи специфіку виробів, тип матеріалів та обсяги обробки. Наприклад, у швейному цеху, де виготовляється легкий одяг із делікатних тканин, необхідне обладнання з точним температурним контролем і можливістю регулювання пари, що дозволяє уникнути пошкодження волокон. Натомість у прально-прасувальному комплексі, який обслуговує готелі або лікарні, основний акцент робиться на високій продуктивності, надійності та здатності обробляти великі обсяги білизни за короткий проміжок часу. Технічна інтеграція прасувальних машин повинна враховувати також питання енергоощадності та автоматизації процесу.[10]

Чимало сучасних моделей підтримують підключення до систем обліку енергоспоживання, мають елементи програмованого керування, здатні адаптуватися до режиму роботи в реальному часі. Такий підхід дозволяє не лише оптимізувати витрати підприємства, але й забезпечити стабільну якість обслуговування, зменшити залежність від людського чинника та підвищити загальний технологічний рівень виробництва.

Окрему увагу слід приділити вимогам до технічного обслуговування прасувальних машин. Незалежно від класу чи рівня автоматизації, будь-яке обладнання потребує періодичних профілактичних оглядів, перевірки нагрівальних елементів, очищення системи подачі пари, заміни ущільнювачів, а також калібрування датчиків і регуляторів.

Правильне технічне обслуговування не лише продовжує строк експлуатації машини, а й запобігає аварійним ситуаціям, що особливо важливо в умовах інтенсивного використання.

У практичному аспекті функціональність прасувальних машин дедалі більше орієнтована на комфорт користувача. Це проявляється у використанні

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ергономічних панелей керування, тихих приводів, функцій автоматичного знеструмлення при тривалому простої, а також у зменшенні шуму і вібрації під час роботи. Усе це створює більш сприятливі умови праці, що особливо важливо в умовах тривалого змінного навантаження на працівників у швейній або сервісній індустрії. У підсумку, класифікація та призначення прасувальних машин є ключовими орієнтирами для інженерів, технологів і підприємців, які прагнуть підвищити ефективність обробки текстильних виробів. Вибір оптимального типу обладнання та його відповідне налаштування — це не лише питання технічного рішення, а й стратегічного підходу до забезпечення якості продукції, конкурентоспроможності бізнесу та сталого розвитку виробництва загалом [11].

Зараз ми розглянемо класифікацію прасувальних машин за основними ознаками (табл 1.2).

Таблиця 1.2. Класифікація прасувальних машин за основними ознаками

Критерій класифікації	Типи / Варіанти	Характеристики / Особливості
Сфера застосування	Побутові	Призначені для домашнього використання, низька потужність, просте керування
	Напівпромислові	Використовуються в малому бізнесі, ательє, готелях, середня потужність і продуктивність
	Промислові	Висока продуктивність, автоматизація, великі обсяги прасування, швейні фабрики
<i>Продовження таблиці 1.2.</i>		
Принцип дії	Електричні	Нагрів за допомогою ТЕНів, мож-

		ливість точного контролю температури
	Парові	Обробка тканини насиченою парою, ефективно розгладження складок
	Комбіновані	Поєднання електричного нагріву з подачею пари
Конструктивне виконання	Прасувальні столи	Наявність вакууму, підігріву, пари, універсальні у використанні
	Валові машини	Циліндрична форма, ідеальні для постільної білизни
	Роторні машини	Безперервний процес прасування, висока швидкість
	Прасувальні преси	Притискання тканини між нагрівальними поверхнями
Рівень автоматизації	Ручні	Повністю керуються оператором
	Напівавтоматичні	Автоматизовані окремі функції
	Автоматичні	Повна автоматизація процесу

Розуміння класифікації прасувальних машин дає змогу не лише обрати відповідний тип обладнання для конкретного технологічного процесу, а й оцінити потенціал його адаптації до змін у виробництві або сервісі. З розвитком технологій та зростанням вимог до якості обслуговування користувачів виникає необхідність постійного оновлення машинного парку, впровадження більш гнучких і ефективних рішень, які можуть швидко реагувати на зміну обсягів виробництва, типів виробів і матеріалів. Однією з важливих тенденцій сьогодення є перехід від стандартних універсальних машин до вузькоспеціалізованих моделей, які точно налаштовані на обробку певного типу текстилю або конкретного виду одягу. Наприклад, прасувальні машини, призна-

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

чені для костюмів, сорочок або постільної білизни, значно відрізняються за конструкцією, типом подачі пари, площею нагрівальних поверхонь та інтенсивністю тиску. Це дозволяє досягти максимальної ефективності та зберегти властивості тканин, що є особливо важливим у роботі з делікатними або дорогими матеріалами [12].

Крім того, сучасні прасувальні машини усе частіше інтегруються у виробничі лінії за принципом безперервного потоку, де прасування є лише одним із етапів після прання, сушіння та складання. Це вимагає синхронізації робочих режимів, точного контролю параметрів середовища та можливості дистанційного керування або програмного налаштування. У такому середовищі ефективність обладнання вимірюється не лише технічними характеристиками, а й ступенем його адаптованості до цифрової трансформації виробництва.[12]

Усе вищезазначене свідчить про те, що прасувальна машина вже давно вийшла за межі простого механізму для розгладження тканин. Сьогодні вона є високотехнологічним елементом виробничої системи, який поєднує механіку, електроніку, автоматизацію та ергономіку. Це вимагає від інженера, що розробляє або вдосконалює такі пристрої, системного мислення, здатності до аналітичної оцінки потреб користувача, глибокого знання технічних стандартів і постійного стеження за інноваціями у галузі машинобудування та текстильного виробництва. У зв'язку з цим особливої значущості набуває науковий підхід до розробки та вдосконалення прасувальних машин. Залучення інженерних методів моделювання, використання САД-систем для створення креслень і 3D-моделей, а також проведення теплотехнічних та механічних розрахунків дозволяє досягти високої точності при конструюванні окремих елементів і механізмів. Завдяки цьому не лише підвищується ефективність прасування, а й забезпечується надійність конструкції, її довговічність та безпека для користувача.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Паралельно з технічними аспектами важливо враховувати й економічну складову впровадження нових або модернізованих моделей прасувальних машин. Підприємства, що спеціалізуються на швейному виробництві або побутовому обслуговуванні населення, змушені враховувати не лише початкову вартість обладнання, але й витрати на його експлуатацію, обслуговування, ремонт, а також споживання електроенергії та води. Тому інженерно-конструкторські рішення повинні поєднувати технічну досконалість із доступністю в реалізації, сервісному обслуговуванні й адаптації до існуючих виробничих процесів [13].

