

Хмельницький національний університет  
Факультет інженерії, транспорту та архітектури  
Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

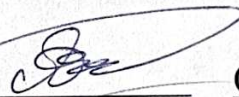
## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

# Розробка системи керування пристроєм для дослідження якості прання пральних машин

Галузь знань 14 Електрична інженерія  
Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
Освітня програма Електропобутова техніка


Шифр БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Виконав студент  
3 курсу група ЕТс-22-2

  
Підпис


О.А. Опанасюк  
Ініціали, прізвище

Керівник

  
Підпис, дата


О.Г. Тимошук  
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

  
Підпис, дата

С.І. Пушовск  
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:  
Зав. кафедри МАЕЕС

  
Підпис, дата

В.С. Неймак  
Ініціали, прізвище

2 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

Шифр і назва

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Шифр і назва

Освітня програма Електропобутова техніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАЕЕС

к.т.н., доц. Неймак В.С.

2.06.2025р.

## ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Опанасюк Олександр Анатолійович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Розробка системи керування пристроєм для дослідження якості прання пральних машин

керівник роботи Тимошук Олександр Григорович, 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 2.06.25

3. Вихідні дані до роботи технічні характеристики пральних машин

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

Вступ. 1. Аналіз існуючих технічних і технологічних рішень із тематики бакалаврської роботи. 2. Розробка конструкції пристрою дослідження якості прання пральних машин 3. Розрахунки елементів пристрою для дослідження якості прання пральних машин та розробка методики. Перелік джерел посилання.

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

1. Пристрої для фарбування тканини (ДО, А1). 2. Установка для забруднення лабораторних зразків тканини (СК, А0). 3. Пристрій для забруднення лабораторних зразків тканини (КЗ, А1). 4. Пристрій для забруднення лабораторних зразків тканини (ЕЗ, А1). 5. Експериментальні дослідження зразків білизни (ДІ, А1).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи


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

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Аналіз існуючих технічних і технологічних рішень із тематики бакалаврської роботи.	до 20.05.25р.	
2. Розробка конструкції пристрою дослідження якості прання пральних машин	до 29.05.25р.	
3. Розрахунки елементів пристрою для дослідження якості прання пральних машин та розробка методики	до 5.06.25р.	
4. Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	до 8.06.25р.	

Студент

  
Підпис

О.А. Опанасюк  
Ініціали, прізвище

Керівник роботи

  
Підпис

О.Г. Тимошук  
Ініціали, прізвище

# АНОТАЦІЯ

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

1. Прізвище, ім'я та по батькові \_\_\_\_\_

Опанасюк Олександр Анатолійович

2. Тема бакалаврської роботи Розробка системи керування пристрою для дослідження якості прання пральних машин

3. Прізвище, ініціали, вчена ступінь та звання опонента \_\_\_\_\_

4. Об'єм бакалаврської роботи: креслень 6 арк., сторінок записки 70

5. Існує спеціальний метод визначення ефективності прання бавовняних, синтетичних і змішаних тканин. Метод полягає у фотоколориметричному порівнянні відбивної здатності штучно забрудненого зразка матеріалу до й після прання з відбивною здатністю матеріалу до забруднення. Використовуються дослідні зразки бавовняної тканини з різними видами забруднювачів Метою бакалаврської роботи була розробка системи керування пристрою для дослідження якості прання пральних машин. В розрахунково-пояснювальній записці наведено всі необхідні розробки, а також розділи, що відповідають встановленим вимогам. В першому розділі проведено аналіз обладнання та патентної інформації з тематики бакалаврської роботи. В другому розділі здійснюється розробка конструкції пристрою дослідження якості прання пральних машин В третьому розділі проведено розрахунки елементів пристрою для дослідження якості прання пральних машин та розробка методики

Підпис студента \_\_\_\_\_

" 2 " 06 2025 р.

## РІШЕННЯ ЕК:

Протокол 8 від "30" 06 2025 р.

Оцінка проекту ЕК 4,0/5

Рекомендації ЕК -



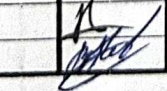

Особливі відмітки -

Технічний секретар \_\_\_\_\_

" 30 " 06 2025 р.

# ЗМІСТ

	с
Вступ.....	6
1 Аналіз існуючих технічних і технологічних рішень із тематики бакалаврської роботи.....	9
1.1 Загальні відомості.....	9
1.2 Пристрої для поверхневої обробки лабораторних зразків тканини..	14
Висновки до першого розділу.....	39
2. Розробка конструкції пристрою дослідження якості прання пральних машин.....	40
2.1 Технологія процесу видалення бруду з тканини .....	40
2.2 Методи дослідження пральних машин.....	49
2.3 Розробка конструкції пристрою для забруднення лабораторних зразків тканин.....	54
Висновки до другого розділу.....	55
3 Розрахунки елементів пристрою для дослідження якості прання пральних машин та розробка методики .....	56
3.1 Аналіз конструкції установки для штучного забруднення тканини ..	56
3.2 Розробка приводу установки.....	56
3.3 Розробка механізму забруднення тканини.....	58
3.4. Розрахунок ТЕНа.....	58
3.5 Розробка пристрою сушки.....	60
3.6 Технологія приготування грязьового розчину.....	61
3.7 Визначення якості відпирання.....	62
3.8 Обробка результатів досліджень.....	67

<b>БРМА 25.00.00.000 ПЗ</b>									
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	Літера			Аркуш	Аркушів
Виконав	Опанасюк				б		4		
Перевір.	Тимошук				ХНУ, гр.ЕТс-22-2				
Н.контр.	Пундик								
Затвер.	Неймак								

Розробка системи керування пристрою для дослідження якості прання пральних машин

Висновки до третього розділу.....	68
Висновки .....	69
Перелік джерел посилання.....	70
Додаток А	

					, БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	Докум.	Підпис	Дата		5



Існує особлива методика оцінки ефективності прання бавовняних, синтетичних та комбінованих тканин. Суть методу полягає у фотокolorиметричному зіставленні показника відбиття світла на штучно забрудненому фрагменті матеріалу до та після прання з показником відбиття того ж матеріалу перед забрудненням. Застосовуються тестові зразки бавовняної тканини з різноманітними видами забруднень, що дає можливість встановити:

- Миючу здатність, котра визначається механічним, хімічним та термічним впливом на зразки, забруднені сумішшю сажі та мінеральної оливи;
- Усування пігментів білка, коли зразки забруднені кров'ю;
- Виведення органічних пігментів, якщо зразки забруднені какао з молоком;
- Відбілюючий ефект, коли зразки забруднені червоним вином.

У державах Європейського Союзу як штучно забруднений текстиль (ШЗТ) застосовуються смужки бавовняної тканини, що з'єднані з п'яти квадратних клаптиків розміром 15х15 см кожен, у такому порядку: незайманий - забруднений сажею з мінеральною оливою - забруднений кров'ю - забруднений какао з молоком - забруднений червоним вином.

Компанії-виробники пральних машин мають у своїх дослідних лабораторіях еталонні пральні машини Wascator, і шляхом зіставлення результатів прання встановлюють клас ефективності прання своїх продуктів.

В Україні функціональні характеристики пральних машин визначаються згідно з вимогами ДЕРЖСТАНДАРТ 8051-93 "Машини пральні побутові. Загальні технічні умови". Виробництво ШЗТ здійснюється АТ Вндіхімпроект (Україна, м. Київ).

Завдання бакалаврської роботи передбачають:

- ознайомлення з методами дослідження пральних машин;
- детальний аналіз способів моделювання забруднення лабораторних зразків з тканин;

- проектування установки для нанесення забруднень на лабораторні зразки з тканин;

- виконання розрахунків основних конструктивних елементів розробленої установки.

						8
--	--	--	--	--	--	---

# 1 АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНІЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ІЗ ТЕМАТИКИ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

## 1.1 Загальні відомості

Спроби полегшити тяжке заняття пранням почали фіксуватися ще з сивої давнини, проте тривалий час не відзначалися значним успіхом. Збагнувши, що ключовим чинником є механічний вплив, морські подорожувальники чіпляли свій одяг до канатів та занурювали за борт, де під час руху судна хвилі били його, вибиваючи бруд. А на суходолі все залишалось без змін, аж поки не постали конструкції, що являли собою дерев'яну бочку з хрестовиною на вертикальній осі. Усередину наливали мильну воду, закладали білизну, а потім вісь крутили, і хрестовина терла та перемішувала речі. Власне кажучи, цей пристрій став предвісником пральної машини активаторного типу, що з'явилася значно пізніше.

Вважається, що американський винахідник на прізвище Мур першим запатентував пральну машину. Хоча ім'я його загубилося у глибині століть, дата офіційної реєстрації цього винаходу збереглась - 7 червня 1856 року. Цей пристрій, встановлений на колесах, складався з бочки, у середині якої була рухома вертикальна рама з дерев'яними "пальцями". До пральної машини додавалися дерев'яні кульки, які при зворотно-поступальному русі рами вгору-вниз, рухались всередині ємності з білизною, таким чином створюючи додатковий механічний вплив. Заможні американці досить швидко зрозуміли, що внутрішній механізм можна приводити в рух не тільки вручну, та пристосували для цієї цілі парові машини.

Однак, за чотири роки перед тим, як Мур запатентував свою ідею, співвітчизник американського генія, Джеймс Кінг, представив пристрій, який послужив прототипом для барабаних пральних машин. Його машина мала діжку, куди наливався мильний розчин, та вбудований всередині осі циліндр з



кількість порошку та ополіскувача та віджимають так, щоб полегшити подальше прасування. Споживачеві залишається тільки помістити одяг у барабан, натиснути кілька кнопок і спокійно займатися власними справами. Будь-яка білизна, навіть виготовлена з тонких та делікатних тканин, що раніше вимагала ручного прання, тепер може бути без вагань завантажена в пральну машину. Головне - правильно обрати виробника та модель: витративши значну суму один раз, ви зекономите на придбанні нового одягу, а також позбавите себе та близьких від турбот, пов'язаних із пранням.

Сучасні пральні машини барабанного типу на українському ринку переважно імпортовані від закордонних виробників електропобутової техніки. Яскравими представниками є такі фірми: LG-electronics, Samsung, Ardo, Indesit, Bosh, Besco, Gorenje, Wirpool, Sniger та інші. Побутова техніка згаданих виробників вирізняється:

- високими показниками функціональності,
- продуктивності роботи,
- ефективністю використання.

Український споживач постійно має змогу спостерігати за технічними нововведеннями від фірм, які вдосконалюють та роблять їхню продукцію конкурентоспроможною, завдяки чому споживачі віддають перевагу найкращим зразкам побутової техніки.

Загальний принцип функціонування, скажімо, для пральних машин барабанного типу, залишається незмінним [5, 6, 7]. Як і раніше, є бак, в якому обертається барабан, рух якого забезпечує електричний двигун. В результаті поєднання температурних показників води, хімічного прального засобу та механічної дії барабана при обертанні, відбувається процес прання.

Тенденція схиляється до мінімізації участі користувача у процесі прання. Відтак, операції, які слід виконати операторові, щоб пральна машина запустила процес прання, зводяться до завантаження білизни, наповнення лотка для прального порошку миючим засобом, вибору програми прання та встано-





для фарбування тканини розпиленням, в якому використовується вібрація на всю ширину полотна (далі - "пристрій безперервної дії фарбування розпиленням"). Цей пристрій є високоефективним та екологічно чистим рішенням для безперервного фарбування та обробки розпиленням.

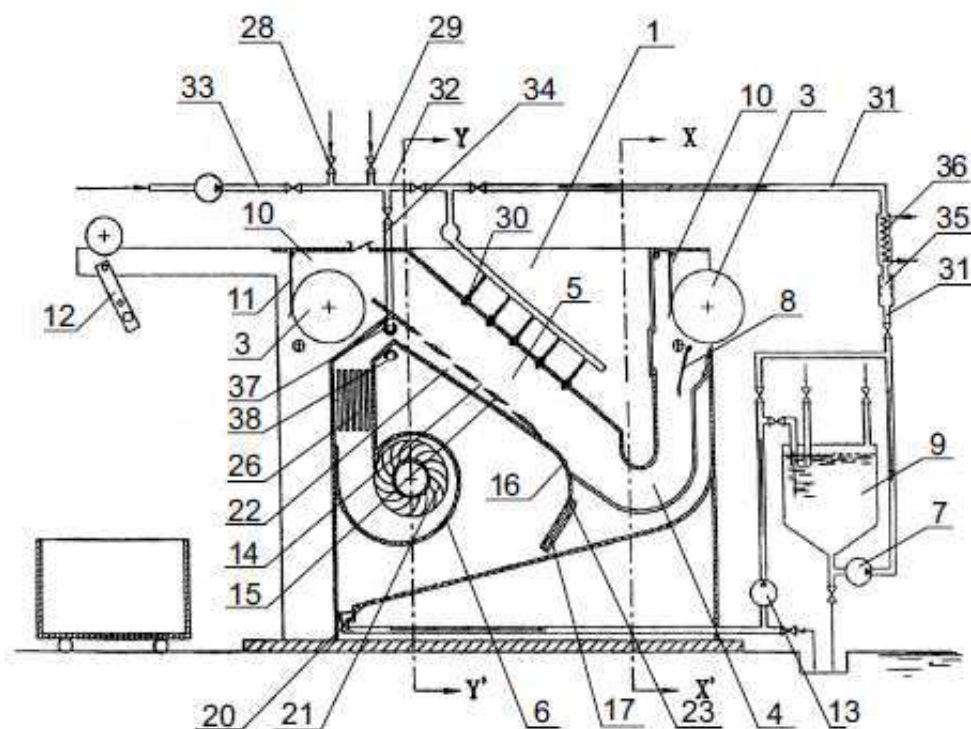


Рисунок 1.1 – Пристрій безперервної та комбінованої дії для підсиленого вібрацією фарбування розпиленням по всій ширині тканини

Вібрація генерує енергію, що сприяє проникненню барвників, реагентів обробки чи окислювальних газів у волокна тканини. Це посилює як інтенсивність фарбування, так і швидкість проникнення барвника в тканину. Відтак досягається ефективне фарбування й обробка у безперервному циклі, що дозволяє оптимізувати енергоспоживання, зменшити використання розчину та знизити вплив на навколишнє середовище.

