

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

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

### Розробка конструкції пристрою для дозування миючого розчину в пральній машині

Назва теми

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

Шифр, назва

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Шифр, назва

Освітня програма «Електропобутова техніка»

Шифр МРМА 23.00.00.000 ПЗ

Виконав студент 2 курсу  
група ЕТМ-22-1

Підпис

Гей І.О.

Ініціали, прізвище

Керівник

Підпис, дата

доц. Смутко С.В.

Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

Підпис, дата

Луківська С.І.

Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри МАЕЕС

Підпис, дата

проф. Поліщук О.С.

Ініціали, прізвище

21 12 2023 р.

Хмельницький 2023

# ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту і архітектури  
Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем  
Освітній рівень магістр  
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

д.т.н., проф. Гюлішук О.С.

22.08 .2023р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Гей Ігор Олександрович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Розробка конструкції пристрою для дозування миючого розчину в пральній машині

керівник роботи к.т.н., доц. Смутко С.В.

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

Затверджено наказом ректора університету від 15 08 2023р. № 30

2. Строк подання студентом роботи на кафедру \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до роботи Технологічні та технічні рішення систем для дозування миючого розчину в пральній машині

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

Вступ. 1 Огляд та аналіз технологічних процесів прання та пристроїв автоматизації пральних машин 2. Розробка пристрою дозування рідкого миючого засобу в пральній машині 3. Розрахунок елементів конструкції пристрою дозування рідкого миючого засобу в пральній машині. 4 Експериментальні дослідження пристрою дозування рідкого миючого засобу в пральній машині. Висновки. Перелік джерел посилання.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) Аркуш 1. Конструкції дозаторів. Документ оглядовий (A1). Аркуш 2. Автоматичні пральні машини з пристроями зважування. Документ оглядовий (A1). Аркуш 3. Схема вимірювання переміщення Схема комбінована структурна (A1). Аркуш 4. Система дозування миючого засобу Схема комбінована структурна (A2). Аркуш 5. Система Система дозування миючого засобу. Документ ілюстраційний (A2). Аркуш 6. Дослідження процесу дозування миючого засобу. Результати розрахунків (A1). Аркуш 7. Дослідження процесу вимірювання ваги білизни. Результати розрахунків (A1). Аркуш 8. Автоматична пральна машина з пристроєм дозування. Схема

електрична принципова (А1, А2), Аркуш 9, Пристрій дозування Документ  
ілюстраційний (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 Огляд та аналіз технологічних процесів та обладнання для створення дозатора миючого розчину	до 15.10.23р.	
2 Аналіз конструкції та принципу роботи основних складових систем пристрою дозування рідкого миючого засобу в пральній машині	до 30.10.23р.	
3 Аналіз процесів дозування розчину та зважування білизни	до 5.11.23р.	
4 Розробка та розрахунок елементів конструкції пристрою дозування рідкого миючого засобу в пральній машині	до 20.11.23р.	
5. Оформлення пояснювальної записки і графічного матеріалу	до 12.12.23р.	

Студент



Підпис

І.О.Гей

Ініціали, прізвище

Керівник роботи



Підпис

С.В.Смутко

Ініціали, прізвище

## АНОТАЦІЯ

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

1. Прізвище, ім'я та по батькові Гей Ігор Олександрович

2. Тема магістерської роботи Розробка конструкції пристрою для дозування миючого розчину в пральній машині

3. Прізвище, ініціали, вчена ступінь та звання опонента  
Ворожик Геннадій Федорович, к.т.н., Доцент

4. Об'єм магістерської роботи: креслень 8 арк., сторінок записки 99

5. Ця робота присвячена розробці автоматичного дозування рідкого мийного засобу в пральній машині, що містить два пристрої: дозатор миючого розчину та прилад, який вимірює вагу білизни, завантаженої в бак. Розглядаються основні аспекти, пов'язані з визначенням параметрів даних пристроїв.

Запропоновано використання пристрою дозування рідкого прального засобу на основі перистальтичного насосу та пружних елементів приладу для вимірювання маси сухої білизни.

У роботі описується розробка та реалізація конструкції пристрою для дозування миючого розчину в пральній машині.