Варто також зазначити, що в умовах глобальної цифровізації прасувальні машини можуть бути інтегровані в систему «розумного підприємства», де всі технологічні етапи взаємопов'язані й контролюються з єдиного центру управління. Застосування датчиків IoT, систем віддаленого моніторингу, самодіагностики та прогнозного технічного обслуговування перетворює традиційну машину на частину кіберфізичної системи. Це дозволяє завчасно виявляти відхилення в роботі, скорочувати час простою, уникати аварійних ситуацій та оптимізувати ресурси. Усе вищевикладене підкреслює важливість сучасного підходу до конструювання прасувальних машин не лише як до механічного процесу, а як до частини більш широкої технологічної та інноваційної екосистеми. На сучасному етапі розвитку машинобудування вирішальну роль відіграє здатність забезпечити гармонійне поєднання технічних характеристик, користувацького комфорту, екологічної безпеки та економічної ефективності. Саме такі завдання ставляться перед інженером сьогодні, і саме на їх вирішення спрямована дана дипломна робота, що має не лише дослідницьке, але й прикладне практичне значення для сучасної промисловості.[13]

#### 1.4 Огляд сучасного обладнання та технологій прасування

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Огляд сучасного обладнання та технологій прасування свідчить про суттєвий прогрес у цій галузі, що обумовлений розвитком інженерії, електроніки, автоматизації та матеріалознавства. Прасування як завершальний етап обробки текстильних виробів зазнав значної еволюції — від ручних механічних пристроїв до високотехнологічних автоматизованих систем. На сьогодні у промисловості використовуються як традиційні машини з електричним нагрівом, так і парові установки з інтелектуальним керуванням. Сучасне обладнання для прасування об'єднує в собі високу продуктивність, гнучкість налаштувань, ергономічність та безпечність для оператора, що особливо важливо в умовах серійного виробництва.

Провідні виробники прасувальних машин — такі як Electrolux, Veit, Primus, Pony, Malkan та інші — пропонують широкі лінійки моделей, які відповідають різним потребам користувача. Це можуть бути як прасувальні столи з вбудованими парогенераторами, так і автоматичні валові машини великої продуктивності. Особливістю такого обладнання є можливість точного регулювання температури нагрівальних елементів, тиску, часу обробки, подачі пари та вентиляції. Завдяки цьому досягається якісна обробка різних типів тканин: від делікатного шовку до щільного льону чи бавовни.[14]

Окрему нішу займають вертикальні прасувальні системи, які застосовуються у сфері готельно-ресторанного обслуговування та в роздрібній торгівлі. Ці пристрої поєднують відпарювачі та вертикальні стійки з потужною парогенерацією, що дає змогу швидко обробляти одяг без потреби у розгортанні прасувальної дошки. Такі рішення особливо цінуються за їхню мобільність, економію простору та швидкість підготовки виробів до використання або продажу.

У промисловості набувають поширення автоматизовані комплекси з функцією обробки сорочок, халатів або штанів, які складаються з декількох модулів: системи подачі виробу, його фіксації, формування парового середовища, нагріву й фінішного сушіння. Такі машини суттєво знижують потребу

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

у кваліфікованій ручній праці, дозволяючи обслуговувати десятки одиниць одягу щогодини з мінімальним ризиком пошкодження тканини. Технології прасування не обмежуються лише подачею тепла чи пари. У сучасних умовах активно застосовуються системи попереднього зволоження, іонізації повітря, ультразвукової обробки та інфрачервоного контролю температури поверхонь. У деяких моделях впроваджено адаптивне управління, яке самостійно визначає оптимальні параметри залежно від виду тканини та ступеня її зминання. Це значно спрощує роботу оператора, мінімізує помилки та підвищує якість кінцевого результату.

Не менш важливим є використання енергозберігаючих технологій. Інженери приділяють увагу теплоізоляції робочих поверхонь, використанню ефективних ТЕНів, відновленню тепла через рециркуляційні системи, а також застосуванню частотних перетворювачів у системах вентиляції та подачі пари. Усе це дозволяє знизити споживання енергії без шкоди для ефективності роботи обладнання. Ще одним сучасним напрямом є інтеграція прасувальних машин у цифрові виробничі середовища. За допомогою сенсорних панелей, мережевого підключення та програмного забезпечення здійснюється контроль продуктивності, діагностика несправностей, планування сервісного обслуговування та навіть оновлення програмного забезпечення. Усе це робить процес прасування частиною загального виробничого менеджменту, де кожен етап контролюється в реальному часі [15].

Сучасне обладнання для прасування — це складні технологічні системи, що поєднують високу точність, ефективність, адаптивність і зручність у користуванні. Їх застосування забезпечує високу якість обробки текстильних виробів, що особливо важливо для підприємств, які орієнтовані на конкурентоспроможність, надійність і дотримання стандартів міжнародного рівня.

У таблиці 1.3 ми порівнюємо характеристику різного сучасного прасувального обладнання.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3. Порівняльна характеристика сучасного прасувального обладнання

Тип обладнання	Основні виробники	Ключові характеристики	Сфера застосування
Прасувальні столи з парогенераторами	Electrolux, Pony, Veit	Вбудований парогенератор, регулювання температури, вакуум-вентиляція, зволоження	Ательє, пральні, хімчистки
Валові прасувальні машини	Primus, Malkan, GMP	Автоматична подача тканини, обробка великих обсягів, висока продуктивність, система сушіння	Текстильна промисловість, великі пральні
Вертикальні прасувальні системи	SteamOne, Philips, MIE	Відпарювач з вертикальною стійкою, мобільність	Готелі, бутіки, роздрібна торгівля
Автоматизовані комплекси для одягу	Veit, Pony, Trevil	Модулі для фіксації, парообробки, нагріву та сушіння; обробка до 40–60 од./год	Промислові підприємства, великі сервісні компанії
<i>Продовження таблиці 1.3</i>			
Інтелектуальні системи прасування	Malkan, Electrolux	Адаптивне управління, сенсори тканин, автоматичне налаштування параметрів	Підприємства високої якості, преміум-виробництво
Енергозберігаюче	Veit, Elec-	Частотні перетво-	Усі сфери з висо-

обладнання	trolux, Pony	рювачі, теплоізоляція, рекуперація тепла, ефективні ТЕНи	кими вимогами до енергоефективності
Цифрово-керовані машини (Industry 4.0)	Pony, Malkan, Primus	Сенсорні панелі, мережевий моніторинг, діагностика, оновлення ПЗ, контроль у реальному часі	Смарт-виробництва, автоматизовані швейні комплекси

У контексті подальшого вдосконалення технологій прасування важливо зазначити, що зростає роль комплексної інтеграції такого обладнання у загальний цикл текстильного виробництва або сервісного обслуговування. Сучасні прасувальні системи дедалі частіше проектуються не як окремі агрегати, а як частина автоматизованих ліній, де послідовно поєднуються функції сортування, обробки, контролю якості та пакування готової продукції. Це дозволяє не лише знизити часові витрати, але й досягти стабільної якості кінцевого результату, що критично важливо для великих готельно-ресторанних мереж, клінінгових компаній або швейних виробництв з високими стандартами [16].