В цьому винаході представлено безперервний пристрій для фарбування, в якому тканина під час процесу фарбування та інших обробних операцій пі-

днімається, натягується та піддається інтенсивній вібрації під дією високошвидкісного повітряного струменя. Завдяки цьому весь цикл обробки завершується за короткий проміжок часу.

Винахід надає змогу виконувати процес безперервного фарбування методом розпилення, а також обробляти трикотажне полотно або інші еластичні тканини по всій їхній ширині. Більше того, цей безперервний пристрій для фарбування методом розпилення дозволяє реалізувати безперервну обробку завдяки інтеграції різноманітних машин. Пристрій демонструє гнучкість: його можна налаштовувати, коригувати, розширювати або зменшувати, відповідно до потреб виробничого процесу, забезпечуючи ефективне використання ресурсів при фарбуванні та обробці матеріалів.

Окрім вищезазначеного, пропонується система безперервного фарбування розпиленням, де тканина рівномірно надходить у кожен сектор, перебуваючи у складеному стані.

У кожному відрізку тканину пересуває протягувальне колесо. Завдяки цьому, напругу на полотно зменшено, що виключає труднощі з неналежним м'яким дотиком, властивим для машин безперервного фарбування, які працюють за принципом плюсування.

Окрім того, винахід включає пристрій для безперервного фарбування розпиленням, здатний працювати не тільки з традиційними дисперсними та реактивними барвниками, а й здійснювати фарбування розпиленням в атмосфері азоту (інертного газу) у верхніх технологічних резервуарах, використовуючи низькотемпературний відновлювальний розчин барвника. Коли тканина проходить через наступний технологічний резервуар, відновлювальний розчин барвника, для закріплення кольору, піддається окисленню потоком свіжого повітря, яке спрямовано форсунками.

Запропоновано устаткування безперервної роботи для фарбування розпилюванням. Край полотна, проходячи, взаємодіє з потоком повітря високої швидкості, спричиняючи ритмічні вібрації матеріалу в кожному технологіч-

ному баку. Вібрація сприяє проникненню барвників, обробних агентів чи повітря, яке забезпечує повторне окислення, у волокна. Результат – ефективне фарбування й обробка тканини з мінімальним споживанням ресурсів.

Іншим аспектом цього винаходу є розробка безперервної системи для розпилювального фарбування. В цій системі нижній край тканини піддається впливу високошвидкісного повітряного потоку, збагаченого барвниками або значною кількістю води. Ці речовини випускаються з форсунок, спрямованих на тканину, під час процесів промивання або фарбування щільних текстильних виробів. Обробку тканини можна здійснювати з обох сторін, забезпечуючи ефективне фарбування. Залишки забруднень на тканині швидко дифундують у воду, що полегшує їх видалення.

Для досягнення окреслених цілей, безперервний пристрій для фарбування розпиленням, представлений у винаході, містить технологічні резервуари, сполучені між собою для процесу фарбування, кожен з яких базується на єдиному принципі і має аналогічну будову. Технологічний резервуар складається з кишені для накопичення тканини, направляючого каналу для тканини, повітряного сопла, протягувального вала для тканини, вентилятора, насоса для барвника, пристрою вібрації тканини, повітряного нагрівача, нагрівача барвника, входу для охолоджуючого повітря, виходу для вихлопу, входу для азоту, входу для пари, повітряного фільтра, фільтра для барвника, сполучних трубок між компонентами та елементів керування кожним компонентом.

Фронтальна та задня частини технологічної ємності пристрою безперервної дії для фарбування розпиленням, відповідно до опису винаходу, оснащені каналом, котрий має ліву та праву бічні стінки. Ліва та права сторони самої ємності утворюють паралельний широкий канал, що гарантує введення полотна в ємність та його протягування, розтягнутим по ширині. Неподалік від дна ємності, під вхідним отвором, у верхній частині технологічного ланцюга розташовано кишеню для накопичення полотна, де воно має можливість зберігатися у заданому об'ємі, зібране у складки.

Потім швидкість руху тканини сповільнюється, що дає можливість уникнути натягу під час його безперервного переміщення. У нижній частині технологічного конвеєра каналу сконструйовано напрямний канал для полотна. Поперек нижньої стінки цього напрямного каналу розміщені сопла, поділені на сектори, які спрямовують повітря. Згадані сопла сполучені трубами з вентилятором, забезпечуючи надходження та викид стисненого повітря. Згори над напрямним каналом розташовано одне або декілька сопел для барвника, поєднаних трубопроводами з насосом, що подає та викидає барвник або обробні реагенти на поверхню тканини.

Під вихідним отвором з каналу, у нижній частині технологічної лінії, розміщене рухоме колесо, що відповідає за перетягування тканини. Ця тканина розташовується у накопичувальній кишені, забезпечуючи її подальший рух через спрямовуючий канал. Далі полотно безперервно рухається до наступного бака для технологічної обробки. Під час процесу фарбування та інших операцій тканина взаємодіє з атомарними часточками барвника, які викидаються з сопел. Це дозволяє досягти фарбування з мінімальною кількістю реагентів. Контакт тканини з барвником відбувається разом із періодичною, інтенсивною вібрацією, що виникає внаслідок високошвидкісного повітряного потоку, який генерується спрямовуючими повітряними соплами. Таким чином, барвник, як і реагенти або гази, що сприяють повторному окисленню, отримують енергію, необхідну для проникнення в структуру тканини. Інтенсивність поглинання та швидкість дифузії барвника в тканину може бути збільшена, що дає змогу досягти безперервного процесу фарбування та обробки з високою ефективністю, низьким споживанням енергії, мінімальною витратою рідини та зниженим рівнем забруднення довкілля.

Запропонований прилад безперервної дії для фарбування розпиленням складається з технологічного бака 1, вхідного каналу 10, кишені 4 для збору полотна, направляючого каналу 5 для полотна, сопла 14 для спрямування повітря, відбивального екрану 15, каналу 23 для циркуляції повітря, колеса 3

для протягування полотна, вентилятора 6, повітряного фільтра 27 (рис. 1 г), насоса 7 для барвника, сопла 30 для барвника, пристрою 8 для надання коливань полотну, подавача 2 полотна, нагрівача 26 повітря, нагрівача 36 барвника, фільтра 35 для барвника, направляючої пластини 16 для циркуляції газу та рідини, входу 24 для свіжого повітря, виходу 25 для вихлопу, входу 28 для азоту, входу 29 для пари, входу 34 для води, водяного сопла 37, форсунки 38, заслінки 11, вихідного пристрою 12 для надання коливань полотну та системи 17 для зливання барвника у систему циркуляції [5].

Розгляньмо зображення: а, б, в, г та д. Технічне рішення технологічної ємності 1 симетричне з обох боків, задля спрощення з'єднань. Впускний канал 10 розміщено над бічними стінками у верхній частині технологічного контуру зазначеної технологічної ємності, а випускний канал 10 розміщений над бічною стінкою в нижній частині цього ж контуру. Окрім того, ліва і права сторони кожного з каналів, а також ліва та права стінки в зазначеній технологічній ємності формують паралельний канал з великим перетином, забезпечуючи можливість введення та проходження полотна 2 розтягнутим через технологічну ємність 1. Нижня частина 20 в нижній частині технологічної ємності 2 розміщена нижче верхньої частини 19, що утворює похилу площину для ефективного збору циркулюючої рідини та повернення її до ємності, де готується барвник, за допомогою циркуляційного насосу 13. У верхньому секторі технологічної ємності 1 передбачено кишеньку 4 для накопичення полотна, дном якої слугує пластина 18 із сітки, що розділяє газ та рідину.

Напрямний канал 5 для полотна знаходиться в нижній частині технологічного бака 1. На верхній поверхні цього каналу 5 закріплено сопла 30, які призначені для подачі барвника. Повітророзподільна труба 22 розміщена зовні нижнього каналу, зорієнтована в тому ж напрямку, що й напрямний канал 5 для полотна, при цьому нижня плоска стінка каналу 5 та верхня стінка труби 22 утворюють спільну стінку 15. У цій стінці 15 (яку ще називають відби-

вним екраном 15) є сопла 14, що спрямовують повітря, розділені секторами вздовж каналу.

Верхній край спільної стінки 15 з'єднаний із сітчастою пластиною 18, яка служить для розділення газів та рідин, розміщеною під кишенею 4, де накопичується полотно. Нижній кінець спільної стінки 15 сполучений з вихідним каналом 10. Відтак, стінка 15 розташована під певним кутом, з верхнім краєм, що знаходиться нижче нижнього.

Під вихідним каналом 10 облаштовано валик 3 для протягування полотна. Безпосередньо під цим валиком (Увага: Кожна ємність 1 містить два валики 3: вхідний та вихідний. Йдеться про вхідний валик) розміщено вібраційний пристрій 8, призначений для полотна. Пристрій 8 може сполучатися з коливною пластиною, що рухається вздовж осі, через механізм передачі руху. В місці з'єднання стінки 15 та сітчастої пластини 18, подовженням стінки 15 сформовано направляючу пластину 16, що скеровує потік барвника. У нижній частині пластини 16 розташовано систему 17 для збору барвника, який відправляється в циркуляційну систему. Між системою 17 та каналом знаходиться канал 23, що забезпечує циркуляцію повітря. Таким чином, барвник, пройшовши систему зливу, не змішується з повітряним потоком.

До лівої та правої стінок технологічного чану 1, під трубою 22, що розподіляє повітря, закріплено вбудований вентилятор 6. Вхід цього вентилятора 6 оснащений проточним циліндром 21. Внутрішній об'єм циліндра оформлено у вигляді повітряного фільтра 27. Вихід вентилятора з'єднаний з повітроподільною трубою 22.

Згідно з описаним пристроєм для безперервного фарбування, полотно, що подається колесом 3, згортається та накопичується в кишені 4, має здатність ковзати по площині стінки 15 (відбивного екрану 15), розташованій під каналом 5, призначеним для тканини. Фарбувальна речовина або хімічні реагенти з резервуару підготовки 9 можуть під тиском подаватися насосом 7 через трубу 31, фільтр 35 та теплообмінник 36 до форсунки 30, розміщеної в

каналі 5, для розпилення на верхній бік полотна. Під час операції фарбування або обробки, полотно 2 розтягується на всю ширину повітряним потоком із сопел 14, які направляють повітря в канал 5. Тканина 2 рівномірно покривається атомізованими частинками барвника та хімікатами з форсунки 30, що розміщена у верхній частині каналу 5. Ефект фарбування досягається шляхом проникнення барвника від верхньої поверхні до нижньої.

Водночас, на нижній площині тканини 2 надходить високошвидкісний потік повітря з сопел 14, що спричиняє левітаційну дію на тканину 2. Повітряний потік також породжує різницю тиску по обидва боки тканини 2: з нижнього боку тиск зменшується, а з верхнього – зростає. Як наслідок, повітряні потоки з обох боків взаємодіють між собою, змушуючи тканину коливатися. Збільшений тиск з верхньої сторони також примушує потік витіснятися з боків тканини 2. Проходячи крізь канал 5, тканина не лише вібрує, але й розтягується у ширину. Не поглинені тканиною 2 барвник та розчин повертаються назад у резервуар 9 за допомогою циркуляційного насоса 13, або ж скеровуються до технологічного баку 1 для повторного розпилення. Під час промивання рідину можливо злити.

Газова складова з'єднана з вищеозначеним вентилятором 6 за допомогою потокового циліндра 21 (за умови, що вбудований вентилятор не використовується, передбачено додаткову циркуляційну трубу та систему трубопроводів). Це необхідно для забезпечення стиснення повітря в цій ємності вищевказаним вентилятором 6 та подальшого його спрямування трубопроводом через повітряний фільтр 27 та повітряний теплообмінник 26 у повітряний розподільний канал 22.

Далі, використовуючи форсунки 14, повітря викидається в згаданий напрямний канал 5 для тканини, рухаючись вгору технологічним ланцюгом, що проходить вздовж верхньої частини відбивного екрана 15. Відтак, повітряний потік спрямовується в протилежному напрямку до руху вищезгаданої тканини 2.