В розрахунково-пояснювальній записці наведено всі необхідні розробки, а також розділи, що відповідають встановленим вимогам. В першому розділі проведено огляд та аналіз сучасних технологій та технічних конструкцій пристрою для дозування миючого розчину. Зокрема, розглянуто особливості технологічних процесів прання в автоматичних пральних машинах. Приведено конструкції систем для автоматичного дозування рідких миючих в пральних машинах та автоматичного визначення ваги білизни в пральних машинах. В другому виконано: розробку структурної схеми пристрою дозування; дослідження процесу дозування рідкого миючого засобу; дослідження процесу дозування рідкого миючого засобу та процесу визначення ваги сухої білизни.

В третьому розділі здійснено розрахунок елементів конструкції пристрою дозування рідкого миючого засобу в пральній машині.

В четвертому розділі експериментальні дослідження пристрою дозування рідкого миючого засобу в пральній машині, що свідчать про достовірність проведених аналітичних досліджень.

Підпис студента И.Г.  
«26» травня 2023 р.

## РІШЕННЯ ЕК

Протокол №4 від «30» травня 2023 р.  
Оцінка проекту ЕК Вішнінко Б.О./А  
Рекомендації ЕК \_\_\_\_\_

Особливі відмітки \_\_\_\_\_  
Технічний секретар А

«30» травня 2023 р.

ЗМІСТ

стор

Вступ .....	6
1 Огляд та аналіз технологічних процесів прання та пристроїв автоматизації пральних машин.....	9
1.1 Процеси прання.....	9
1.2 Пристрої для автоматичного дозування рідких миючих в пральних машинах.....	12
1.3 Датчики та системи автоматичного визначення ваги білизни в пральних машинах .....	18
1.4 Висновки до розділу 1.....	36
2 Розробка пристрою дозування рідкого миючого засобу в пральній машині.....	38
2.1 Розробка структурної схеми пристрою дозування.....	38
2.2 Дослідження процесу дозування рідкого миючого засобу.....	41
2.3 Дослідження процесу визначення ваги сухої білизни.....	44
2.4 Висновки до розділу 2.....	49
3 Розрахунок елементів конструкції пристрою дозування рідкого миючого засобу в пральній машині .....	51
3.1 Огляд та аналіз характеристик рідких миючих засобів.....	51
3.2 Визначення геометричних параметрів перистальтичного насоса.....	54
3.3 Визначення об'єму миючого рідкого засобу.....	57
3.4 Визначення параметрів пристрою для визначення ваги сухої завантаженої білизни автоматичної пральної машини.....	64
3.5 Розробка електричної схеми .....	74
3.6 Висновки до розділу 3.....	84

МРМА 23.00.00.000 ПЗ

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата				
Виконав		Гей І.О.	<i>И.О. Гей</i>		Розробка конструкції пристрою для дозування миючого розчину в пральній машині	Літера	Аркуш	Аркушів
Перевір.		Смутко С.В.	<i>С.В. Смутко</i>			у	4	
Н.контр.		Пундик С.І.	<i>С.І. Пундик</i>		ХНУ, ЕТм-22-1			
Затвер.		Поліщук О.С.	<i>О.С. Поліщук</i>					

4 Експериментальні дослідження пристрою дозування рідкого миючого засобу в пральній машині .....

4.1 Методика проведення експерименту.....

4.2 Обробка результатів експерименту .....

4.3 Висновки до розділу 4.....

Висновки.....

Перелік посилань.....

Додатки.....

## Вступ

**Актуальність теми.** Важливе місце серед споживчих товарів займають побутові пральні машини. Обсяги виробництва та асортимент побутових пральних машин з кожним роком збільшуються, це пояснюється зростанням попиту на дану продукцію.

Пральна машина-автомат управляється програмно і здійснює прання за заданим алгоритмом. Можливо вимірювати необхідну кількість води та регулювати температуру та швидкість обертання.

Останніми роками охороні навколишнього середовища приділяється багато уваги.

В даний час забруднення стічних вод хімічними речовинами стало серйозною проблемою. Значна кількість хімічних речовин потрапляє в навколишнє середовище через побутові каналізаційні системи, що призводить до забруднення водних шляхів і річок. Хімічні речовини негативно впливають на водні екосистеми та організми, які взаємодіють з водою. Крім того, очищення забрудненої води вимагає багато часу, зусиль і технічних заходів, що призводить до погіршення якості води, що подається людям через систему водопостачання.