Ще одним перспективним напрямом є персоналізація налаштувань обладнання, що забезпечується завдяки використанню RFID-міток на текстильних виробах. Сканування такої мітки дозволяє системі автоматично визначити тип тканини, ступінь її змінання та інші параметри, після чого вмикаються відповідні режими прасування. Такий підхід не лише зменшує кількість помилок, а й сприяє підвищенню ефективності праці персоналу, який взаємодіє з машинами лише на етапах завантаження та розвантаження.[16]

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Усе частіше підприємства впроваджують системи контролю споживання ресурсів, що інтегруються з загальною ERP-системою компанії. Це відкриває можливості для аналізу витрат пари, електроенергії, води та часу у розрізі кожної одиниці обробленої продукції. На основі таких даних приймаються управлінські рішення щодо оптимізації виробничого процесу, модернізації обладнання або зміни режимів роботи персоналу. Зважаючи на тенденції розвитку, можна впевнено стверджувати, що прасувальне обладнання стає не просто інструментом фінішної обробки, а повноцінним елементом розумного виробництва. Саме тому в межах дипломного проекту доцільно враховувати не лише технічні характеристики обраного обладнання, але й можливості його інтеграції у цифрову інфраструктуру підприємства, аналіз впливу на загальну енергоефективність, зручність експлуатації та перспективи подальшої автоматизації. Такий підхід забезпечить не тільки сучасність технічного рішення, але й відповідність вимогам майбутнього виробничого середовища.

#### Висновки до першого розділу

У першому розділі ми розглянули історію розвитку прасувальних машин і як вони вдосконалювались з часом і на основі цього зробили таблицю порівняльної характеристики прасувальних машин різних поколінь. Після цього ми розглянули особливості конструкції прасувальних машин і які в них вимоги до вузлів. Також ми взнали яка класифікація у різних типів прасувальних машин і для чого кожен тип машин призначається.

Наприкінці ми оглянули сучасні машини для прасування білизни, які наразі є не зовсім досконалими, тому ми пропонуємо розробити свою.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## 2. РОЗРОБКА МАШИНИ ДЛЯ ПРАСУВАННЯ БІЛИЗНИ

### 2.1 Опис будови і принципу роботи розробленої прасувальної машини

Машина призначена для прасування білизни і одяжі з різних тканин в умовах квартир типових жилих будинків вмонтована в тумбу. Розроблена прасувальна машина призначена для експлуатації в районах з помірним і холодним кліматом. Машина має пристрій, який зберігає пальці споживача від опіків при роботі, повинна забезпечувати якість прасування виробів без підпалин і механічних перешкод. Гарантійний строк експлуатації машини повинен бути не меншим двох років. Також на (рисунку 2.1) представлена розроблена прасувальна машина з варіантом монтажу на стійці.

Основа 1 призначена для розміщення і кріплення на ній конструктивних вузлів і деталей машини. Основа закріплюється до опори, виконаної у вигляді вертикального стояка. В процесі експлуатації основа з опорою забезпечує стійкість конструкції в робочому положенні. В неробочому положенні при зберіганні машини основа повертається навколо осі і встановлюється у вертикальне положення.

Всередині основи розміщена механічна частина приводу притиску башмака, плата електричного регулятора частоти обертання валка, запобіжний пристрій. До основи кріпиться башмак з прасувальною подошвою, на ньому розміщений пульт керування машиною. Основа виконана із алюмінієвого сплаву

Валок 2 призначений для прасування виробів, що необхідно прасувати, під нагрітою подошвою башмака. Валок являє собою циліндр, виготовлений листової сталі і термостійким покриттям. Циліндр обтягнутий шаром полотна голкопробивного із бязевим чохлам. Валок кріпимо на осі редуктора привода.

Башмак з прасувальною подошвою 3 призначений для створення тем-

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>					

пературного режиму і тиску, необхідних для забезпечення якісного прасування.

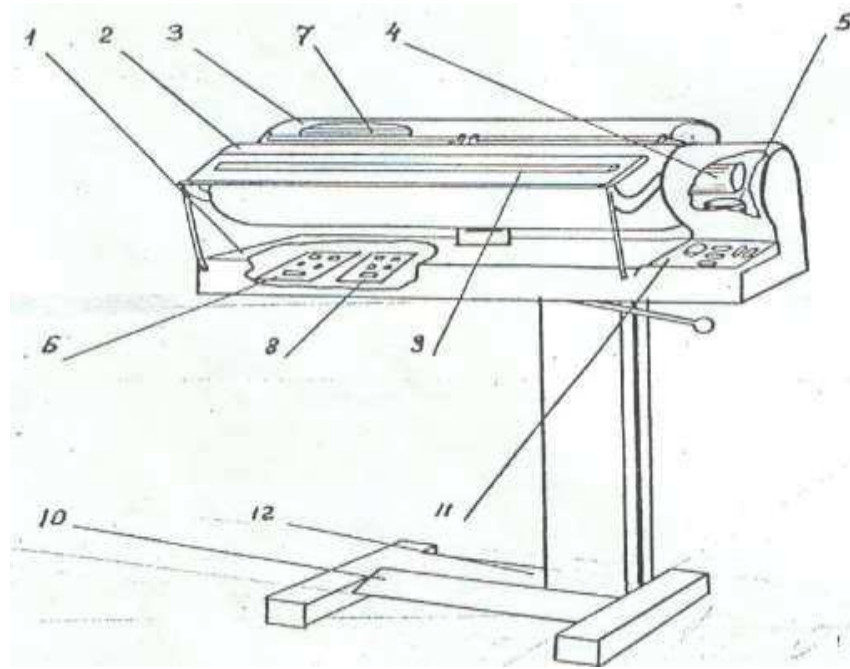


Рисунок 2.1 – Машина прасувальна побутова

1 - основи; 2- валка; 3- башмака з прасувальною підшоивою; 4- приводу обертання валка; 5- приводу башмака; 6- терморегулятора; 7- нагрівника; 8- регулятор частоти обертання валка; 9- полка для підготовки білизни з зволожувачем; 10- педаль керування; 11- пульт керування машиною; 1- опора.

Башмак являє собою закриту декоративним кожухом металічну підшоіву з хромованою робочою поверхнею. На неробочій стороні підшоиви встановлено нагрівник і чутливий елемент терморегулятора.

Довжина башмака дорівнює довжині валка, ширина по дузі складає 0,32 довжини окружності валка. Башмак з'єднується з основою за допомогою стояка, рухомо прикріпленого на приливі основи. Запобіжний козирок вздовж передньої кромки підшоиви призначений для запобігання пошкодження пальців в процесі прасування.

Привід обертання валка 4 призначений для забезпечення обертання валка з частотою, заданою за допомогою регулятора 8 частоти обертання валка. Привід складається з електродвигуна типу КД 60 і редуктора. Конструкці-

											Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	БРМА 25.00.00.000 ПЗ						

єю приводу передбачено наявність вільного ходу валка в робочому напрямку.

Привід башмака 5 призначений для переводу башмака з вихідного положення в робоче і навпаки. Привід складається з двигуна типу КД 10-2/40 ПУ 4, понижуючого редуктора, кривошипно-коромислового механізму, системи ричагів і пружин.

Конструкція приводу забезпечує щільне прилягання башмака з заданою силою притиску до валка по всій поверхні підошви.

Терморегулятор 6 служить для встановлення і підтримання температури нагріву підошви башмака. В якості чутливого елемента терморегулятора, встановленого в башмаці, використаний терморегулятор.

Нагрівник 7 призначений для нагріву підошви башмака з метою забезпечення заданого температурного режиму. В машині використано плоский нагрівник з композиційної фольги на основі Фехраля, розроблений по заявці [14].

Частота обертання валка встановлюється за допомогою регулятора 8, що працює в режимі ручного і автоматичного керування. Пристрій регулятора частоти обертання валка і принцип його роботи наведено при описанні електронної системи управління.