Тканина 2 здатна рухатись стабільно, адже сила тертя, що виникає між валом 3 для протягування полотна та самим полотном 2, переважає силу, утворену потоком повітря. Відтак, задля забезпечення рівномірного руху цієї тканини, вал 3 для протягування матеріалу повинен створювати тягову силу, що перевищує дію повітряного потоку.

Власне, задля полегшення процедури фарбування, тканина 2 у вказаному технологічному чані 1 здатна рухатися в унісон з повітряним потоком. Розходження між фарбуванням за умови співнаправленого руху та протилежного руху – незначні. Проте, на практиці, зустрічний напрямок забезпечує вищу стійкість пересування згаданої тканини 2, ніж рух в одному напрямку. Інакше кажучи, рух в одному напрямку більш актуальний для фарбувальних машин циклічної дії, котрі детально описані у попередньому патенті того самого автора, й не будуть розглянуті у цьому тексті. По суті, між циклічним та безперервним фарбуванням існує суттєва відмінність у потребах стосовно швидкості руху тканини.

Причина криється в тому, що у фарбувальних машинах безперервної дії вказана тканина 2 обробляється лише в момент проходження через кожен пристрій. Отже, з огляду на обмежену кількість обладнання та відведений час, раціональніше зменшити швидкість руху вказаної тканини 2, щоб забезпечити більш повне та якісне фарбування. Коли вказана тканина 2 та повітряний потік рухаються в протилежних напрямках, швидкість руху вказаної тканини 2 повністю контролюється вищезгаданим колесом 3 для протягування тканини. Відтак, проблема синхронізації не виникає під час роботи пристрою. Енергія повітря, яке виходить зі згаданої спрямовуючої форсунки 14, повністю перетворюється на енергію, необхідну для вібрації вищезгаданої тканини 2.

Досягається також додаткова ціль: більшість забруднень здатні вилучатися потоком повітря та циркулюючою рідиною в процесі фарбування чи очищення. Окрім цього, всередині повітрярозподільної труби 22, на верхівці

технологічного ланцюжка, міститься водяна форсунка 37, з'єднана через трубопровід 33 з напірним промивним насосом або ємністю з водою. На цьому трубопроводі 33 розташований додатковий трубопровід 32, котрий поєднаний з вищезгаданим трубопроводом 31, що містить фарбувальний розчин. У кожному трубопроводі встановлено реверсивний регулювальний клапан для контролю подачі води чи суміші води з барвником. Це реалізується через відкриття та закриття цих клапанів під час промивання або фарбування тканин підвищеної щільності.

Далі рідина прямує вперед і змішується з потоком повітря в згаданій повітряній розподільчій трубі 22, що дозволяє великій кількості води або барвника, що виходять із спрямовуючої форсунки 14, контактувати з тканиною 2. Це дає змогу стороннім забрудненням чи обробним хімікатам, які залишилися на тканині 2, швидко розчинитися у воді. Подібним чином, якщо тканина 2 фарбується з обох боків, на згаданому трубопроводі 33 можна передбачити паровий трубопровід, а реверсивний регулюючий клапан 28 безпосередньо регулює необхідну температуру в технологічному чані 1.

Коли тканина 2 досягає технологічного чану 1, що йде далі, коливальна пластина 8, згадана вище, має змогу змусити тканину 2 зануритися у згадану кишеню 4 для збору, складаючи її у спосіб, який є найліпшим. Задля зручності розуміння, у наступному абзаці буде представлено докладніший опис ефектів, що відбуваються у згаданому каналі для скеровування тканини [5].

Відповідно до принципу Бернуллі: "зона з більшою швидкістю рідини або газу має нижчий тиск". Отож, як було показано вище, коли під згаданою тканиною 2 формується швидкий повітряний потік, тиск під нею зменшується, стаючи нижчим, аніж тиск над нею, де швидкість потоку повітря менша. Зважаючи на це, тканина 2 буде притягуватися до області з високошвидкісним повітряним потоком завдяки дії двох факторів: різниці в тиску та гравітації. Таким чином, тканина 2 контактує щільно з швидким повітряним пото-

ком, а тертя між ними зростає, через що тканина 2 отримує більшу частину енергії від потоку повітря.

Отже, коли тканина 2 наближається до середини потоку повітря, що рухається з великою швидкістю, вона буде захоплена цим потоком і не зможе рухатися далі. Оскільки центр високошвидкісного потоку повітря має більшу кінетичну енергію, вищезгадана тканина 2, рухаючись вперед, буде постійно підніматися та ковзати над пласкою стінкою, уникаючи тертя об стінки каналу. Як тільки тканина 2 опиниться в області центру високошвидкісного потоку, потік повітря створить максимальний тиск, змушуючи тканину 2 швидко залишити цю область. Виникнення максимального тиску пояснюється перетворенням кінетичної енергії на енергію тиску в результаті опору.

Це може бути наслідком відбиття від згаданого плоского екран-відбивача 15 та збігу з фазою іншого максимуму, що може призвести до миттєвої появи ще одного максимуму тиску. Цей максимум тиску безперервно та періодично впливає на згадану тканину 2 у межах згаданого каналу 5, що спрямовує тканину. Відповідно, будь-яка частина тканини 2 може піддаватися періодичним вібраціям. Частота цих вібрацій залежить не лише від маси тканини 2, а й від кількості руху повітряного потоку. Отже, під час фарбування чи інших операцій обробки на частоту вібрації можуть впливати як конфігурація отвору згаданої форсунки 14, що направляє повітря, так і вихідна потужність вентилятора. Формування згаданої періодичної хвилеподібної вібрації є результатом застосування значної кількості енергії.

Кожне коливання не просто послаблює структуру вказаної тканини 2, даючи барвникові змогу вільно рухатися, але й додає йому енергії, необхідної для проникнення в глибину тканини. Це, у свою чергу, підвищує інтенсивність поглинання та швидкість розподілу барвника в тканині. Отже, під час фарбування, додатково до отримання високої концентрації барвника з мінімальною його кількістю, високої ефективності, мінімального споживання енергії, низького гідравлічного модуля та екологічного фарбування, тканина,



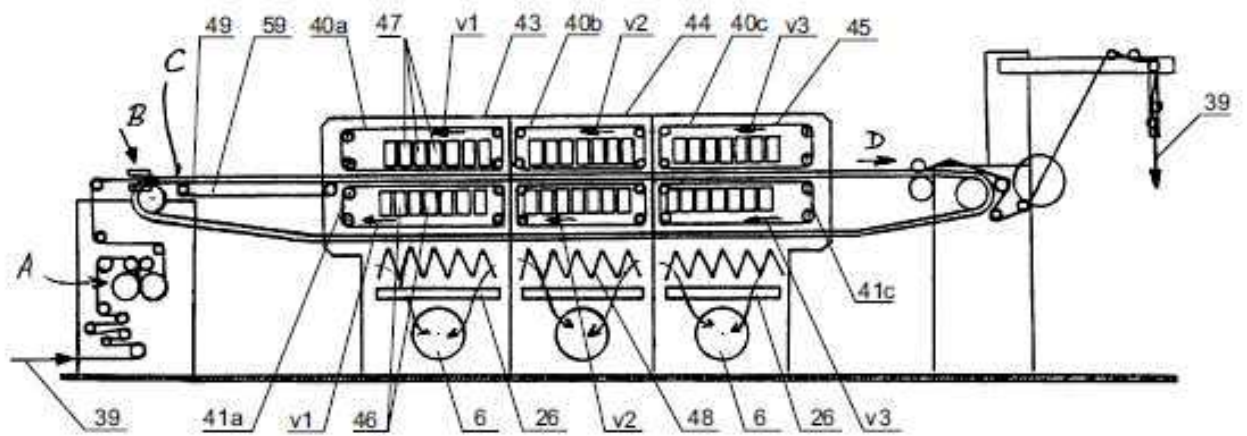


Рисунок 1.2 – Спосіб сушіння і усадки текстильного виробу і пристрій для його здійснення

Завдання цього винаходу полягає у розробці методу, що гарантує виробництво текстильних виробів з найбільшою можливістю збереження їхньої форми та поліпшенням показника усадки.

Додатковою метою винаходу є розробка обладнання для втілення в життя зазначеного методу.

Поставлене завдання розв'язується таким чином: у методі безперервного сушіння та усадки текстильних трикотажних або тканих виробів, де вологий виріб транспортується вздовж транзитного каналу, котрий розташований між принаймні двома нескінченними обертовими, повітрянопроникними направляючими стрічками для двобічного сушіння, через щонайменше одну сушильну секцію. Остання сформована протилежно розташованими, зі зміщенням або без нього, соплами гарячого повітря. Відповідно до винаходу, виріб спочатку закріплюється на безперервно обертовій натяжній рамі, котра переміщається з певним інтервалом вперед, у напрямку повітряного потоку, розтягується у поперечному напрямі, і збоку фіксується, рухаючись (D) у вигляді хвиль крізь сушильну позицію.

При цьому оброблюваний виріб певним чином розміщується поряд з протилежною до сопла направляючою стрічкою, на відповідній зоні обдування окремого сопла гарячим повітрям. Нижня і/або верхня направляюча стрічка рухається швидше, ніж натяжна рама.

Швидкість обертання ліво- та правобічних тримачів текстильного виробу на натяжній рамі можна регулювати окремо для досягнення відмінної між собою швидкості транспортування.

Перед подачею на натяжну раму, виріб пропускають через пристрій (А) для розтягування в ширину.

Розширена в ширину деталь, що виходить з пристроєм (А), та після фіксації з боків на розтягувальній рамі, рухається далі за допомогою вузла для підтримки й переміщення текстилю, котрий звужується конусоподібно у площині (С) підтримки виробу, досягаючи потрібної робочої ширини (Н), що охоплює всю ширину (G) деталі, а вузол підтримки й транспортування переважно оснащений кількома боковими, розставленими й орієнтованими у напрямку переміщення безконечними обертовими транспортувальними канатами або стрічками.

Застосовують нижню та/або верхню спрямову стрічку, утворену з кількох відокремлених вузьких стрічок або канатів, швидкість обертання котрих ( $v_1$ ,  $v_2$ ,  $v_3$ ) корегується головним чином окремо.

Транзитний канал обмежений кількома окремими групами спрямовувальних стрічок, а швидкість їх обертання ( $v_1$ ,  $v_2$ ,  $v_3$ ) регулюється здебільшого індивідуально.

Швидкість обертання спрямовувальних стрічок в зоні усадки є найбільшою.

Приводом окремих спрямовувальних стрічок керують окремо за допомогою пристрою для сканування виробу, передусім за допомогою оптоелектронного скануючого пристрою.

Приводи окремих ниток або тросів, що знаходяться поруч та паралельно одне одному, регулюють так, щоб при роботі з в'язаним полотном петлі розміщувалися перпендикулярно до текстилю і були направлені одна на одну, а під час роботи з тканим виробом проміжна нитка розташовувалася перпендикулярно до текстилю, і за потреби можна було змінювати силу деформації або розтягування.

Інша задача вирішується завдяки пристрою для безперервного сушіння й усадки текстильних трикотажних чи тканих виробів. Цей пристрій включає принаймні одну сушильну секцію, яка сформована соплами для гарячого повітря. Сопла розміщені один навпроти одного, зі зміщенням або без нього, у транзитному каналі. Також передбачено щонайменше дві обмежувальні рамки для проходження оброблюваної текстильної тканини через сушильну секцію. Додатково передбачена безперервно обертова натяжна рама, що здатна переміщатися, обмежена напрямними стрічками в транзитному каналі.

При цьому відстань по вертикалі між вказаною рамою та нижньою гілкою хоча б однієї верхньої направляючої стрічки та верхньою гілкою хоча б однієї нижньої направляючої стрічки визначається таким чином, щоб під час функціонування пристрою оброблюваний текстиль, що утримується натяжною рамою та переміщуючись, на відповідній ділянці, де на нього спрямовується сопло гарячого повітря при локальному обмеженні, досягав віддаленішої направляючої стрічки. Нижня та/або верхня направляюча стрічка переміщається вперед швидше, ніж натяжна рама. Пристрої подачі (А, В) виробу до натяжної рами сконструйовані з можливістю попереднього закріплення виробу на цій самій натяжній рамі.

Перед натяжною рамою розміщено пристрій (А), що править за розтягування текстилю завширшки. Він облаштований мінімум двома валами. Один із них має рельєф, сформований численними виступами, і розташований спереду від іншого валу.

Ліво- та правосторонні фіксатори текстилю на натяжній рамі виконані у вигляді безконечного обертового ланцюга, оснащеного голками або зубами. Хоча б один з цих ланцюгів рухається усередині транзитного каналу, який направляє його вздовж. Канал, що перекриває, спирається вертикально, загалом принаймні на верхню та нижню направляючі стрічки.

Інтервал між двома граничними направляючими стрічками транзитного каналу, що обмежують його вертикально, піддається регулюванню.