Недоліком автоматичних пральних машин є погана система дозування миючих засобів. Ця система складається з кількох відсіків, призначених для різних типів миючих засобів. Це означає, що потрібно залити миючий засіб з допомогою людини і відміряти потрібну кількість на око.

Крім того, у цій системі дозування миючі засоби використовуються нерозумно, що значно збільшує вартість миючих засобів і негативно впливає на навколишнє середовище.

Застосування дозаторів рідини у пральних машинах має кілька перспективних аспектів.

Ефективність використання миючих засобів.

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Дозатори рідини дозволяють автоматично вимірювати потрібну кількість миючого засобу для кожного циклу прання. Це допомагає уникнути перевитрат та забезпечує оптимальне використання засобу.

Економія ресурсів - з точністю дозування рідини можна заощаджувати миючий засіб, що є економічно ефективним і корисним для споживачів.

Зручність використання - система дозатора рідини може бути зручною для користувачів, оскільки вони не повинні вимірювати миючий засіб кожного разу перед початком прання.

Зменшення впливу на навколишнє середовище - точне дозування миючого засобу допомагає уникнути зайвого викидання хімічних речовин у водне середовище, що може стати важливим екологічним фактором.

Зменшення відходів упаковки - рідкі миючі засоби, як правило, потребують менше упаковки порівняно із порошковими аналогами. Це може сприяти зменшенню кількості відходів.

Покращення якості прання - дозатори рідини можуть допомагати уникнути перевитрати засобу, що може позитивно впливати на якість прання та тривалість служби пральної машини.

Технологічні інновації - розвиток технологій може призвести до вдосконалення систем дозування, наприклад, застосування "розумних" дозаторів, які автоматично адаптують кількість миючого засобу в залежності від типу тканини, обсягу прання та ступеня забруднення.

Узагальнюючи, використання дозаторів рідини у пральних машинах може призвести до покращення ефективності, економії ресурсів і зменшення впливу на довкілля. Автоматичний пристрій дозування миючих розчинів дозволить скоротити витрати на миючі засоби та полегшить сам процес прання.

Результати розробки були представлені на науковій студентській конференції кафедри машин та апаратів, електромеханічних та енергетичних систем у 2023 році. На основі них було підготовлено тези «Гей І.О.,Смутко

С.В.,Лісевич С.П. Розробка пристрою автоматичного дозування миючого розчину для прання в пральній машині» у Збірник наукових праць «Технічна творчість» №7, 2023р. (додаток Б)

					MPMA 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

# 1 Огляд та аналіз технологічних процесів прання та пристроїв автоматизації пральних машин

## 1.1 Процеси прання

Пральні машини призначені для механізації прання білизни, однієї з найбільш трудомістких ручних робіт у побуті.

Автоматичні пральні машини призначені для прання одягу за заданою програмою.

Різноманітний набір програм дозволяє якісно випрати білизну з тканин різної хімічної структури, різного ступеня забруднення і міцності, не знижуючи при цьому ступінь зносу.

Процес прання в автоматичних пральних машинах включає кілька основних етапів, які спрямовані на видалення бруду та забруднень з різних видів білизни. Ось загальний аналіз цих процесів.

Наповнення водою. Процес починається з наповнення барабану водою. Сучасні моделі мають датчики рівня води, які автоматично регулюють об'єм води в залежності від ваги прання та обраної програми.

Додавання мила або мийного засобу. Деякі пральні машини автоматично дозують мило або мийний засіб, щоб забезпечити оптимальну кількість для конкретного обсягу прання. Це допомагає уникнути надмірного використання мила та забруднення тканин.

Змочування (попереднє змочування). Деякі пральні машини можуть виконувати попереднє змочування, яке дозволяє попередньо змочити білизну перед основним циклом прання. Це може полегшити видалення певних видів бруду.

Механічне прання. Найважливіший етап, де пральна машина виконує рухи барабану, щоб механічно прати білизну. Тривалість і інтенсивність цього етапу залежить від обраної програми.

Ополіскування. Пральна машина здійснює одне або кілька ополіскувань для видалення залишків мила та бруду з білизни. Деякі пральні машини мають функцію додаткового полоскання.

Видалення води. Після завершення прання пральна машина відкачує воду з барабану.