Полка для підготовки білизни із зволожувачем 9 для вкладання білизни, що необхідно прасувати. В полку вмонтовано для початкового зволоження виробу при необхідності. В процесі роботи полка може відкидатися.

Педаль керування 10 призначена для керування приводами обертання валка і башмака. Педаль встановлено на основі опори. В корпусі опори встановлені мікро вимикачі, що керуються педаллю і призначені для вмикання і вимикання електродвигунів приводів обертання валка і башмака.

Органи керування розміщені на пульті керування 11, описання яких приведено в описі електронної системи.

Опора 12 у вигляді вертикального стояка з п-образною основою служить для підтримки машини в робочому і неробочому положеннях. Для

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

утримання машини в робочому положенні служить фіксатор.

## 2.2 Опис роботи і схема регулятора частоти обертання валка

Регулятор частоти обертання валка складається з (рис.2.2):

- 1) керованого підсилювача 1;
- 2) електродвигуна;
- 3) датчика частоти обертання;
- 4) лічильника;
- 5) вузла пам'яті;
- 6) тригера;
- 7) генератора тактових імпульсів;
- 8) генератора керованих сигналів.

Керований підсилювач 1, підведений до електродвигуна 2, що механічно зв'язаний з датчиком частоти обертання 3. Датчик забезпечує формування коротких імпульсів, число яких дорівнює або пропорційно числу обертів двигуна; лічильник 4. Електроний регулятор частоти обертання валка працює слідуючим чином: при вимкненні двигуна 2, швидкість його обертання нища номінальної довжини періоду слідування вихідних імпульсів датчика 3  $T_i$  перевищує їх номінальне значення  $T_0$ . Значення  $T_0$  задається вибором частоти слідування імпульсів з генератора 8, ємкістю лічильника 4 і дорівнює циклу роботи лічильника. Кожним імпульсом датчика 3, лічильника 4 і вузол пам'яті 5 встановлюється у вихідне положення.

Так як період слідування вихідних імпульсів датчика 3  $T_i - T_0$ , то лічильник 4 закінчує повний цикл лічби керуючих імпульсів до поступання чергового імпульсу від датчика 3. При цьому імпульсом з виходу лічильника 4, тригер 6 встановлюється в положення, що забезпечує через керований підсилювач 1, збільшення швидкості електродвигуна. Цим же імпульсом зкидається вихідний стан вузла пам'яті, що запобігає проходженню слідуючого імпульсу датчика 3 на його вихід.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З приходом слідуючого імпульса від датчика 3 процес повторється і тригер 6 періодично одержує з виходу лічильника 4 сигнали підтвердження встановлення його в положення збільшення швидкості електро двигуна.

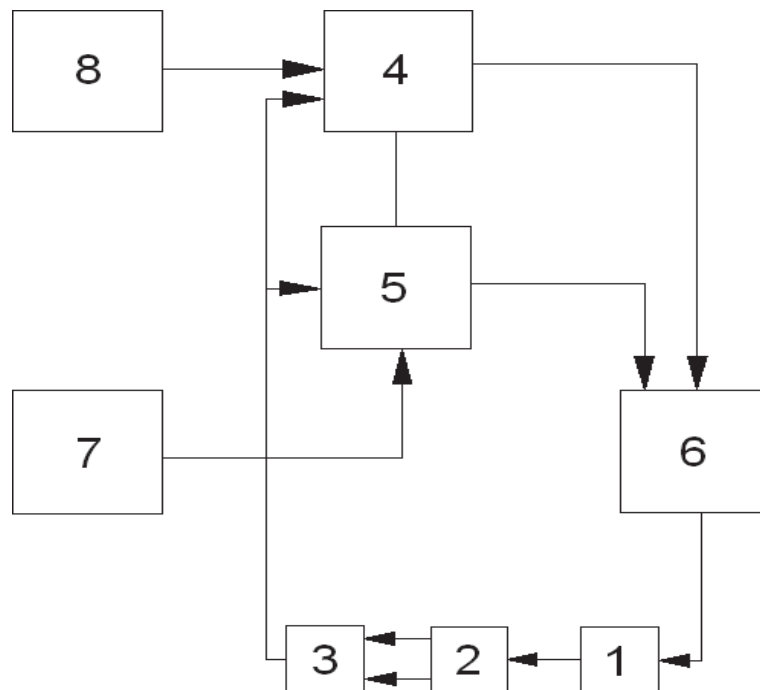


Рисунок 2.2 – Блок – схема регулятора частоти обертання валка

Після того як швидкість електродвигуна перевищать задану ( $T_i - T_0$ ), кожен з імпульсів від датчика 3 буде встигати встановити лічильник 4 у вихідний стан до закінчення циклу його роботи  $T_0$ , і на виході лічильника не

буде імпульсів, що забороняють роботу вузла пам'яті 5. Тому кожен з поступаючих на вхід останнього імпульсів від датчика 3 буде появлятися на його виході і встановлювати тригер 6 в стан, що забезпечує через керуючий підсилювач 1 зменшення швидкості обертання електродвигуна. Цей процес буде періодично повторюватись до виконання умови  $T_i \leq T_0$ , після чого у відповідності з раніш описаним тригер 6 знову перемикається в положення, що забезпечує підвищення швидкості обертання електродвигуна і так далі (по замкнутому циклу).

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Система керування машини складається із слідуючих складних частин:

- 1) модуля програмного керування МПК – МГ;
- 2) пристрою регулювання і вимірування ПГВ, що вміщує регулятор швидкості ГШ і датчик температури ДТ;
- 3) пульту керування ПК;
- 4) блоку споживання БС;  
виконавчих механізмів, двигуна приводу обертання валка, двигуна приводу башмака, нагрівника;
- 6) інших елементів: терморезистора, кінцевих вимекачів приводу башмака, педалі, фільтру та інші.

МПК – МГ призначений для керування машиною у відповідності з збереженою технологічною програмою.

В процесі керування МПК – МГ формує команди на виконавчі механізми машини (двигун приводу башмака, нагрівника, двигуна приводу обертання валка) і обробляє інформацію про температуру підошви башмака у відповідності з заданим з пульту режимом прасування.

Пристрій регулювання і вимірювання забезпечує керування швидкістю приводу обертання валка і вимірювання температури підошви башмака по командам, які поступають із МПК – МГ.

ПК – призначений для задання режимів прасування та індикації стану системи керування.

БК – забезпечує необхідними напругами споживання електроні системи керування.

Суть регулювання в описаній системі заключається в автоматичному підрегулюванні швидкості обертання валка (швидкості прасування) в залежності від зміни температури прасування тканини, а також керування температурою башмака в заданому інтервалі. Дана задача в описаній системі розв’язується шляхом програмного керування.

МПК – МГ – забезпечує програмне оброблення заданого режиму пра-

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сування, побудовано на базі мікроконтролера K145IK1807. Мікроконтролер являє собою однокристальну ЕОМ послідовної дії, математичне забезпечення якої орієнтовано на виконання задач керування. В постійному запам'ятовуючому пристрої (ПЗП) модуля програмного керування.