Напрямок спрямування потоку, щонайменше, в одній зоні, де виріб має усадку, є протилежним до напрямку (D) переміщення тканини та відхиляється від вертикалі на кут від 1 до 40 градусів. При цьому сила повітряного потоку та кут нахилу взаємоузгоджені таким чином, щоб протягом процесу обробки уникнути помітного зміщення текстильного виробу, який розташовується окремими частинами на обох направляючих стрічках.

Згідно з зображенням на рис. 2 (а), оброблюваний вологий текстильний виріб (39) подається через транзитний канал (42). Цей канал утворений між двома нескінченними, обертовими, проникними для повітря направляючими стрічками (40) і (41). Така конструкція забезпечує двосторонню обробку та сушіння через три послідовно розташовані сушильні позиції (43), (44), (45), які виконані згідно з загальновідомими принципами.

Вказані сушильні секції 43, 44 і 45 оснащено, специфічно розташованими з боків, рознесеними й спрямованими на транзитний канал 42 щілинними соплами гарячого повітря 46 або 47, розміщеними під прямим кутом до напрямку транспортування D оброблюваного тканого матеріалу 39 на всю ширину обох напрямних стрічок 40 та 41.

З метою створення хвилеподібного руху в оброблюваному текстильному виробі 39, який пересувається транзитним каналом 42, щілинні сопла 47 гарячого повітря розташовані - вздовж напрямку транспортування D вказаного текстильного виробу 39 - зі зміщенням відносно нижніх щілин сопел 46 гарячого повітря.

Гаряче повітря, що виходить із щілин сопел 46 та 47, після контакту з оброблюваним текстильним виробом 39, відсмоктується крізь повітряні фільтри 48 та теплообмінник 26 за допомогою вентиляторів 6, і після повторного нагрівання подається у відповідні сопла 46 та 47.

Як демонструють зокрема малюнки 1, 2 та 3, вологий текстильний виріб 39, який підлягає обробці, подається у пристрій розтягування по ширині А, для забезпечення максимально рівномірного витягування по всій його площі. Після цього його направляють на раму 49 для натягування. Рама обертається безперервно, рухаючись вперед у напрямку дуття по транзитному каналу 42, залишаючи зазор. Фіксація виробу на ділянці здійснюється з випередженням за допомогою голок, що закріплені на рамі.

Пристрій А для розтягування по ширині, відповідно до рис. 2 (в), конструктивно включає два обертові валики 50 та 51 з канавками, що розташовані між собою, утворюючи зазор для розтягування. Реалізація цього здійснюється відомим способом.

Після устаткування А для розтягування текстильного виробу 39 завширшки, останній подається до кількох валкових розправлячів тканини через вузол В, призначений для закріплення на голках рами 49. Мета - натягнути розтягнутий за шириною виріб 1, який фіксується у початковій позиції F (див. малюнок 2 д) завдяки вузлу 59, що слугує для підтримки та пересування текстильного виробу 39. Вузол, що звужується на конус у напрямку площини С опори тканинного полотна, дозволяє досягти потрібної ширини Н обробки. Він розташований збоку вздовж усієї ширини G текстильного виробу. Водночас, безперервно обертаючись, рама 49 для натягу, яка також звужується на конус, утримує бік виробу і спрямовує його у вхідний отвір сушильної позиції 43, 44, 45.

Відтак, коли текстильне полотно стягується з ширини F до ширини Н, в якій виріб надходить у сушильну позицію 43, 44, 45, забезпечується можливість отримання надзвичайно рівномірної структури текстильного виробу. Це

стає можливим завдяки тому, що виріб 39 при його стягненні розташовується на верхніх гілках безконечних обертових транспортуючих сторін 60, які, в свою чергу, сприяють рівномірному стягненню текстильного виробу 39 по всій змінній ширині G.

Згідно з рис. 2 (б), безконечна обертова натяжна рама 49 має лівий та правий утримувачі 54, 55 текстильного виробу. Ці утримувачі обладнані голками 52 та 53 для бічної фіксації оброблюваного текстильного виробу 39. Кожен з утримувачів сформований безконечною ланцюговою передачею, швидкість обертання якої в напрямку укладання ниток може регулюватися окремо.

У наведеному прикладі реалізації один з двох безкінечних ланцюгів, 18 і 19, переміщується в середині транзитного каналу 42. Це зроблено для уникнення пошкоджень верхньої направляючої стрічки 40 голками 53 через направляючий та перекриваючий канали 56, котрі проходять вздовж направляючого каналу 42. Крім цього, обидва фіксатори 54, 55 для текстильного виробу – для відповідності натяжної рами 49 визначеній ширині виробу – сконструйовані регульованими у напрямку E. Зрозуміло, також можливе розміщення фіксатора 54 для текстилю в аналогічному направляючому та перекриваючому каналі 56 між верхньою та нижньою направляючими стрічками 40 і 41.

Напрявні та перекриваючі канали 56 у вертикальному положенні утримуються на верхній та нижній напрямних стрічках 40 і 41. На їхніх контактних зонах 57 та 58, що з'єднуються з цими стрічками, передбачено антифрикційне покриття, наприклад, з тефлону. Завдяки такому бічному спрямуванню оброблюваного текстильного виробу 39, який утримується натягнутим у поперечному напрямку через сушильну позицію за допомогою безперервно обертової натяжної рами 49, стає можливим отримання кінцевого продукту з дивовижно рівномірною структурою, стабільними розмірами та чіткою формою.

Щоб у виробі з текстилю, на зразок, у випадку витягнутого полотна, гарантувати перпендикулярність ниток чи петель утка до його поздовжньої осі, а також для досягнення однорідності по ширині текстилю та варіювання деформаційних властивостей, дивлячись на кінцевий виріб, як на рис. 2 (г), замість стандартних верхньої 40 та нижньої 41 направляючих стрічок, можна застосовувати декілька вужчих, позначених як 40', 40" і 40'''. Керування швидкістю обертання  $v_1$ ,  $v_2$  і  $v_3$  здійснюється за допомогою оптикоелектронного пристрою, який сканує текстиль. Такі пристрої виробляються, наприклад, компаніями Mahlo (ФРН) або Erhard & Leimer (ФРН) [5].

Щоб деформацію або розтягування текстильного виробу 39 можна було більш точно здійснити з отриманням конкретної щільності, можливо, як демонструє малюнок 2 (г), доцільно замість використання єдиної нижньої та верхньої направляючої стрічки 41 або 40 застосувати декілька послідовно розміщених і незалежних одна від одної груп направляючих стрічок 40а, 41а, 40б, 41б, 40с, 41с. Швидкості їхнього обертання, тобто  $v_1$ ,  $v_2$ ,  $v_3$ , необхідно регулювати індивідуально, використовуючи оптоелектронний пристрій для сканування текстильного виробу.

Щоб оптимізувати ефект зсідання у відповідній зоні сушильної позиції, як зображено на рис. 2(є), необхідно, щоб напрям I витоку нагрітого повітря з форсунок 46 та 47 у цій області був спрямований в протилежному напрямку від руху текстильного виробу (напрямок D), з кутом нахилу до вертикалі.

З метою досягнення максимального ефекту зсідання в зоні, де це необхідно, у сушильній позиції, відповідно до рис. 2 (є), оптимально, щоб напрям I викиду гарячого повітря з сопел 46 та 47 у цій зоні протистояв напрямку D руху текстилю та був нахилений під кутом  $\alpha = 1-40^\circ$  до вертикалі. Важливо узгодити тиск повітря та кут нахилу, щоб уникнути значного зміщення частин текстильного виробу, розташованих на напрямних стрічках 40 і 41 під час роботи. Таке розташування форсунок гарячого повітря 46' та 47' в зоні зсідання сушильної позиції, на відміну від стандартного вертикального розташування,

дозволяє збільшити деформаційну силу, яка впливає на текстильний виріб 39 при контакті з відповідною напрямною стрічкою 40 або 41.

### 1.2.3 Спосіб термообробки синтетичного текстильного матеріалу

Винахід, що відповідає [БРМА 25.00.00.000 ДО, рисунок 3, а], стосується термообробки текстильних виробів з синтетичних ниток, зокрема корду для шин, у теплових камерах конвекційного типу. Завдяки йому поліпшується якість обробки штучного текстилю та підвищується надійність роботи обладнання в термічній камері. Теплоносій циркулює замкнутим контуром, проходячи через нагрівач і потрапляючи на нагрівальну поверхню матеріалу через нагнітальні форсунки. Передбачено поділ процесу термообробки на стадії нагрівання та витримки матеріалу при високій температурі, розподіл теплоносія на два потоки, які спрямовуються до нагнітальних сопел для етапів нагрівання та витримки, та регулювання співвідношення витрат цих потоків при сталій витраті теплоносія через нагрівальний пристрій. Це дозволяє стабільно контролювати тривалість нагріву матеріалу шляхом коригування інтенсивності обдування матеріалу на стадії нагріву.

Метою цього винаходу є вдосконалення якості обробки текстилю з синтетичних волокон і збільшення надійності функціонування обладнання, яке забезпечує потрібний температурний режим для термообробки текстильних виробів.

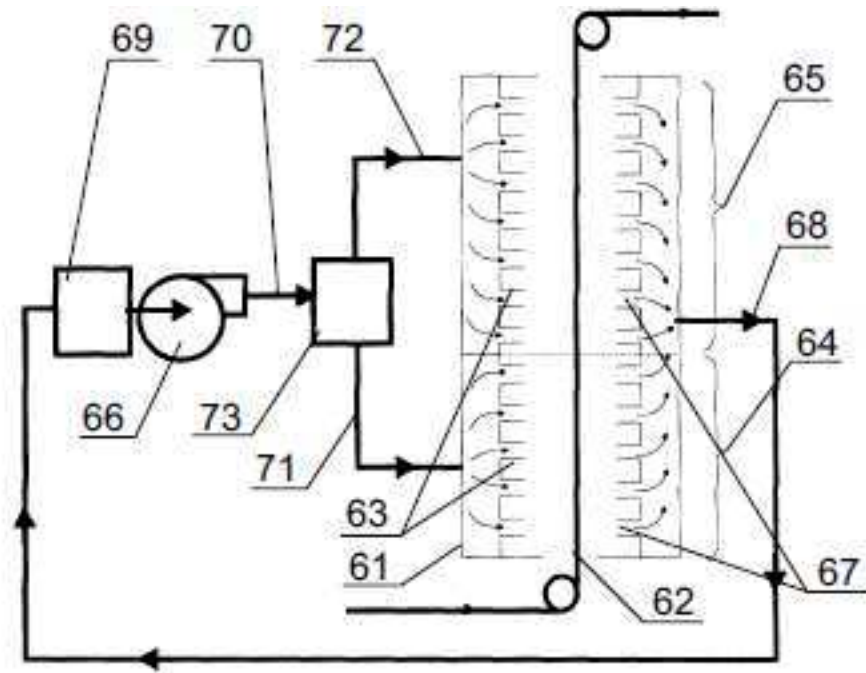


Рисунок 1.3 – Спосіб термообробки синтетичного текстильного матеріалу

Сутність запропонованого винаходу визначається наступним: у методі, який передбачає нагнітання розігрітого теплоносія циркуляційним вентилятором через розподільний повітропровід до нагнітальних сопел, подачу розігрітого теплоносія до поверхні матеріалу, що переміщується в камері термообробки, через нагнітальні сопла, розділення процесу термообробки на етапи нагрівання та витримки матеріалу за певної температури, та підтримання тривалості нагрівання матеріалу до температури теплоносія на заданому рівні, згідно з винаходом, виконують відведення теплоносія від поверхні матеріалу через всмоктувальні сопла до підігрівача, а також здійснюють нагрівання теплоносія безпосередньо в підігрівачі.

Водночас нагрітий теплоносій розгалужують на два струмені. Один спрямовується до нагнітальних сопел, розміщених на етапі нагрівання, а інший - до нагнітальних сопел, що знаходяться на стадії витримки, використовуючи окремі розподільні повітропроводи. Підтримання часу нагрівання матеріалу до температури теплоносія на потрібному рівні досягається регулюванням пропорції потоків теплоносія у кожному індивідуальному розподіль-

ному повітропроводі стадій нагрівання та витримки, при цьому зберігається стабільний потік теплоносія через підігрівач. Завдяки цьому забезпечується сталий потік теплоносія через підігрівач, а також висока якість обробки матеріалу.

Запропонований спосіб ілюструється кресленням, яке демонструє схему обладнання для термообробки та траєкторію теплоносія. На кресленні зображені камера термообробки 61, матеріал для нагрівання 62, нагнітальні форсунки 63, ділянка нагрівання матеріалу 64, зона витримки матеріалу при потрібній температурі 65, циркуляційний вентилятор 66, всмоктувальні форсунки 67, всмоктувальний повітропровід 68, підігрівач 69, основний розподільчий повітропровід 70, розподільчі повітропроводи 71 та 72 зон нагріву та витримки, а також пристрій 73, що коригує розподіл потоку теплоносія в розподільчих повітропроводах зон нагрівання і витримки матеріалу при встановленій температурі.