Віджимання. Пральна машина виконує цикл віджимання, де барабан обертається з високою швидкістю для видалення зайвої води з білизни.

Завершення циклу. Після віджимання прання вважається завершеним, і пральна машина виводить сигнал або автоматично вимикається.

Сучасні пральні машини також можуть мати різні додаткові функції, такі як попередження про залишене мило, антиалергенний режим, режим парового прання та інші, які можуть поліпшити якість прання та зручність використання.

Пральна машина складається з основного блоку, верхньої кришки, задньої кришки, завантажувальних дверцят, електромагнітного клапана, шланга для впорскування води, дренажного шланга, дренажного насоса, дозатора миючого засобу, бака для прання, барабана, датчика рівня води, датчика температури, нагрівального елемента (ТЕН) і лінії. Також конструкція включає фільтри, електродвигуни, ремінні передачі, пульти керування, блоки керування, пружинні та амортизаційні системи, противаги.

Блокування кришки завантаження активується, коли пральну машину підключено до мережі та встановлено програму прання.

Подача води в пральну машину здійснюється через електромагнітний клапан.

Після того, як вода проходить через клапанний канал, вона потрапляє в контейнер для миючого засобу.

Ззаду дозатора розташований гумовий шланг для подачі води, а спереду висувна воронка, відсіки якої заповнені миючим засобом для різних типів білизни.

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Під час прання миючий засіб і вода змішуються, утворюючи миючий розчин, який через гумові труби надходить у ванну для миття, де відбувається процес очищення.

Барабан обертається в баку для очищення, який являє собою перфорований циліндр з нержавіючої сталі.

Білизна завантажується в барабан через завантажувальний люк.

При обертанні барабану відбувається прання і віджим білизни.

Двигун обертає барабан через пасову передачу.

Бічна частина барабана має численні отвори, які дозволяють воді вільно витікати всередину та назовні, а також ребра для підвищення сили очищення.

Процес наливання води в пральний бак контролюється реле рівня води.

Роль реле рівня води полягає в тому, щоб забезпечити достатній рівень води в баку для прання білизни, завантаженої в пральну машину.

Після наповнення ванни пральної машини водою включається ТЕН (ТЕН).

Температура гарячої води контролюється термореле.

Хімічний вплив на білизну під час прання досягається впливом миючого засобу, термічним впливом ТЕНу та механічним впливом обертання барабана з білизною.

Віджимання здійснюється шляхом обертання барабана на високій швидкості (зазвичай понад 600 об/хв) і одночасного відкачування розчину.

При цьому за допомогою відцентрової сили білизна сильно притискається до бортів і утримується на місці до тих пір, поки швидкість барабана не зменшиться.

Коли білизна віджимається, вода витікає з білизни, просочується крізь отвори в барабані в пральний бак і викачується звідти.

Практично всі процеси в пральній машині відбуваються автоматично, що значно спрощує процес прання і економить час. Процес дозування та заповнення миючого засобу не автоматизований. Для автоматизації процесу

дозування необхідно використовувати пристрій для дозування рідкого миючого засобу.

## 1.2 Пристрої для автоматичного дозування рідких миючих в пральних машинах

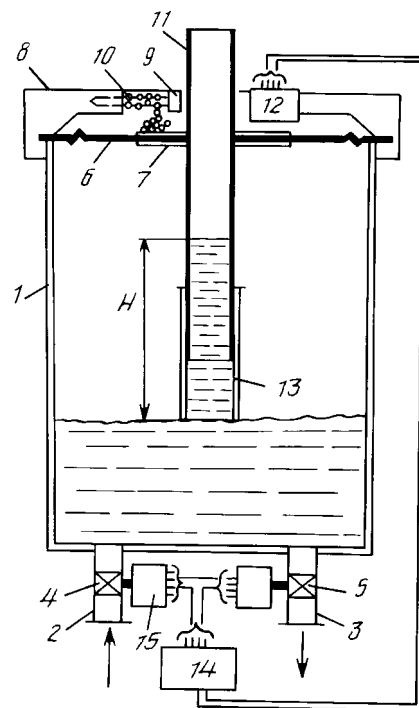
Дозуючий пристрій – пристрій для автоматичного (дозування) заданої маси або кількості рідини чи сипучої речовини.