МПК – МГ зберігається технологічна програмка, у відповідності з якою проводиться керування регулювання процесу прасування тканини в машині. Вибір інформації з ПЗП в МК відбувається по шинам даних

ШД). Звернення мікро контролера до ПЗП за інформацією, а також до других зовнішніх пристроїв відбувається за допомогою адресної шини (АШ). Тактування роботи МК, а також ПЗП відбувається за допомогою генератора фаз (ГФ) з частотою порядку 100 кГц. Синхронізація циклів роботи МК відбувається формувачем вибирання кристалу (ФВК) з частотою 50 Гц.

Запускання МК на програмне обслуговування відбувається з допомогою схеми авто пуску (СА), санкціонуючи сигнал  $K_2$  на вхід МК після подачі споживання.

В роботі системи керування можна виділити наступні режими:

- 1) режим прасування з автоматичним керуванням швидкості прасування (частоти обертання валка);
- 2) режим прасування з ручним керуванням швидкості прасування;
- 3) режим пресування;
- 4) режим тестування регулятора швидкості;
- 5) режим тестування датчика температури.

Режим прасування з автоматичним керуванням швидкості, а також режим тестування відбуваються під керуванням МПК – МР.

В режимі з ручним керуванням швидкістю, а також в режимі пресування вихід комутатора регулятора швидкості МПК – МР відключається від входу РШ. Функцією за датчика швидкості виконує регулює мий резистор. МПК – МР відробляє технологічну програму керування, але в розв'язку з ро-

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

зривом контура керування швидкістю забезпечує тільки підтримування температури прасувального башмака. Режим прасування з ручним керуванням і без задання швидкості обертання валка використовується як режим пресування.

Для організації технічного обслуговування в режимі тестування пристрій вміщує необхідні тестові програми, доступні обслуговуючому персоналу. В цьому режимі модулем програмного керування МПК – МР відбувається контроль стану шини датчиків і каналів керування. Контроль вихідного стану по шині датчиків дозволяє оцінювати наявність (цілісність) електричних зв'язків пристрою з датчиком температури (ДТ) і регулятором швидкості (РШ).

Режими тестування використовуються для наладки і дослідів машини, а також її обслуговування та ремонту.

### 2.3 Опис електричної принципової схеми прасувальної машини

Згідно схемі електричної принципової в склад машини входять:

- 1) вузол силовий, що здійснює обертання валка за допомогою двигуна М2;
- 2) блок споживання БС – ПАЗ (У1);
- 3) модуль програмного керування МПК – МР (У2);
- 4) плата пристрою регулювання (У3), що складається із регулятора швидкості (РШ) і датчика температури (ДТ)

Технічна характеристика модуля

Модуль програмного керування (МПК – МР) керує регулюванням процесу прасування тканини згідно програми, що зберігається в пам'яті модуля, формуючи команди на виконавчі механізми машини (двигун приводу обертання валка, нагрівник, двигун приводу башмака) і здійснює обробку інформації про температуру прасування матеріалу у відповідності з заданим режи-

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

*БРМА 25.00.00.000 ПЗ*

мом регулювання.

Напруга споживання модуля:

- 1) постійна стабілізована мінус (27,0 - 2,5)В;
- 2) постійна – мінус 15В;
- 3) переміщена 15В, 50Гц (синхронізація).

Номінальна потужність, що споживається МПК – МР без виконавчих пристроїв, не більше 10Вт.

#### 2.4 Розробка схеми технологічного процесу волого–теплової обробки тканини

Розглянутий фізичний зміст процесів волого-теплової обробки визначає чотири переходи в цих процесах, характерних для всіх видів волого-теплової обробки:

- перший перехід - орієнтація напівфабрикату відносно робочих органів машини;
- другий перехід – приведення волокон тканини в еластичний стан;
- третій перехід - деформація напівфабрикату;
- четвертий перехід - приведення волокна тканини в склоподібний стан для фіксації зробленої деформації.

Операції, що відносяться до першого переходу, виконуються робітницею. Орієнтація напівфабрикату при ручному прасуванні виробляється на гладильному столі або прасувальній колодці. На столі напівфабрикат розправляють, а на колодці орієнтують залежно від її форми й характеру операції. На фальцювальному пресі напівфабрикат укладають у поглиблення, утворене утюжками, і орієнтують по прасуваннях; на каландрах напівфабрикат розправляють й укладають на транспортер нижнього валка (вальця). Якщо каландри без транспортера, що буває рідше, то розправлений напівфабрикат подається до зони захоплення валків каландра.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На гладильних пресах напівфабрикат найчастіше просто розправляють й укладають на нижній подушці. При складній деформації напівфабрикату, наприклад при утюжці полички або полотна в області грудей, напівфабрикат орієнтують по випуклості подушки або по нанесеним на полотні лініям. Орієнтація по лініях, нанесеним на покритті нижньої подушки, більш точна й часто знижує витрати часу (у тих випадках, коли напівфабрикат треба орієнтувати по випуклості, а не просто укласти на нижню подушку). При досить високій спеціалізації процесу можна наносити кілька ліній відповідно до розмірів напівфабрикату. На багатофасонних потоках можна наносити для виробів різних фасонів лінії різних кольорів. Це можна робити тільки на фабриці, з урахуванням моделей виробів, які на ній виготовляють.

При відпарюванні виробів струменевим відпорювачем їх найчастіше орієнтують щодо манекена (надягають на нього).

Найбільш складна орієнтація напівфабрикату на пароповітряному манекені. Насамперед виріб надягають на верхню частину манекена. Виріб, надягнутий на нього, одержує форму й розміри, близькі до тієї, у якій воно експлуатується. Якщо виріб із застібкою (піджак, пальто), його зашпилюють. Рукава, а іноді комір і лацкани виробу орієнтують щодо манекена (вставками, зажимами й т.д.); наприклад, сорочку надягають на плоский манекен із шарнірними «руками». Окремі випадки орієнтації виробу на манекені будуть викладені при описі обладнання. У цій главі дані лише загальні дані, характерні для різних видів обладнання.

Орієнтація виробів для всіх видів обладнання, крім пароповітряних манекенів, проста, не трудомістка й досить надійна. У процесі обробки вона, як правило, не порушується. Орієнтація виробів на пароповітряних манекенах, навпроти, складна й трудомістка. Коли мішок, що перебуває усередині оброблюваного напівфабрикату, роздувається під тиском пари або гарячого повітря, то орієнтація напівфабрикату трохи порушується, що знижує якість обробки виробів. Що стосується продуктивності пароповітряних манекенів, то

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вона дуже висока.

Іноді створюють спеціальні умови орієнтації. Прикладом можуть служити орієнтація сорочки на плоскому манекені й орієнтація штанів на підвісному конвеєрі (штани підвішують у складеному виді за низки й затиском додатково фіксують положення складок штанів). Варто вказати, що вдосконалення методів орієнтації напівфабрикату на оздоблювальних операціях дозволить поліпшити товарний вид виробів.

Операції, що відносяться до другого переходу, технологічно більш складні, чим операції першого переходу, тому що приведення волокон в еластичний стан пов'язаний з нагріванням і пластифікацією напівфабрикату.