Метод виконується таким чином. Матеріал 62 подається до камери термообробки 61, де матеріал обдувається нагрітим теплоносієм з нагнітальних сопел 63. Ці сопла розміщені вздовж всієї зони термообробки та розбиті на дві частини, які відповідають зоні 64 нагрівання матеріалу та зоні 65 витримки матеріалу при фіксованій температурі, що збігається з температурою нагрітого теплоносія. Охолоджений теплоносій з області термообробки надходить у всмоктувальні сопла 67 за допомогою циркуляційного вентилятора 66, а потім - до всмоктувального повітропроводу 68, підігрівача 69, основного розподільного повітропроводу 70, розподільних повітропроводів 71 та 72 зон нагріву та витримки, після чого подається до поверхні матеріалу через нагнітальні сопла 63.

Управління тепловими режимами виконується через пристрій 73, що знаходиться в точці з'єднання розподільчих повітропроводів 71 та 72 з основним розподільчим повітропроводом 70. Цей пристрій контролює пропорції

витрати теплоносія у розподільчих повітропроводах 71, 72 зон нагрівання та витримки [5].

Змінюючи цей параметр, ми змінюємо швидкість витоку теплоносія з нагнітальних сопел зон нагрівання та витримки. Відповідно, це впливає на інтенсивність підведення тепла до матеріалу у вказаних зонах. Таким чином, забезпечується регулювання тривалості нагрівання матеріалу до температури теплоносія.

Приміром, у випадку, коли тривалість нагрівання матеріалу зростає внаслідок зміни вихідної температури, характеристик теплофізики чи з інших факторів, пристрій 73 реагує, збільшуючи подачу в розподільчий повітропровід 71 зони нагрівання. Це прискорює відтік теплоносія з нагнітальних сопел зони нагрівання 64 та посилює передачу тепла до матеріалу на цій ділянці. Як наслідок, тривалість нагрівання матеріалу зменшується і повертається до попередньо заданого значення. Зменшення швидкості виходу теплоносія з нагнітальних сопел зони витримки 65 у такій ситуації не впливає на температуру матеріалу в цій зоні, оскільки температури матеріалу та теплоносія тут однакові, і теплообмін відсутній.

#### 1.2.4 Пристрій для теплової обробки текстильного матеріалу

Винахід [БРМА 25.00.00.000 ДО, рисунок 4, а] стосується технічного оснащення для виробництва хімічного волокна, зокрема устаткування для термічної обробки текстильних матеріалів.

Завданням даного винаходу є підвищення ефективності теплової обробки.

Зазначеної задачі досягнуто завдяки тому, що в пристрої для термообробки текстилю, обладнаному теплоізолюваною камерою з верхнім та нижнім рядами транспортувальних циліндрів, вертикальними пластинами-екранами між ними, основним напірним повітропроводом з перфорованою торцевою стінкою, прилеглого до нижньої стінки камери, вентилятором та

калорифером у напірному повітропроводі, камера доповнена додатковим повітропроводом у формі короба. Цей короб встановлений всередині камери, коаксіально основному напірному повітропроводу, з поздовжньою віссю, яка перпендикулярна до осей транспортувальних циліндрів, де торцева поверхня короба з'єднується з поверхнею як мінімум двох транспортувальних циліндрів верхнього ряду, а перфорована торцева стінка напірного повітропроводу містить криволінійні частини, що охоплюють щонайменше два транспортувальні циліндри нижнього ряду.

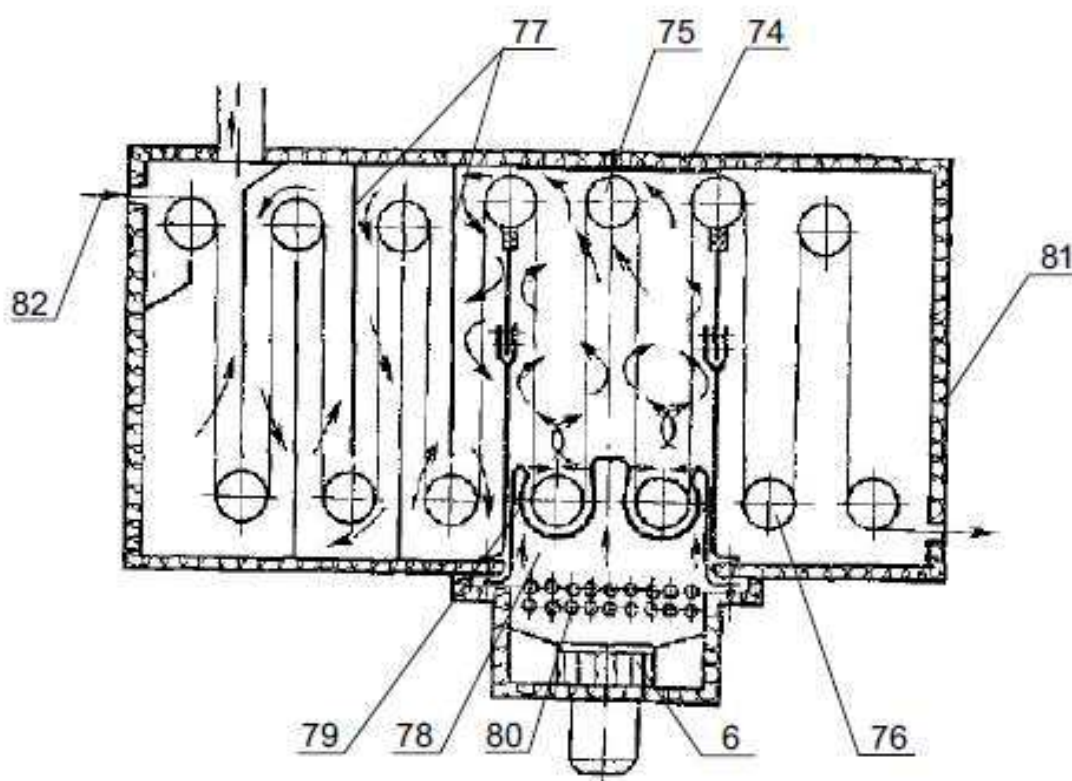


Рисунок 1.4 – Пристрій для теплової обробки текстильного матеріалу

Пристрій термічної обробки текстилю містить верхній 75 і нижній 76 ряди циліндрів-транспортерів, розташованих у теплоізольованій камері 74. Між цими рядами розміщені вертикальні екрани - пластини 77. До нижньої стінки камери приєднано головний напірний повітропровід 78 з перфорованою торцевою стінкою 79, а також вентилятор 6 та калорифер 80, які вмонтовані у





## 2 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРИЛАДУ ДЛЯ ЗАБРУДНЕННЯ ЗРАЗКІВ ЛАБОРАТОРНОЇ ТКАНИНИ

У цій праці описано процес проектування обладнання, призначеного для контрольованого забруднення текстильних зразків в умовах лабораторії. Головна задача полягає у створенні системи, здатної відтворювати реалістичні ситуації забруднення, застосовуючи різні типи забруднювачів та регульовані параметри.

Пристрій містить декілька основних вузлів: резервуар для зберігання забруднювача, система дозування, що забезпечує точне введення забруднюючої речовини, камера забруднення, де відбувається безпосередній контакт зразків тканини з забруднювачем, а також система керування, яка дозволяє управляти усіма процесами.

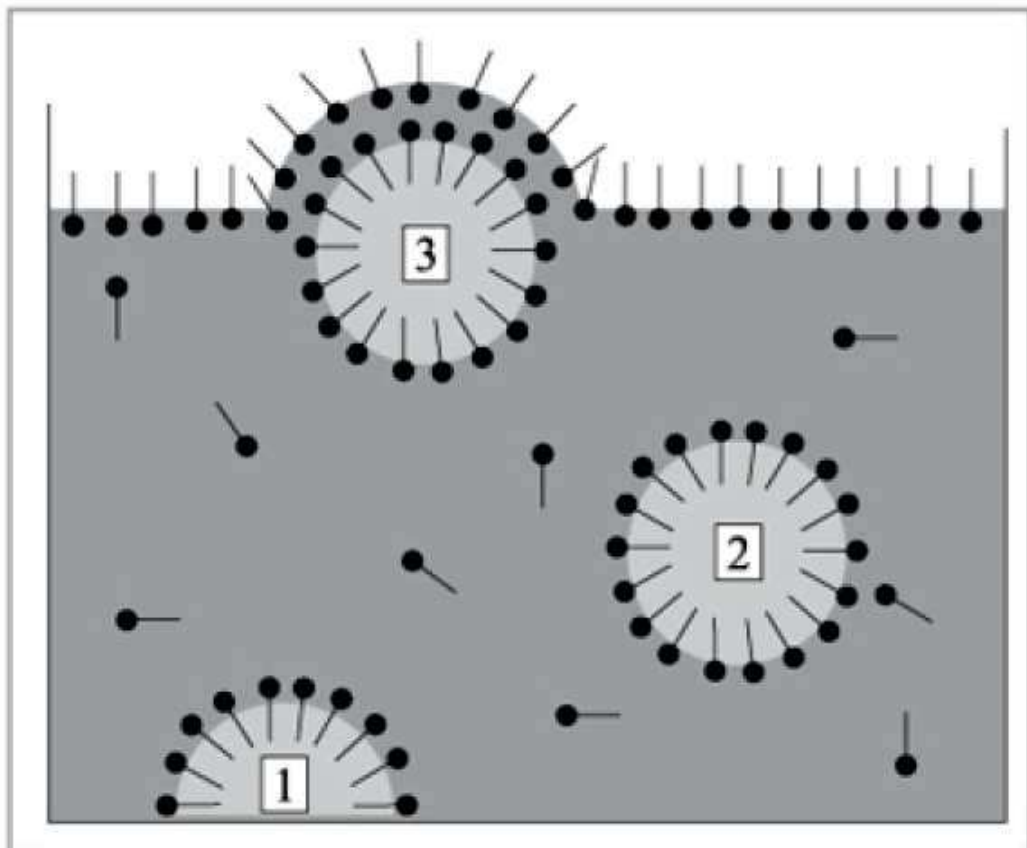
Процес проектування врахував ключові аспекти: вибір матеріалів, що витримують вплив забруднювачів, забезпечення рівномірного розповсюдження забруднювальної речовини по зразку тканини, а також врахування зручності очищення й технічного обслуговування.

З метою оптимізації продуктивності обладнання та досягнення необхідної точності забруднення, було проведено дослідження різноманітних конструктивних рішень. Результати цих досліджень стали фундаментом для остаточної конструкції, що відзначається високою функціональністю та надійністю.

Окрім того, було досліджено потенціал автоматизації певних фаз процедури. Це теоретично може суттєво збільшити продуктивність взаємодії з устаткуванням, а також зменшити необхідність втручання оператора.

Підсумовуючи, розроблений пристрій надає можливість виконувати стандартизоване та контрольоване забруднення зразків лабораторних тканин. Це створює сприятливі умови для проведення експериментів з різноманітними забруднюючими агентами та різними умовами досліджень.

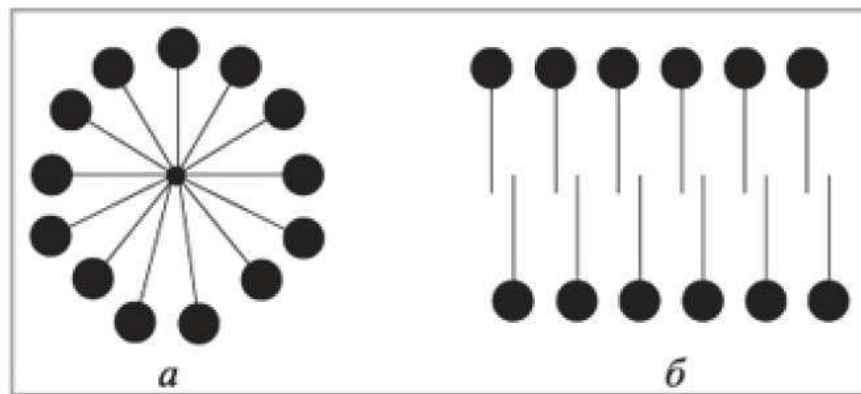




- 1 - адсорбція молекул мила на поверхні частки забруднення;  
2 - відрив частинки від поверхні і перехід в миючий розчин;  
3 - винос частинки на поверхню розчину

Рисунок 2.1 – Схема миючої дії поверхнево-активної речовини

Крім того, на упаковці підкреслено, що під час використання будь-яких СМЗ необхідно суворо дотримуватися вказаного дозування. Аби досягти відмінного результату прання, зовсім не обов'язково використовувати велику кількість ПАР; більше того, перевищення дозування мийного засобу під час прання може мати негативні наслідки. Це пояснюється тим, що ПАР існують у вигляді окремих молекул лише в дуже розведених розчинах. Збільшення концентрації цих розчинів до рівня 2-3% спричиняє те, що молекули ПАР починають об'єднуватися, формуючи агрегати, які називаються міцелами.