Існують диспенсери періодичної та безперервної дії з ручним або автоматичним керуванням.

Існує багато пристроїв для введення рідких речовин. Вони відрізняються конструкцією, принципом дії, способом керування, точністю дозування, швидкістю дозування, максимальним і мінімальним дозуванням рідини.

Розглянемо деякі пристрої для введення рідин.

Пропорційний дозатор рідини [1] показаний на рисунку 1.1.



## Рисунок 1.1 – Пропорційний дозатор рідин

Дозатор містить корпус 1 з подавальним патрубком 2 і вихідним патрубком 3, на яких відповідно розташовані запірні органи 4 і 5 (наприклад, клапани, клапани, нерегулярні запірні елементи тощо). На верхньому торці корпусу 1 розташована вільна мембрана 6 з жорстким центром 7, яка притиснута до корпусу кришкою 8. Останній має регулювальну тягу 9, навколо якої намотується ланцюг 10. Жорстка центральна мембрана герметично з'єднана з повітряним шлангом 11. Кришка 8 також має мембранний датчик положення 12. Рухома трубка 13, виготовлена, наприклад, з еластичного матеріалу, розташована під трубкою 11. Датчик 12 з'єднаний через лінію зв'язку (наприклад, електричну, пневматичну тощо) з керуючим пристроєм 14, який з'єднаний з приводом 15 корпусу 4, 5 замка. Спочатку корпус 1 порожній, корпус 4 відкритий, а корпус 5 закритий.

Коли подається відміряна кількість рідини, рідина накопичується всередині корпусу і досягає нижнього кінця повітряного шланга 13, який проходить через трубку 11. У той же час повітря припиняє витікати з корпусу 1, а рівень рідини піднімається і зупиняється всередині корпусу і продовжує зростати всередині трубок 11, 13. При певному значенні  $H$  в трубці 11 тиск на рідину в корпусі 1 достатній і зусилля на мембрані 6 долається вагою мембранного блоку (мембрани, повітряної трубки, жорсткого центру 7, частини мембрана). ланцюг 10 в середині 7), який збільшується. Одночасно активується датчик положення мембрани 12 (наприклад, електричний контакт, геркон з магнітним керуванням, датчик типу заслінки сопла тощо). Сигнал надходить на контролер 14, який посиляє командний сигнал на виконавчий механізм 15. У той же час орган 4 закривається (встановлює дозу), а орган 5 відкривається для вивільнення дози. Надалі донорський цикл буде повторюватися. Об'єм рідини в корпусі 1 (об'єм дози) регулюється трьома способами. Тобто він регулюється шляхом переміщення трубки 11 у центрі 7

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

шляхом переміщення трубки 11 у центрі 7. Переміщенням труби 13 уздовж труби 11. Поверніть регулювальний стрижень 9, щоб відрегулювати.

Існує пристрій [2] для введення рідин, який показано на рисунку 1. 2.