Як було зазначено раніше, фізичними факторами, що визначають результат волого-теплової обробки напівфабрикату, є: тепло  $t^{\circ}, C$ , вологість напівфабрикату ( $W, \%$ ), тиск на напівфабрикат  $P, Па$ , і час обробки  $T, сек$ .

Але ми вже добре знаємо значення їхніх технологічних факторів, не завжди вміючи дати кількісні характеристики.

Від того, як буде нагрітий напівфабрикат, як й яким способом він буде зволожений, як розподілиться тепло в напівфабрикаті (рівномірність нагрівання різних по положенню волокон тканини), як розподілиться волога і який буде тиск на різних ділянках напівфабрикату, багато в чому залежить й якість обробки, і продуктивності праці й; обладнання, і збереження фізико- механічних властивостей тканини. Все це потрібно враховувати при конструюванні обладнання. Тільки в останні роки з'ясований ряд кількісних показників значимості й результативності технологічних факторів й, імовірно, найближчим часом знання їх дозволить удосконалити виконання операцій другого переходу.

Поки ж працівники швейної промисловості користуються прийнятими в промисловості режимами волого-теплової обробки, які дозволяють зберегти майже незмінними бажані фізико-механічні властивості тканин, одержати прийнятні ефекти обробки й продуктивність праці й обладнання.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Незважаючи на те, що техніка волого-теплової обробки виробів потерпіла великої зміни, фізична схема її принципово не змінилася: якщо треба нагріти тканину, ми гріємо праски й великі подушки й тільки потім передаємо це тепло тканинам, причому досить недосконалим способом.

Дотепер температурний градієнт тканини по вертикалі (температура волокон, розташованих у різних шарах тканини) далекий від бажаного. Бажано одержати високоеластичну деформацію волокон, розташованих усередині тканини, залишивши недеформованими волокна на її поверхні для збереження зовнішнього вигляду тканини, а в результаті контактного нагрівання в першу чергу переходять у високоеластичний стан волокна, розташовані на поверхні тканини.

Найбільша відмінність фізичного змісту процесу, при сучасному виконанні другого переходу, є при обробці на пароповітряних манекенах.

Тут немає контактного нагрівання напівфабрикату від робочих органів: напівфабрикат нагрівається тільки шляхом тепломасопереносу (паром).

Характеристика сучасних режимів волого-теплової обробки дананижче. Операції, що становлять третій перехід, є вирішальними відносно результату обробки. Тканина, приведена в еластичний стан, деформується нагрітими робочими органами машини. Фізичний зміст деформації складний: це сума деформації ниток у тканині, волокон і молекул.

Теоретичний розрахунок такої деформації поки ніким не вироблявся. Величина й стійкість деформації залежать від форми робочих органів, розподілу тиску на напівфабрикат, характеру операції, питомої ваги волокон, приведених в еластичний стан, і інших, раніше зазначених факторів.

Четвертому переходу - приведенню напівфабрикату в склоподібний стан - на підприємствах часто не приділяють належну увагу, і отримана деформація закріплюється недостатньо. Коли волокна тканини перебувають у склоподібному стані, релаксаційний процес протікає повільно й зроблена деформація зберігається. Якщо після волого-теплової обробки виріб знімають

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вологим і нагрітим, то при дуже незначному зовнішньому впливі (тканину знімають в еластичному стані) виходить випадкове, не передбачене зміна форми обробленого напівфабрикату.

Щоб перевести волокна тканини в склоподібний стан, тканину треба висушити й охолодити. За кордоном для цієї мети часто використовується створення вакууму в камері нижньої подушки для просмоктування холодного повітря (з навколишнього середовища, виробничого приміщення) через напівфабрикат. Якщо почати просмоктування холодного повітря передчасно, перш ніж волога, що перебуває в тканині в пароподібному стані, вийде, з її, то конденсація пари може затримати видалення вологи й охолодження напівфабрикату. Отже, відсмоктування треба включати або при закритих подушках (у цьому випадку холодне повітря не буде проходити через тканину, не буде конденсації пари), або через кілька секунд після відходу верхньої подушки, коли пара вийде із тканини.

Для ряду виробів й операцій, коли деформація напівфабрикату після волого-теплової обробки малоімовірна (наприклад, при розпрасовуванні шва або коли напівфабрикат надягають на вішалку підвісного конвеєра), можна допустити, що напівфабрикат був охолоджений і висушений при транспортуванні його до місця наступної обробки.

### Висновки до другого розділу

У цьому розділі ми описали будову і принцип роботи прасувальної машини, яку ми розробили. А саме ми описали принцип роботи схеми регулятора частоти обертання валка і електричної принципової схеми прасувальної машини . Завдяки чому ми змогли розробити схеми технологічного процесу волого–теплової обробки тканини .

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

### 3. РОЗРАХУНКИ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ПРАСУВАЛЬНОЇ МАШИНИ

#### 3.1. Розрахунок нагрівального елемента та теплових параметрів

Розрахунок нагрівального елемента та теплових параметрів є важливою складовою проектування будь-якого теплотехнічного обладнання. Він дозволяє визначити оптимальні параметри роботи, забезпечити необхідний рівень теплової потужності, а також гарантувати ефективність і безпеку експлуатації. В процесі розрахунку враховуються матеріальні характеристики нагрівального елемента, умови теплообміну з навколишнім середовищем, а також режим роботи обладнання. Правильне визначення теплових параметрів допомагає уникнути перегріву, забезпечити стабільну температуру робочого середовища і підвищити загальну енергоефективність системи. Таким чином, розрахунок нагрівального елемента і теплових параметрів є базовим етапом, який впливає на надійність і тривалість служби теплотехнічного обладнання.

Розрахунок нагрівального елемента базується на рівнянні енергетичного балансу:

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

де:

- Q — необхідна теплова енергія, Дж
- m — маса нагрівального шару, кг
- c — питома теплоємність матеріалу, Дж/(кг·°C)
- ΔT — різниця температур, °C

$$P = Q / t$$

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де:

- $P$  — потужність нагрівача, Вт
- $t$  — час нагріву, с

Розрахунок варіант 1 (температурний діапазон 20-150°C)

Вихідні дані:

- $m = 7$  кг
- $c = 900$  Дж/(кг·°C)
- $T_1 = 20^\circ\text{C}$  (початкова температура)
- $T_2 = 150^\circ\text{C}$  (робоча температура)
- $\Delta T = 150 - 20 = 130^\circ\text{C}$
- $t = 6$  хв = 360 с

Розрахунок:

$$Q = m \times c \times \Delta T = 7 \times 900 \times 130 = 819\,000 \text{ Дж}$$

$$P_{\text{базова}} = Q / t = 819\,000 / 360 = 2\,275 \text{ Вт} = 2,27 \text{ кВт}$$

З урахуванням тепловтрат (коефіцієнт  $k = 1,75$ ):

$$P_{\text{реальна}} = 2\,275 \times 1,75 = 3\,981 \text{ Вт} \approx 4,0 \text{ кВт}$$

Розрахунок варіант 2 (температурний діапазон 20-180°C)

Вихідні дані:

- $m = 7$  кг
- $c = 900$  Дж/(кг·°C)
- $T_1 = 20^\circ\text{C}$  (початкова температура)
- $T_2 = 180^\circ\text{C}$  (максимальна робоча температура)
- $\Delta T = 180 - 20 = 160^\circ\text{C}$
- $t = 6$  хв = 360 с