а - сферична; б – пластинчаста

Рисунок 2.2 – Міцели

Неполярні групи орієнтовані вглиб міцели. Полярні структури утворюють зовнішній шар міцели. У розведених розчинах ПАР переважають сферичні міцели, що ефективно забезпечують процес прання. Зі збільшенням концентрації розчину, сферичні міцели переходять у пластинчасті. За концентрації близько 7-8% виникають суцільні шари з цих пластинчастих міцел, розчин ПАР стає густішим та втрачає мийну здатність. Це вказує на те, що поширена у повсякденному житті думка про необхідність додавання більшої кількості порошку для кращого прання є помилковою та навіть шкідливою, не кажучи вже про неефективне та надлишкове використання миючого засобу. Під час прання в домашніх умовах завжди необхідно керуватися інструкціями, вказаними на упаковці СМЗ.

Аніони мила і поверхнево-активних речовин мають гідрофільну (водорозчинну) карбоксилатну чи сульфонатну групу, разом з нерозчинним у воді гідрофобним вуглеводневим ланцюгом [БРМА 25.00.00.000 ТП, рисунок 3].

Між гідрофобними вуглеводневими фрагментами виникають слабкі сили Ван-дер-Ваальса. Через це істотно послаблюється мережа міцних водневих зв'язків між молекулами води, що визначають поверхневий натяг. Відтак, поверхневий натяг зменшується.



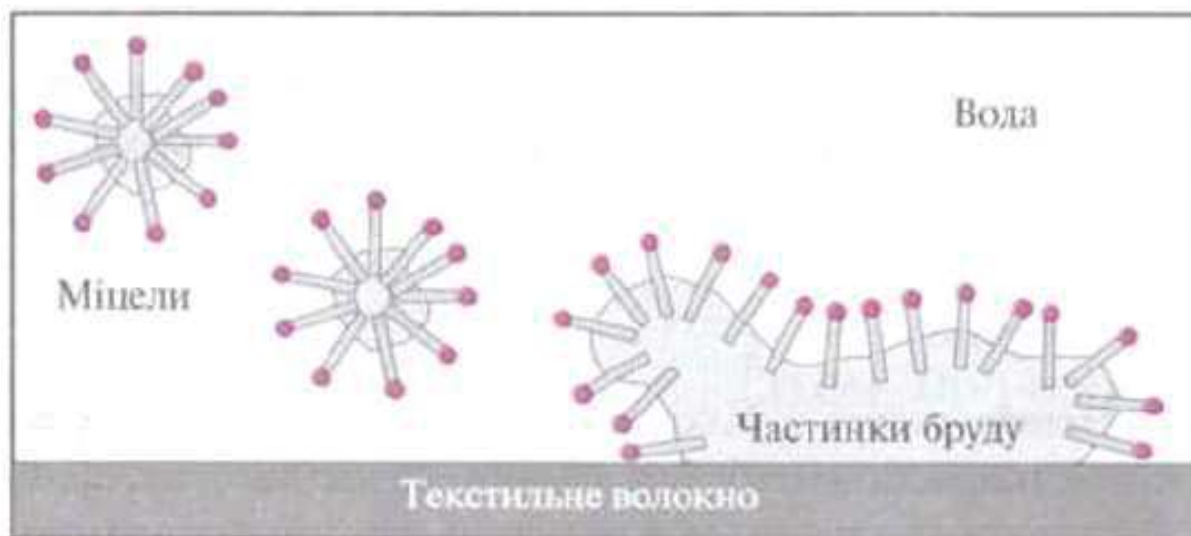


Рисунок 2.4 – Процес видалення бруду

Отож, забруднена гідрофобна поверхня трансформується на гідروفільну і набуває здатності змочуватися водою: молекули води проходять крізь шар забруднень, потроху його руйнуючи.

Декілька молекул поверхнево-активних речовин (ПАР) захоплюють гідрофобними частинами окремі частинки бруду, від'єднують їх від волокон тканини чи шкіри, утворюючи скупчення, що вільно рухаються в розчині – так звані міцели. Внаслідок цього весь бруд від'єднується від тканини чи шкіри.

Аніони мила та інших ПАР здатні розділяти великі структури твердих та рідких забруднень на мікроскопічні частинки. Одночасно відбувається дисперсія бруду з утворенням емульсії.

При дисперсії відбувається рознесення твердих частинок у розчині. Емульсія – це система крихітних крапельок рідин, які не змішуються між собою.

Зверніть увагу: миючі речовини володіють змочувальними, диспергуючими та емульгуючими якостями.

Розчини мила в твердій воді, котра включає іони  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Mg}^{2+}$ , реагують з утворенням кальцієвого мила, яке випадає в осад.

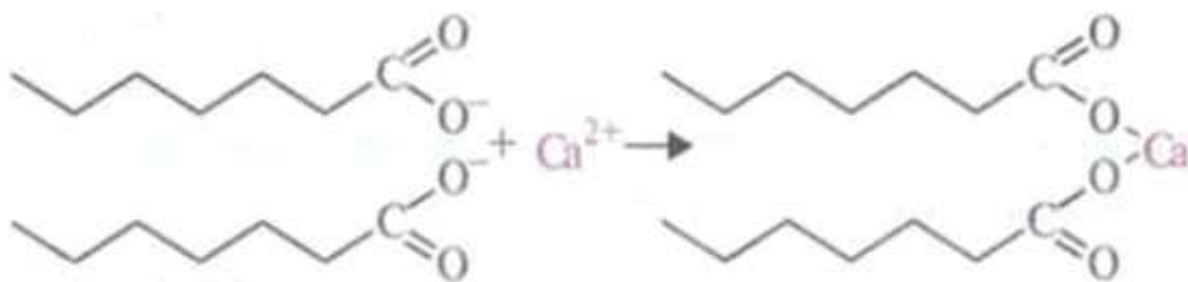
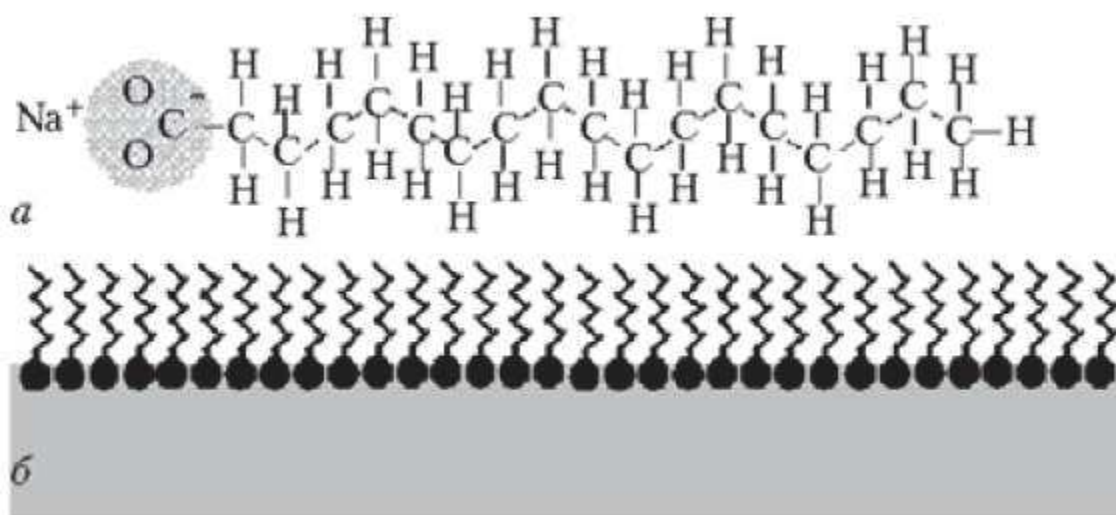


Рисунок 2.4 – Іонний зв'язок

Щоб не втратити мило, використовують пом'якшувачі води, зазвичай силікати натрію та алюмінію, які зв'язують іони  $\text{Ca}^{2+}$  та  $\text{Mg}^{2+}$ .

Мило — це сіль, що утворена натрієм або калієм, походючи від жирних кис-лот. Натрієві мила мають густу консистенцію, зазвичай тверді; калієві — м'якші, іноді рідкі. Молекула мила – це довгий ланцюг (хвіст), що складається щонайменше з десятка сполук  $-\text{CH}_2-$ , скріплених між собою, а на одному кінці (голова) приєднана карбоксильна група ( $-\text{CO}_2$ ). Найпростіше мило, як-от стеарат натрію, можна записати формулою  $\text{NaC}_{17}\text{H}_{35}\text{COO}$ , де 17 атомів карбону з атомами водню утворюють вигнутий ланцюжок. Асиметрія молекули мила є його основною особливістю. Голова молекули в розчині має від'ємний заряд і тому притягується до позитивно заряджених полюсів диполів води, тобто має з водою спорідненість. Інший кінець молекули мила електрично неактивний, тому він інертний до води.

Коли молекула мила, натрію стеарату, потрапляє в воду, вона розпадається на позитивно заряджений іон  $\text{Na}^+$  та негативний "хвіст" жирної кислоти. Від'ємні іони мила шикуються так, щоб лише їхні голівки, які люблять воду, взаємодіяли з нею. Отож, на водній поверхні з'являється двовимірний "забор" з мильних молекул, де голівки занурені у воду, а хвости виглядають назовні.



а - стеарат натрію; б - розташування іонів цих молекул на поверхні водної плівки

Рисунок 2.6 – Схематичне представлення молекул мила

Молекули, що знаходяться на поверхні рідини або твердого тіла, мають надлишкову потенційну енергію, у порівнянні з аналогічними молекулами, котрі перебувають всередині об'єму.



Рисунок 2.7 - Намилені краплі води

Ця потенційна енергія дорівнює роботі, необхідній для подолання сил притягання між сусідніми молекулами, щоб опинитися на поверхні. Очевид-

но, що ця поверхнева потенціальна енергія  $U$  прямо залежить від площі поверхні  $S$ , що можна виразити як  $U = \sigma \cdot S$ , де  $\sigma$  - це коефіцієнт пропорційності, що вимірюється в Дж/м<sup>2</sup> (або Н/м) і називається коефіцієнтом поверхневого натягу. Коефіцієнт поверхневого натягу залежить від властивостей рідини та температури навколишнього середовища. З представленої таблиці видно, що він може суттєво змінюватися, збільшуючись в десятки разів при переході від спиртів до ртуті.

Етиловий спирт.....	23 мН/м
Бензин .....	29 мН/м
Вода .....	73 мН/м
Олія оливкова.....	32 мН/м
Ртуть .....	440 мН/м
Ацетон .....	24 мН/м
Гліцерин .....	63 мН/м

Оскільки енергія потенціалу сил поверхневого натягу залежить від площі поверхні рідини, ця рідина, прагнучи мінімізувати енергію потенціалу, завжди намагатиметься зменшити цю площу. Загальновідомо, що поверхня кулі є найменшою серед усіх тіл однакового об'єму. Отже, якщо на краплю рідини не впливають зовнішні сили, вона прийматиме форму кулі, як, скажімо, у космосі. І чим більший коефіцієнт поверхневого натягу рідини, тим сильніше вона буде прагнути зменшити свою поверхню, за умови, що інші фактори залишаються незмінними.

Вимірювання засвідчують, що молекули мила на поверхні води зменшують її поверхневий натяг приблизно у 2,5 рази (до 30 мН/м). Це відбувається тому, що, розташовуючись на поверхні води «головами донизу», вони, по-перше, не прагнуть усередину, а по-друге, відштовхуються одна від одної, на відміну від молекул води, які притягуються між собою. Отже, збільшувати поверхню води, якщо в ній розчинено мило, легше. А це означає, що рідина

має змогу проникати в щілини між нитками тканини. Інакше кажучи, мило робить воду «більш мокрою».

Мильний розчин оточує часточки бруду [БРМА 25.00.00.000 ТП, малюнок 8], формуючи емульсії різноманітних забруднень. Він утримує нерозчинні частинки у вигляді суспензії в мильній піні та воді, які пізніше можна змити з поверхні проточною водою.

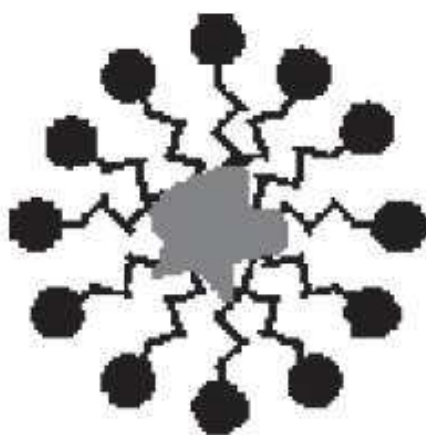


Рисунок 2.8 – Утворення міцели з мильних молекул навколо частинки жиру або бруду

Для успішного миття ключовою є властивість: вуглеводнева частина (хвіст) негативного йона молекули мила не розчиняється у воді, але демонструє розчинність у жирах та оліях. Відповідно, водорозчинна негативно заряджена "голова" залишається у воді, натомість "хвіст" занурюється в жир. Аніони молекул щільно оточують крапельки жиру з усіх сторін, витягаючи їх у воду, що спричиняє формування суспензії жирових частинок у воді. Оскільки кожна з цих мікроскопічних крапель володіє негативним зарядом, вони відштовхуються між собою, запобігаючи злипанню в більші утворення. Саме цим пояснюються диспергуючі та емульгуючі властивості мильних розчинів.