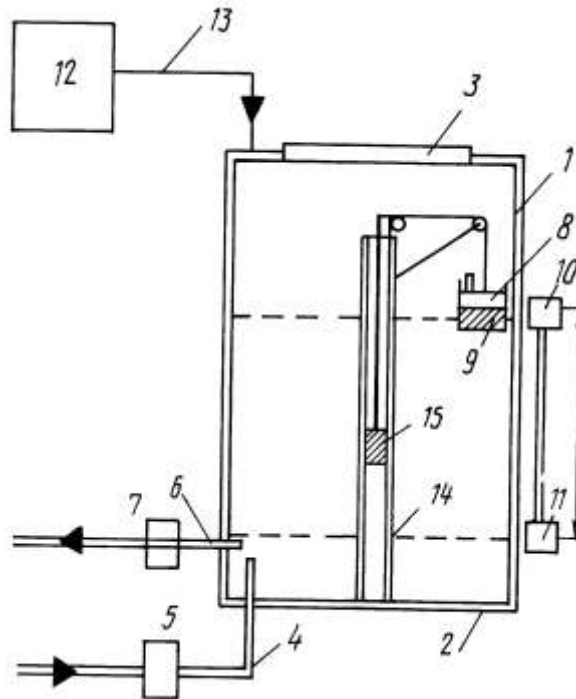


Рисунок 1.2 – Пристрій для дозування рідини

Використовується у виробництві обладнання для дозування рідин різної в'язкості. Пристрій містить порожнистий корпус 1 з основою 2 і кришкою 3, впускний отвір 4, впускний електромагнітний клапан 5, зливний отвір 6, зливний електромагнітний клапан 7, компенсаційний поплавок 8, магніт 9 і перший електромагніт. Він складається з керуючого контакту 10, другого магнітного керуючого контакту 11, джерела 12 стисненого газу постійного тиску, патрубка 13 подачі стисненого газу, трубопроводу 14 і протипаги 15. Дозатор рідини заповнений рідиною до верхнього рівня. У той час як магніт 9 у нижній частині впускного електромагнітного клапана 5, поплавкова компенсація 8, встановлений, коли порожнина тіла заповнена рідиною, вона піднімається до верхнього граничного рівня, і перш ніж досягти цього, утворюється перший контакт магнітного керування. При відкритті 10 обмотка

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 23.00.00.000 ПЗ

Арк.  
14

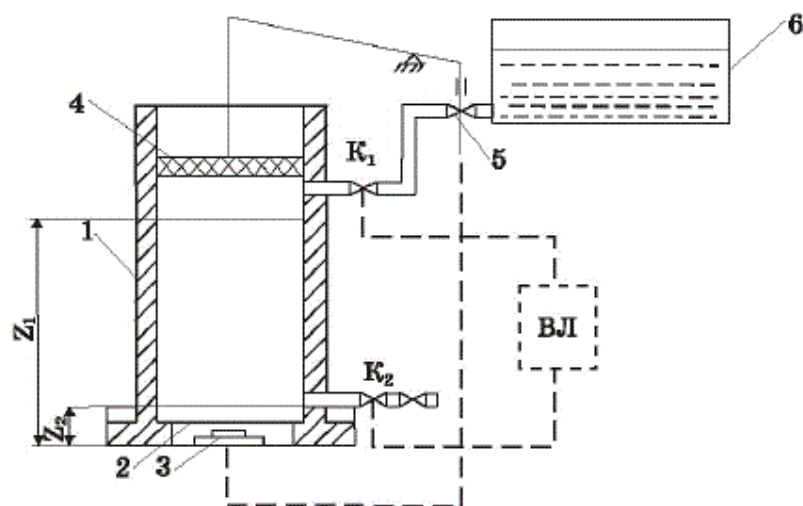
електромагнітного впускного клапана 5 знеструмлюється, закриваючи кран і припиняючи подачу рідини з бака в пристрій.

Другий магнітний контрольний контакт 11 задає дозу рідини, що вводитьься споживачеві.

Газ під робочим тиском подається в ємність корпусу від джерела стисненого газу при постійному тиску. Пристрій призначений для подачі заданої дози рідини споживачеві. Увімкніть зливний електромагнітний клапан 7. Рідина подається до споживача, при цьому компенсаційний поплавков 8 кінематично пов'язаний з противагою 15, так що компенсаційний поплавок 8 розташований над поверхнею робочого середовища і магнітно зв'язаний з другим рівнем. Коли поплавковий балансир 8 досягає другого магнітного контакту управління 11, він розмикається, обмотка зливного електромагнітного клапана 7 знеструмлюється, і клапан закривається.

Для запобігання проникненню газорідинних сумішей в магістраль споживача другий магнітний керуючий контакт 11 не можна встановлювати глибше зливного патрубка 6.

На схемі 1.3 показано дозатор для рідких інгредієнтів [3].



1 - мірна камера; 2 - еластична мембрана; 3 - контактна колодка; 4 - поплавок; 5 - притискний клапан; 6 - мірник

Рисунок 1.3 – Дозатор рідких інгредієнтів

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 23.00.00.000 ПЗ

Арк.  
15

Тиск стовпа рідких компонентів у циліндричній вимірювальній камері 1 сприймається еластичною мембраною 2. Ця сила передається на контактну колону 3. Контактна колона працює одночасно з поплавцем 4, що складається зі штока і шарнірного напірного клапана 5, для перекриття подачі рідкої складової транспортної ємності в вимірювальний вузол 6. При припиненні подачі наповнення вимірювальної камери подвоюється. За допомогою електромагнітного клапана К1 блокується відкриття того самого розвантажувального клапана К2.

Мембранний дозатор [4] показаний на рисунку 1.4.