Розрахунок:

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q = m \times c \times \Delta T = 7 \times 900 \times 160 = 1\,008\,000 \text{ Дж}$$

$$P_{\text{базова}} = Q / t = 1\,008\,000 / 360 = 2\,800 \text{ Вт} = 2,8 \text{ кВт}$$

З урахуванням тепловтрат (коефіцієнт  $k = 1,8$ ):

$$P_{\text{реальна}} = 2\,800 \times 1,8 = 5\,040 \text{ Вт} = 5,04 \text{ кВт}$$

Таблиця 3.1 Результати розрахунку нагрівального елемента

Параметр	Варіант 1 (150°C)	Варіант 2 (180°C)
Маса нагрівального шару, кг	7	7
Питома теплоємність, Дж/(кг·°C)	900	900
Різниця температур, °C	130	160
Час нагріву, с	360	360
Необхідна теплова енергія, кДж	819	1008
Базова потужність, кВт	2,27	2,8
Коефіцієнт тепловтрат	1,75	1,8
Реальна потужність, кВт	4,0	5,04

### 3.2. Розрахунок механічних характеристик приводу

Момент інерції диска:

$$J = 0,5 \times m \times r^2$$

Кутова швидкість:

$$\omega = 2\pi \times n / 60$$

										Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Кінетична енергія обертання:

$$E = 0,5 \times J \times \omega^2$$

Потужність для розгону:

$$P = E / t$$

Розрахунок параметрів вентиляційного приводу

Вихідні дані:

- $m = 1,2$  кг (маса крильчатки)
- $r = 0,1$  м (радіус крильчатки)
- $n = 2800$  об/хв (частота обертання)
- $t = 3$  с (час розгону)
- $\eta = 75\% = 0,75$  (ККД двигуна)

Розрахунок:

1. Момент інерції крильчатки:

$$J = 0,5 \times m \times r^2 = 0,5 \times 1,2 \times (0,1)^2 = 0,006 \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

2. Кутова швидкість:

$$\omega = 2\pi \times n / 60 = 2\pi \times 2800 / 60 = 293,2 \text{ рад/с}$$

3. Кінетична енергія обертання:

$$E = 0,5 \times J \times \omega^2 = 0,5 \times 0,006 \times (293,2)^2 = 257,9 \text{ Дж}$$

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4. Необхідна потужність для розгону:

$$P_{\text{базова}} = E / t = 257,9 / 3 = 86,0 \text{ Вт}$$

5. Номінальна потужність двигуна з урахуванням ККД:

$$P_{\text{номінальна}} = P_{\text{базова}} / \eta = 86,0 / 0,75 = 114,6 \text{ Вт}$$

Приймаємо двигун потужністю 150 Вт з запасом.

У (таблиці 3.2) ми розглянемо розрахункові механічні характеристики приводу прасувальної машини.

Таблиця 3.2 Розрахункові механічні характеристики приводу прасувальної машини.

Параметр	Позначення	Значення	Од. ви- мір.
Маса крильчатки вен- тилятора	m	1,2	кг
Радіус крильчатки	r	0,1	м
Момент інерції	J	0,006	кг·м <sup>2</sup>
Частота обертання	n	2800	об/хв
Кутова швидкість обертання	ω	293,2	рад/с
Час розгону до робо- чих обертів	t	3	с
Кінетична енергія обертання	E	257,9	Дж

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 3.2

Базова необхідна потужність	$P_{\text{базова}}$	86,0	Вт
ККД двигуна	$\eta$	75	%
Номінальна потужність двигуна	$P_{\text{(ном)}}$	150	Вт
Тип приводу	—	Асинхронний з частотним перетворювачем	—

### 3.3. Аналіз енергоспоживання та продуктивності

Енергоспоживання безпосередньо впливає на експлуатаційні витрати і визначає загальну економічну доцільність впровадження того чи іншого рішення. Аналіз починається з оцінки кількості витраченої енергії на одиницю продукції або технологічну операцію, що дозволяє виявити найбільш енергоємні ділянки та визначити резерви для оптимізації.

Важливим аспектом є порівняння фактичного споживання енергії з нормативними показниками, що допомагає оцінити ступінь відповідності роботи обладнання встановленим стандартам та вимогам. Паралельно із вивченням енергоспоживання здійснюється аналіз продуктивності, який характеризує обсяг виконаної роботи за одиницю часу, що є основою для планування виробничих потужностей і ресурсів. Взаємозв'язок між енергоспоживанням та продуктивністю дає змогу визначити ефективність роботи системи в цілому.

У результаті проведеного аналізу можна сформулювати рекомендації щодо підвищення енергоефективності, зниження експлуатаційних витрат і покращення продуктивних показників, що є важливим для забезпечення конкурентоспроможності і сталого розвитку виробництва.

Розрахунок енергетичних характеристик

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вихідні дані:

- $P_{\text{нагрівач}} = 5,0 \text{ кВт}$
- $P_{\text{парогенератор}} = 1,5 \text{ кВт}$
- $P_{\text{вентиляція}} = 0,15 \text{ кВт}$
- $t_{\text{зміни}} = 8 \text{ год}$
- $N_{\text{год}} = 40 \text{ виробів/год}$
- Робочих днів на рік = 250 днів

Розрахунок:

1. Загальна споживана потужність:

$$P_{\text{заг}} = 5,0 + 1,5 + 0,15 = 6,65 \text{ кВт}$$

2. Споживання електроенергії за зміну:

$$E_{\text{зміна}} = P_{\text{заг}} \times t_{\text{зміни}} = 6,65 \times 8 = 53,2 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

3. Продуктивність за зміну:

$$N_{\text{зміна}} = N_{\text{год}} \times t_{\text{зміни}} = 40 \times 8 = 320 \text{ виробів}$$

4. Річна продуктивність:

$$N_{\text{рік}} = N_{\text{зміна}} \times 250 = 320 \times 250 = 80\,000 \text{ виробів}$$

5. Питоме енергоспоживання:

$$E_{\text{питоме}} = E_{\text{зміна}} / N_{\text{зміна}} = 53,2 / 320 = 0,166 \text{ кВт}\cdot\text{год/виріб}$$

6. Річне споживання електроенергії:

$$E_{\text{рік}} = E_{\text{зміна}} \times 250 = 53,2 \times 250 = 13\,300 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У (таблиці 3.3) ми розглянемо енергоспоживання та продуктивність прасування нашою прасувальною машиною.

Таблиця 3.3 Аналіз енергоспоживання та продуктивності прасування

Показник	Значення	Од. вимір.
Енергетичні характеристики		
Потужність нагрівального елемента	5,0	кВт
Потужність парогенератора	1,5	кВт
Потужність вентиляційної системи	0,15	кВт
Сумарна споживана потужність	6,65	кВт
Споживання електроенергії за зміну (8 год)	53,2	кВт·год
Річне споживання електроенергії	13 300	кВт·год
Показники продуктивності		
Продуктивність за годину	40	виробів
Продуктивність за зміну	320	виробів
Річна продуктивність	80 000	виробів
Ефективність		
Питоме енергоспоживання	0,166	кВт·год/виріб
Режим експлуатації	потокове серійне виробництво	—
Енергозберігаючі функції	режим очікування, частотне регулювання	—

Для забезпечення ефективного нагріву до робочої температури 180°C необхідна потужність нагрівального елемента становить 5,04 кВт. Для забезпечення стабільної роботи вентиляційної системи необхідний асинхронний

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

двигун потужністю 150 Вт з частотним регулюванням.