## 2.2 Методи дослідження пральних машин

Загальні вимоги до умов випробувань пральних машин мусять бути відповідними.

Температура водопровідної води має бути  $(20 \pm 5) ^\circ \text{C}$ .

В час тестування машин, оснащених додатковим підігрівом води, або при використанні гарячого водопостачання в агрегатах з повним підігрівом, температура води для основного прання має дорівнювати  $(55 \pm 2) ^\circ \text{C}$ .

Для визначення якості прання, оцінки впливу миючого засобу та дослідження нагрівання машин, пральний бак яких виготовлено з пластику, найбільша температура заливної води має бути в межах від  $75$  до  $80 ^\circ \text{C}$ .

Під час зовнішнього огляду визначають присутність і розміщення складових частин, укомплектованість, наявність, коректність і якість маркування, відсутність зазубрин та гострих виступів на робочих площинах прального бака (барабана) та кошика центрифуги.

Відповідність зовнішнього вигляду виробу затвердженому еталонному зразку оцінюється тільки під час прийнятно-здавальних випробувань.

Вимірювання маси апарату відбувається на вагах з похибкою зважування  $\pm 0,2$  кг, використовуючи прилади, що входять до комплекту поставки. У випадках з машинами типу ПМ, масу підставки не враховуємо [5].

Вимірювання габаритних розмірів машин виконується за допомогою вимірювальних засобів, з допустимою похибкою, що не перевищує  $\pm 1$  мм.

Якість прання, втрата міцності зразків, результативність полоскання, віджим та показник споживання електрики встановлюються відповідно до СТ РЕВ 4920-84. Характеристики тканин (артикули) для білизни-зразків та експериментальних зразків, хімічний склад мийних засобів, склад і властивості забруднювача та забруднених дослідних зразків, технології сушіння білизни та випробувальних зразків, прасування випробувальних зразків, а також тип приладу для вимірювання коефіцієнта відбиття експериментальних зразків





Дозволяється перевіряти водонепроникність машин шляхом випробування гідравлічної системи в зборі у водному середовищі на протязі щонайменше 5 секунд при надмірному тиску повітря, або в повітряному середовищі при надмірному тиску води від 4000 до 5000 Па. Висновки випробувань визнаються позитивними, якщо в ході перевірки візуально не зафіксовано просочування води чи повітря через поверхні.

Під час вимірювання часу зливу з бака, автомобіль наповнюють водою до позначеного рівня. Дренажний шланг закріплюють на висоті  $(0,85 \pm 0,05)$  м, після чого вмикають насос та здійснюють злив води до мірного резервуара. Тривалість відкачування фіксується від початку роботи насоса до миті, коли відбувається перший розрив струменя, що свідчить про завершення процесу [5].

Огляд зовнішнього вигляду та оцінка якості покриття здійснюється відповідно до вимог.

Визначення адгезії (сили зчеплення) лакофарбових покриттів з металевими поверхнями виконується згідно до стандартів.

Міцність адгезії емалі до металу оцінюється методом удару вільно спадної кулі вагою 0,36 кг по виробу, використовуючи енергію 1,2 Дж. Тести виконують на плоских частинах поверхні, щонайменше в трьох різних місцях. Після завершення випробувань, не допускається утворення тріщин або відколів емалевого шару.

Випробування на стійкість до механічних впливів зовнішнього середовища проводяться відповідно до вимог.

Планування й здійснення випробувань на надійність, а також прийняття рішень здійснюються згідно з ГОСТ 17446-86. У такому разі бракувальний рівень напрацювання на відмову ТЗ мусить становити щонайменше 0,9 середнього напрацювання на відмову.

Випробування машин проводяться за номінальної напруги мережі з допустимим відхиленням від 0,9 до 1,1 Ун.

Контрольовані параметри та періодичність перевірки наведено у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Контрольовані параметри

Найменування параметру	Проведення контролю				
	періодично	постійно	на початку випробувань	в середині випробувань	в кінці випробувань
Працездатність	+				+
Температура води			+	+	+
Електрична міцність ізоляції					+
Робота блокувального пристрою			+		+
Водонепроникність		+			
Частота обертання барабана			+		+
Рівень води			+	+	+
Вібраційна швидкість			+		+
Опір ізоляції			+		+

Випробування на нагрівання проводяться відповідно до вимог. Для машин, чия вага не перевищує 15 кг, а також для пральних машин з баком з пла-



Висушена тканина намотується на ролон 8. Пересування тканини забезпечується віджимними валами. Обертання ролону 8 передається від цих валів за допомогою ланцюгової передачі. Рух валам забезпечується через два... черв'ячних редуктори від електродвигуна [5].

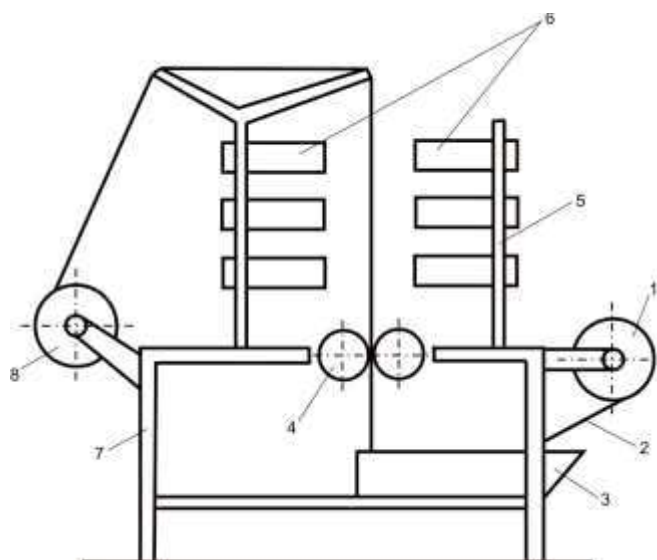


Рисунок 2.9 – Схема стенду для штучного забруднення тканини

Кінематична діаграма електричної мережі устаткування для забруднення лабораторних зразків тканин міститься на аркуші БРМА 25.00.00.000К3.

Електрична схема пристрою для забруднення лабораторних зразків тканин представлена на аркуші БРМА 25.00.00.000Е3.

### Висновки до другого розділу

Проаналізовано особливості технологічного процесу прання, його фізичні та хімічні аспекти, зокрема взаємодію молекул бруду з тканиною та мийним розчином. Розглянуто процедуру тестування пральних машин відповідно до державних стандартів. Розроблено конструкцію приладу для дослідження якості прання пральних машин, в тому числі для нанесення забруднень на лабораторні зразки тканини, а також його кінематичну та електричну схеми.

## 3 РОЗРАХУНКИ ЕЛЕМЕНТІВ ПРИСТРОЮ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ПРАННЯ ПРАЛЬНИХ МАШИН ТА РОЗРОБКА МЕТОДИКИ

### 3.1 Аналіз конструкції установки для штучного забруднення тканини

Ця система розроблена задля полегшення та пришвидшення процесу створення тканини з штучними забрудненнями. Її прототипом є обладнання, що застосовується у НВО "Веста".

Негативними рисами цього приладу є:

- а) тривалий час охолодження грязьової емульсії;
- б) осідання домішок;
- в) великі втрати тепла під час висушування у навколишнє середовище.

Даний пристрій слугуватиме за основу.

В цьому приладі можливо визначити декілька ключових складових частин, а саме:

- 1 - привід механізму
- 2 - нанесення забруднень на тканину
- 3 - сушіння тканини.

Деякі компоненти лишилися незмінними, аналогічно до базової моделі.

### 3.2 Розробка приводу установки

Приводна станція складатиметься з електродвигуна та двох черв'ячних редукторів, бо потрібно забезпечити надзвичайно малу швидкість руху полотна. За такої швидкості, віджимні вали мають обертатися дуже повільно.

$$N_B = \frac{1000 \cdot v_T}{\pi \cdot d}, \text{ об/хв}; \quad (3.1)$$

де  $v_T$  – швидкість тканини переміщення,  $\text{м/хв}$ ;

$d$  – валка діаметр, мм.

$$N_B = \frac{1000 \cdot 0.22}{3.14 \cdot 65} = 1.06 \text{ об/хв};$$

Електродвигун 4AA50A4У3 має обертання швидкість на вході валу  $N_3 = 1320 \text{ об/хв}$ .

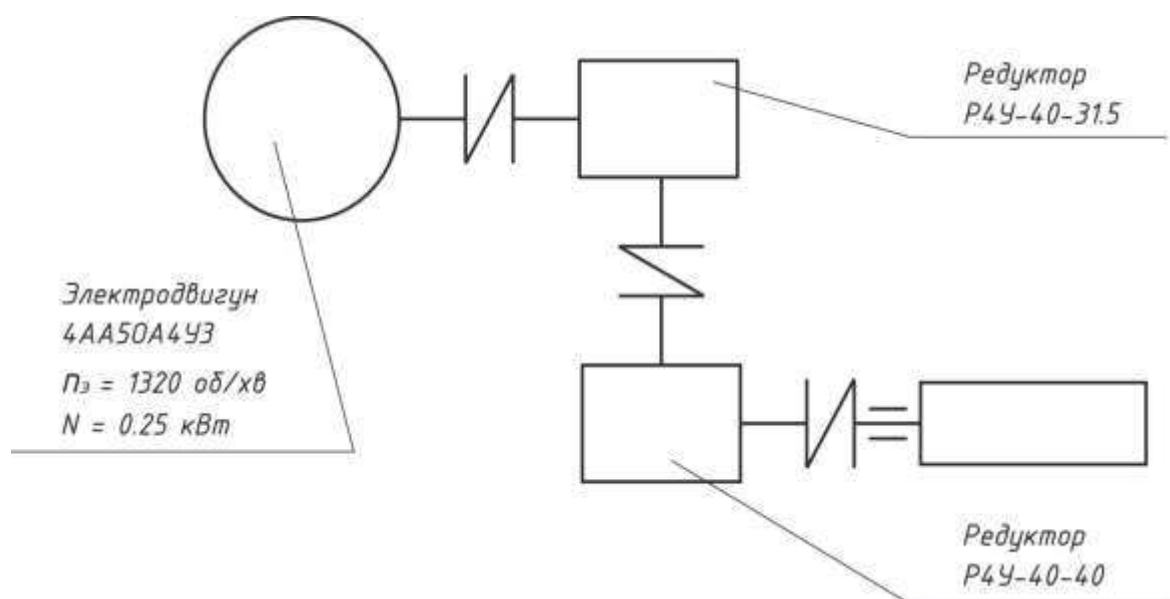


Рисунок 3.1 – Схема станції приводної

Визначаємо передаточне число загальне:

$$U_{об} = \frac{N_3}{N_B}; \tag{3.2}$$

$$U_{об} = \frac{1320}{1.06} = 1245.28$$

Два редуктори Р4У-40 з коефіцієнтами редукції 31.5 та 40. З'ясуємо, чи відповідають вказані передавальні числа встановленим вимогам. Допустиме відхилення загального передавального числа не може перевищувати 5%.

$$\Delta_{об}\% = \frac{U_{ред} - U_{об}}{U_{об}} * 100\% \quad (3.3)$$

$$\Delta_{об}\% = \frac{31.5 * 40 - 1245.28}{1245.28} * 100\% = 1.2\% < 5\%$$

### 3.3 Розробка механізму тканиного забруднення

У базовій конструкції цього вузла були помічені деякі недоліки, зокрема: осідання забруднень та охолодження розчину. Щоб уникнути скупчення твердих часточок, потрібно забезпечити активацію, тобто, перемішування грязьового розчину. З цією метою доцільно застосувати електронасос "Кама - 3", котрий має продуктивність 16 л/хв та споживає 0,18 кВт електроенергії. Насос буде перекачувати грязьовий розчин з однієї ємності до іншої, що унеможливить осідання бруду.

Другою проблемою даного механізму є охолодження грязьового розчину. В той час як, для забезпечення якісного забруднення тканини, необхідна температура  $40 \pm 1$  °С. Для підтримки необхідної температури застосуємо ТЕН - герметичний трубчастий електронагрівач.

### 3.4 Розрахунок ТЕНа

Визначаємо необхідну потужність пристрою нагрівального.

$$N = \frac{M C_p (t_2 - t_1)}{3600 * \tau * \eta}, \text{ кВт} \quad (3.4)$$

де  $M$  – маса нагрітого матеріалу, кг;

$C_p$  - середня теплоємність питома матеріалу, кДж / (кг \*  $C^0$ );

$t_2, t_1$  - початкова і кінцева температура,  $C^0$ ;

$\tau$  - час нагріву, ч;

$\eta$  - коефіцієнт корисної дії установки,  $\eta = 0,8$ .

$$N = \frac{12 * 3,92(40 - 20)}{3600 * 0,16 * 0,8} = 2 \text{ кВт}$$

Визначаємо необхідну активну поверхню нагрівача.

$$F_{\text{акт}} = \frac{N}{10 * W}, \text{ см}^2, \quad (3.5)$$

де  $N$  - потужність нагрівального пристрою, Вт;

$W$  - допустиме питоме навантаження, Вт / $\text{см}^2$ .

$$F_{\text{акт}} = \frac{2 * 10^3}{10 * 2} = 100 \text{ см}^2$$

З огляду на розміри ванночки, обираємо нагрівач ТЕН25А13/2В220 (загальна довжина  $l = 250$  мм; діаметр  $D = 13$  мм; потужність  $P = 2$  кВт; активна довжина ).