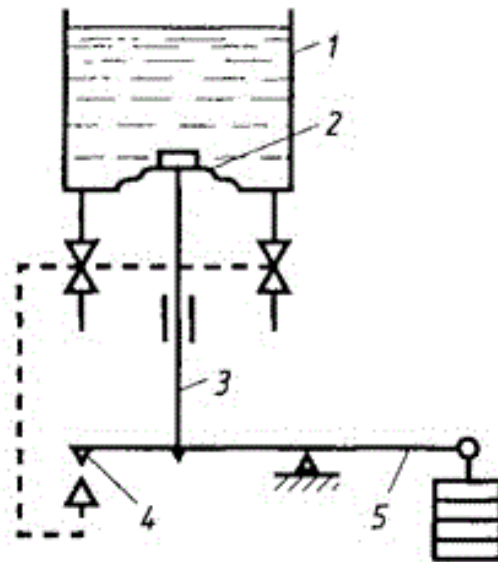


Рисунок 1.4 – Мембранний дозатор

Дозатор виконує гравіметричне дозування рідких інгредієнтів у штатному режимі роботи. У дозаторі використовується еластична мембрана, яка сприймає тиск у колонці дозованих компонентів і передає цю силу на ваговий механізм. Дозатор складається з ємності 1, регулювальної штанги 3 з еластичною мембраною 2, дозувального механізму 5 і контактної площадки 4, що керує електромагнітними вхідним і випускним клапанами. Дозу регулюють шляхом регулювання ваги дозувального механізму.

На рисунку 1.5 показано дозатор рідини [5].

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

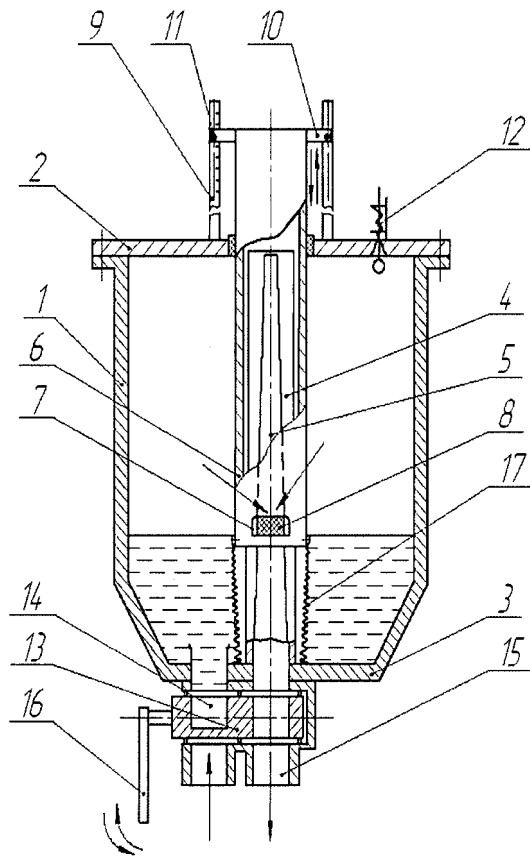


Рисунок 1.5 – Дозатор рідини

Дозатор рідини містить циліндричну видаткову ємність 1 з кришкою 2 і дном 3, вмонтований в ємність 1 вертикально розташований пустотілий циліндр 4 з трикутним прорізом 5. На пустотілий циліндр 4 встановлена з можливістю переміщення труба 6 з прорізом 7, перетин якої виконано у вигляді трапеції 8, підстави якої паралельні між собою, і дніща 3 видаткової ємності 1, а бічні сторони виконані з кутом нахилу, рівним куту нахилу сторін трикутної прорізи 5 на циліндрі 4. При перетині прорізів 5 і 7 утворюється зливний отвір 8. На кришці 2 встановлена шкала 9 встановлення величини доз. А на трубці 6 шток 10 з отворами і покажчиком 11 встановлення величини доз. Крім того, на кришці 2 встановлений відкритий поплавковий клапан 12 для випуску і впуску повітря. На дно 3 виступаючої під дном частини полого циліндра 4 встановлено кран 13, виконаний двоходовим, який має вхідний отвір 14, зливний отвір 15 і підпружинений важіль 16. Труба 6 приєднана до дніща 3 кільцевим еластичним рукавом 17. Дозатор рідини працює наступним

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

МРМА 23.00.00.000 ПЗ

Арк.