Питоме енергоспоживання системи становить 0,166 кВт·год на один виріб, що відповідає сучасним стандартам енергоефективності промислового обладнання. Система забезпечує обробку до 80 000 виробів на рік при річному споживанні 13 300 кВт·год електроенергії.

### Висновки до третього розділу

У цьому розділі ми зробили розрахунки, які підтверджують працездатність нашої прасувальної машини. А саме розрахунок нагрівального елемента та теплових параметрів, розрахунок механічних характеристик приводу та розрахунок параметрів вентиляційного приводу. Також ми зробили аналіз енергоспоживання та продуктивності і аналіз енергоспоживання та продуктивності прасування. Крім цього ми вказали розрахункові механічні характеристики приводу прасувальної машини.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ

У результаті виконання дипломної роботи, присвяченої аналізу, проектуванню та оцінці ефективності сучасної прасувальної машини, було досягнуто цілісного розуміння технічних, функціональних та експлуатаційних характеристик даного обладнання в контексті його застосування у сфері текстильної обробки. Ми розглянули історію розвитку прасувальних машин і як вони вдосконалювались з часом і на основі цього зробили таблицю порівняльної характеристики прасувальних машин різних поколінь, ми розглянули особливості конструкції прасувальних машин і які в них вимоги до вузлів. Також ми взнали яка класифікація у різних типів прасувальних машин і для чого кожен тип машин призначається.

Проаналізовані технології керування, методи адаптації до типів тканин, системи подачі пари та вентиляції підтвердили, що модель нашої прасувальної машини відповідає найвищим вимогам до промислового обладнання нового покоління. Особлива увага приділялася не лише технічним параметрам, а й ергономіці, зручності експлуатації, безпеці для оператора та простоті профілактичного обслуговування.

Розроблена прасувальна машина демонструє конкурентоспроможність за такими параметрами, як функціональність, гнучкість налаштувань, інтелектуальне керування, економічність у споживанні електроенергії та доступність сервісного обслуговування. Важливим є також те, що при нижчій вартості експлуатації обладнання забезпечує рівень продуктивності, співмірний із системами преміального сегменту.

Загальний підсумок дипломної роботи полягає в тому, що модель нашої прасувальної машини є технічно досконалою, адаптивною і економічно обґрунтованим рішенням для сучасних виробничих або сервісних підприємств, які прагнуть поєднати високу якість обробки текстилю з оптимальними витратами та комфортними умовами праці. Отримані під час дослідження

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

результати можуть бути використані для подальшої модернізації аналогічного обладнання. У ході виконання дипломної роботи було здійснено комплексне дослідження сучасного стану розвитку прасувальних машин, що дало змогу виявити ключові тенденції в їх конструктивному вдосконаленні.

Визначення сучасних вимог до нового зразка прасувальної машини охоплювало аспекти безпечної та зручної експлуатації, економічного енергоспоживання, ергономічного дизайну, екологічної безпеки та технологічної універсальності. На основі цих вимог була розроблена інженерно обґрунтована конструктивна схема пристрою, яка враховує реальні умови використання в побутових умовах або в сервісному секторі.

Основні вузли, зокрема нагрівальний блок, система подачі пари, вентиляційна система та електронний блок керування, були детально проаналізовані, спроектовані та перевірені через відповідні механічні та теплові розрахунки. Це дозволило підтвердити їх працездатність, безпечність та відповідність заданим параметрам продуктивності.

Особлива увага приділялася створенню технічної документації відповідно до вимог ЄСКД, включаючи загальний вигляд машини, її функціональні модулі, вузли та окремі деталі. На основі обраної конструкції було здійснено раціональний вибір матеріалів і стандартних комплектуючих, що дозволяє забезпечити доступність виготовлення, зменшити вартість виробництва та підвищити ремонтпридатність пристрою. Сформульовано рекомендації щодо ефективної експлуатації машини, з акцентом на дотриманні технічного регламенту, своєчасному обслуговуванні та профілактичній діагностиці, які мають забезпечити тривалий термін служби обладнання та зменшення ймовірності виникнення аварійних ситуацій.

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



10. М. О. Кущевський, Ю.В. Кошевка. Робоче середовище як головний чинник процесу волого-теплової обробки. Вісник Хмельницького національного університету №2 '2013

11. Волого-теплова обробка виробів та прасування тканини [Електронний ресурс] <https://uahistory.co/pidruchniki/hodzicka-labor-training-for-girls-5-class-2013/8.php>

12. Устенко М. О., Руських А. О. Діджиталізація: основа конкурентоспроможності підприємства в реаліях цифрової економіки / М. О. Устенко, А. О. Руських // Вісник економіки транспорту і промисловості. – 2019. – № 68. – С. 181–192.

13. Фадєєва І. Г. Розвиток концептуальних засад автоматизованого аналітичного управління бізнес-процесами / І. Г. Фадєєва // Вісник Хмельницького національного університету. – 2018. – № 5, т. 2. – С. 88–92.

14. Sensick catalogue. W250: Compact photoelectric switch series for a broad range of applications [Електронний ресурс]. – 05.06.2018. – С. 778–809. – Режим доступу : <http://www.sensorica.ru/pdf/w250.pdf>.

15. [Електронний ресурс] / Klaus Schwab. – 2018. – Режим доступу : <https://www.weforum.org/agenda/2018/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>.

16. Simatic S7 [Електронний ресурс] // Wikipedia. – Режим доступу : [https://en.wikipedia.org/wiki/Simatic\\_S7-300](https://en.wikipedia.org/wiki/Simatic_S7-300) (дата звернення: 03.03.2025).

17. Stepper motor Nema 17HS8401 [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://reprar.in.ua/17HS8401> (дата звернення: 15.03.2025).

18. Капустенський П.Г., Поліщук О.С., Лісевич С.П. Механічна технологія та обладнання легкої промисловості : конспект лекцій для студентів напрямів підготовки “Машинобудування”, “Технологія виробів легкої промисловості”, “Професійна освіта” / П. Г. Капустенський, О. С. Поліщук, С. П. Лісевич. – Хмельницький : ХНУ, 2010. – 124 с.

						<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

19. Проспекти обладнання фірм Рахар, Расер, Wolf (США), Bullmer, Kuris, Veit, Kannigisser (Німеччина), Макри (Італія).

20. Сайти фірм-розробників обладнання: [www.asterbro.com.ua](http://www.asterbro.com.ua).  
<http://www.kuriswastema.com>; [www.investronica-sis.es](http://www.investronica-sis.es);

21. Патент (Німеччина) №3145087 МКИ Н 03К 17/56 від 02.01.08 (МКВ)

22. Патент (Франція) №246756 МКИ Н 03К 17/56 від 08.08.05

23. Патент (Франція) № 3203159 МКИ Н 03К 17/56 від 08.01.11

					<i>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		