Активна площа нагрівання цього ТЕНу складатиме:

$$F_{\text{акт1}} = \pi * D * l_{\text{акт}} = 3,14 * 1,3 * 23,75 \approx 97 \text{ см}^2$$

Визначаємо необхідну кількість нагрівачів

$$n = \frac{F_{\text{акт}}}{F_{\text{акт1}}}, \text{ ШТ}, \quad (3.6)$$

де  $F_{\text{акт1}}$  - активна поверхня ТЕНа. вибраного

$F_{\text{акт}}$  - розрахункова поверхня активна;

$$n = \frac{100}{97} = 1,03$$

Беремо один нагрівач.

Щоб запобігти перегріванню глинистого розчину, застосовуємо датчик - реле температури ДРТ-А, що пристосоване до 40 градусів. В середині датчика є біметалева пластина, яка під впливом температури змінює свою форму, вигинаючись. Якщо ж відбувається охолодження, вигин пластини зменшується і, досягнувши температури спрацювання, звільняє контактну пружину. Таким чином вона тисне через втулку-штовхач на пружину, розмикаючи контакти реле температури. Контакти з'єднуються.

Технічна характеристика датчика ДРТ-А-40

Розміри, мм  $\varnothing 41 * 37,6$

Маса, г 50

Номінальна напруга, В 220

Герметизація для реле температури здійснюється заливкою клеєм епоксидним Д-9.

### 3.5 Розробка пристрою сушіння

Пристрій виконано на основі штативу, на якому закріплено шість електричних тепло-вентиляторів ЕК-4.

Споживана потужність, кВт 1,25

Технічні параметри електротепловентилятора ЕК-4:

Температура нагрітого повітря, °С 59

Габаритні розміри, мм 335 \* 140 \*

163

Продуктивність, м<sup>3</sup>/хв 1,6

Маса, кг 4,5

Мінусом такого вузла є втрати нагрітого повітря в атмосферу приміщення. Щоб запобігти цьому, на штатив встановлюємо кожух з неіржавної сталі. Він слугуватиме бар'єром для вологи та гарячого середовища. Над кожухом передбачено витяжну парасольку для видалення використаного повітря. Завдяки цьому покращуються умови праці.

### 3.6 Технологія виготовлення лабораторної емульсії

Як вже зазначалося, для визначення функціональних характеристик, зокрема, ефективності прання пральних машин, застосовують забруднені зразки тканини. Ці зразки штучно забруднюються у грязьовій емульсії, склад якої відповідає вимогам ГОСТ 8051-83.

Для забруднення беруть зразки з білої бавовняної тканини. Склад бруду включає наступні компоненти:

- олія оливкова;

- пігмент чорний;

- кислота олеїнова згідно з ГОСТ 7580-55;

- синтанол ДС-10;

олія вазелінова;

- аміак водний 25% розчин згідно з ГОСТ 17626-81; вуглець технічний (сажа) згідно з ГОСТ 7885-77;

- кислота аскорбінова;- вода дистильована за ГОСТ 6709-77;

Технологія приготування грязьової емульсії.



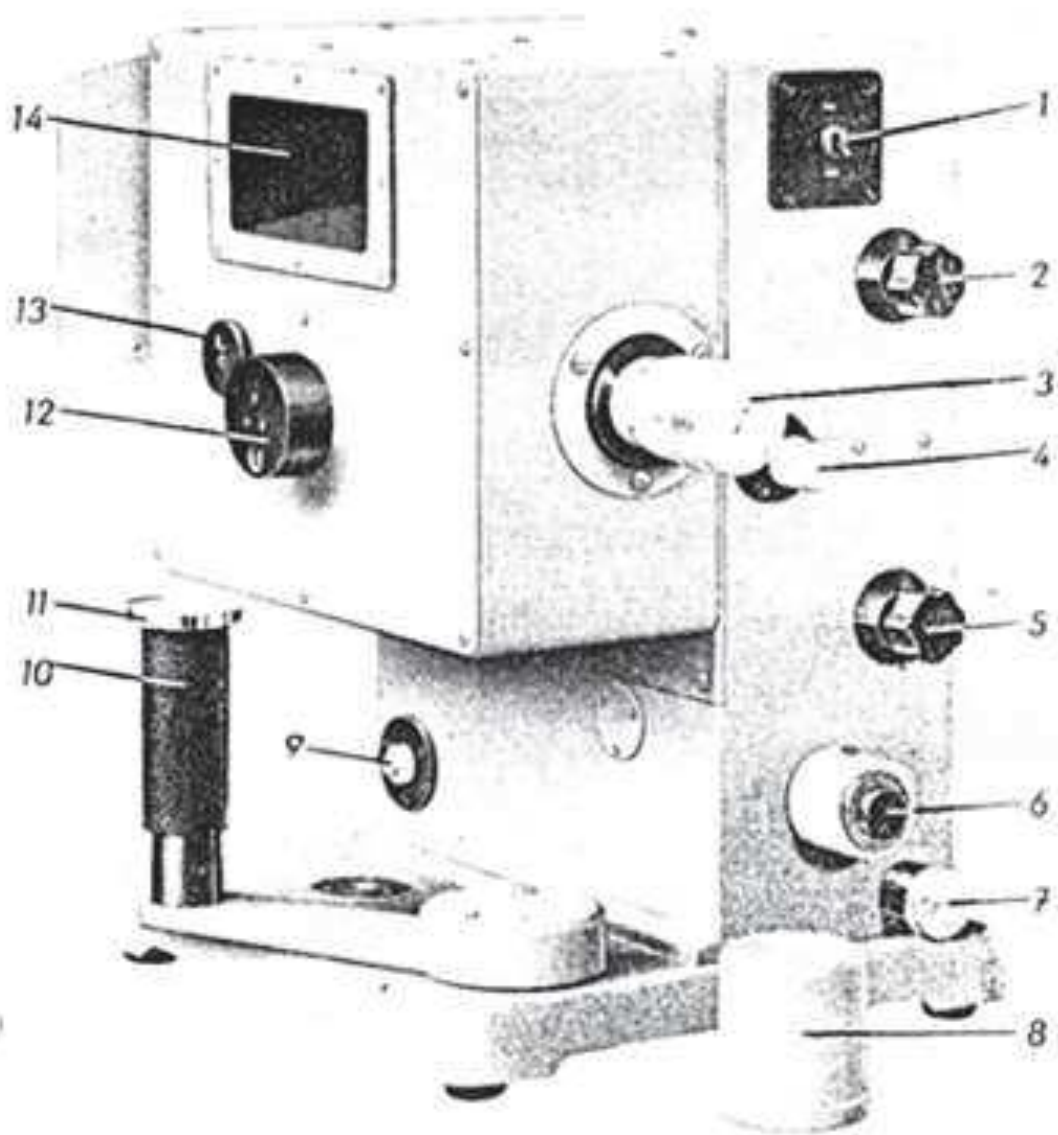


Рисунок 3.2 – Лейкометр фірми "Карл Цейс"(Йена)

Методика проведення вимірювань на лейкометрі наступна:

Відкалібрувати лейкометр за білою пластинкою з молочного скла МС-20, для цього потрібно зробити таке:

а) Вставити в вимірювальний канал (11 на малюнку 3.2) еталонний зразок молочного скла МС-20. Барабан з показниками кольору фільтрів 12 треба виставити на білу позначку.

б) Налаштувати на відліковому барабані три показники коефіцієнта відбиття еталонного зразка - 97%.

в) Натиснути клавішу 9 на передній панелі лейкометра до першого клацання. Активується гальванометр в режимі попередньої чутливості. Обертаючи ручку 4, добитися розміщення струни гальванометра між нульовими позначками.

г) Дотиснути кнопку 9 до кінця, увімкнеться режим найвищої чутливості гальванометра. Обертаючи ручку 4, відкалібрувати нульове положення струни гальванометра. Після цього калібрування лейкометра за еталонним зразком закінчено.

Зчитати показники лейкометра з налаштуваннями фільтрів: червоного, зеленого та синього. Отримані дані внести до протоколу.

Визначити білосніжність взятого зразка тканини, розмістивши білий еталон на коловороті колірних фільтрів.

Виміряти показники відбиття світла від зразка тканини, використовуючи синій фільтр (B) та червоний фільтр (R).

Обчислити показник білизни, застосовуючи формулу Стефанзена:

$$w = 2B - R \quad (3.7)$$

Визначати білизна як величину відбиття світла через блакитний фільтр – B.

Зафіксувати результат вимірювання білості та прозорості конкретного зразка, зазначивши середнє арифметичне значення з вказанням похибки вимірювання (плюс/мінус).

Ефективність виведення плям оцінюється після проходження щонайменше трьох циклів прання в спеціальному режимі.

Жорсткість води, застосованої під час тестувань, мусить знаходитись в діапазоні 1-6 мг-екв/л. Цей показник необхідно обов'язково внести до протоколу випробувань.

В якості миючого засобу застосовується "Ера - автомат", формула якого передбачає знижене піноутворення та містить перекисні солі. Цей засіб призначений для прання та відбілювання виробів з бавовняних та лляних волокон, відповідно до ГОСТ 25644-83.

Постачання ПМЗ для проведення випробувань здійснюється одним виробничим підприємством.

Використовувана кількість миючого засобу має відповідати значенням, зазначеним в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Кількість миючого засобу

Тип машини	Кількість миючого засобу 2, на 1 кг сухих зразків тканини при застосуванні води жорсткістю (мг·екв/л)		
	1,0	3,0	6,0
З диском лопатним:			
прання попереднє	2,5*	3*	4*
прання основне	2,5*	3*	4*
Барабанного типу:			
без прання попереднього	20	25	30
для прання попереднього	12	15	20
для прання основного	15	20	27

\* Кількість прального порошку вказано на 1 літр розчину.

Рекомендований алгоритм прання для пральних машин визначає:

2 хв при температурі води на початку ( $50 \pm 5$ )°C – підготовчий етап;

4 хв при температурі розчину для прання в баку машини спочатку ( $85 \pm 2$ )°C – ключове прання;

2 хв при температурі води на початку ( $50 \pm 5$ )°C – 1-ше полоскання;

2 хв при температурі води на початку ( $20 \pm 5$ )°C – 2-ге полоскання;

2 хв при температурі води на початку ( $50 \pm 5$ )°C – 3-тє полоскання;

Вимірювання треба проводити у чотирьох точках з зовнішнього боку кожного зразка. Зразок необхідно розмістити перед отвором приладу так, щоб нитки основи тканини співпадали по довжині з передньою стінкою панелі пристрою.

Відпирання (В), виражене у відсотках, після одного циклу прання розраховується за формулою [5]:

$$B = \frac{B_c - B_z}{B_6 - B_3} \cdot 100\% \quad (3.8)$$

Де, - віддзеркалення штучно забрудненого зразка після прання;

Бз – здатність зразка полотна відбивати проміння світла після штучного забруднення;

Бв – здатність зразка полотна відбивати проміння світла на початку дослідження.

Завершальним результатом аналізу є середнє арифметичне величин після трьох прань.

Для оцінювання здібності до відпирання індикаторів ПМС, що інтенсивно виділяються, а також параметрів штучно забруднених зразків, запроваджується показник приведеного відпирання.

Приведене відпирання (Впр) обчислюється за формулою [6]:

$$B_{np} = \frac{B_{u.c.}}{B_{E.C}} \cdot B_{E.E.} \quad (3.9)$$



- відбивна здатність зразка штучно забрудненого після прання;

$$B_c = 52,77;$$

- відбиваюча здатність зразка тканини після забруднення штучного;

$$B_3 = 39,22;$$

- відбиваюча здатність зразка тканини в стані вихідному;

$$B_B = 85,68.$$

Підставивши значення в формулу(3.4) отримано:

$$B = \frac{52,77 - 39,26}{85,66 - 39,26} \cdot 100\% = 29\%$$

На лейкометрі для зразків 1-4 були отримані наступні значення:

- відбиваюча здатність зразка штучно забрудненого після прання;

$$B_c = 59,3;$$

Підставивши значення в формулу(3.4) отримано:

$$B = \frac{59,3 - 39,26}{85,66 - 39,26} \cdot 100\% = 43\%$$

За результатами досліджень можна зробити висновок щодо якості прання.

Висновки до третього розділу



## ВИСНОВКИ

Отже, у процесі виконання бакалаврської роботи було вирішено такі задачі:

- - здійснено огляд існуючих методик дослідження пральних машин;
- - виконано аналіз методів, що використовуються для забруднення лабораторних зразків тканини;
- - спроектовано конструкцію пристрою для дослідження лабораторних зразків тканин;
- - проведено розрахунки елементів установки для забруднення лабораторних зразків тканини;
- - розглянуто потенційні напрями вдосконалення технологічного процесу прання;
- - отримано математичні залежності для встановлення впливу основних параметрів обладнання на якість прання.