17

чином. Перед початком процесу дозування штоком 10 з покажчиком 11 труба 6 встановлюється за шкалою 9 на задану дозу видачі. При переміщенні труби 6 вгору або вниз його проріз 7 при перетині з трикутної прорізом 5 порожнистого циліндра 4 утворюють зливний отвір 8, висота розташування якого від кришки 2 видаткової ємності 1 визначає величину дози. Так як перетин зливного отвору 8 змінюється в міру його переміщення по висоті труби 4, то із збільшенням дози буде збільшуватися і перетин зливного отвору, тому час зливу заданої дози рідини буде мати постійну величину.

Ємність 1 заповнюється рідиною через вхідний отвір 14 двоходового крана 13 і при досягненні рідиною рівня клапана 12 надходження її припиняється за рахунок клапана 12, який спливає і перекриває отвір в кришці 2. Так як все повітря витіснене, ємність 1 наповнилася повністю рідиною, то надходження її в ємність 1 припиняється. Дозатор готовий до видачі дози. При впливі на підпружинений важіль 16 він відкриває кран 13 і рідина, що знаходиться між кришкою 2 і нижньою підставою зливного отвору 8, тече в ємність. При припиненні впливу на важіль 16 і повернення крана 13 у вихідне положення, починається заповнення видаткової ємності 1 і процес дозування рідини повторюється.

### 1.3 Датчики та системи автоматичного визначення ваги білизни в пральних машинах

Для автоматизації процесу дозування система дозування повинна включати пристрій, що вимірює вагу сухої білизни, завантаженої в барабан пральної машини. Пристрої для зважування білизни слід проектувати на основі датчиків ваги.

Існують датчики для вимірювання ваги.

1) Електромеханічні датчики ваги – це пристрої, які використовують комбінацію електричних та механічних компонентів для вимірювання ваги об'єктів. Ці датчики широко застосовуються в різних галузях.

Основні компоненти електромеханічного датчика ваги можуть включати наступні елементи.

Навантажувальні датчики (Load Cells). Це ключовий елемент, в якому змінюється опір або напруга при деформації матеріалу, через який передається вага об'єкта. Такі датчики можуть використовувати різні принципи, такі як напруженість матеріалів, п'єзоелектричні ефекти чи тензорезистивні ефекти.

Механічні компоненти. До складу таких компонентів можуть входити плити, риштаки, розв'язки та інші механічні елементи, які передають вагове навантаження на навантажувальний датчик.

Електроніка обробки сигналу. Датчики ваги зазвичай мають електроніку для обробки сигналу, конвертації його в вагу та інших необхідних операцій. Це може включати аналогово-цифровий перетворювач (ADC), мікроконтролери та інші електронні компоненти.

Інтерфейси зв'язку. Деякі датчики ваги можуть мати інтерфейси для зв'язку з іншими пристроями або системами, наприклад, з комп'ютерами, програмним забезпеченням управління запасами чи іншими обладнаннями.

Корпус і захист. Для захисту від зовнішніх впливів, таких як волога, пил, удари, датчики ваги зазвичай мають корпус та захист.

2) Магнітопружні датчики ваги — це один з типів датчиків ваги, які використовують магнітні та пружинні елементи для вимірювання сили, що діє на об'єкт. Цей тип датчиків часто використовується в електронних вагах та інших системах вимірювання маси. Основні компоненти магнітопружного датчика ваги перераховані нижче.

Магніти. Датчик містить магніти, які створюють магнітне поле.

Проміжні пластини. Об'єкт, який вимірюється, поміщається між проміжними пластинами. Ці пластини також можуть містити магнітні матеріали.

Пружини. У датчиках цього типу пружини використовуються для забезпечення протидії силі, що діє на об'єкт, і для відновлення початкового положення.

Датчики переміщення. Для вимірювання деформації пружин і визначення ваги використовуються датчики переміщення або інші вимірювальні пристрої.

Принцип роботи магнітопружних датчиків ваги полягає в тому, що сила, яка діє на об'єкт, пропорційна його масі. При навантаженні на датчик ваги змінюється рівноважний стан системи магнітів та пружин, і це змінює величину магнітної сили. Вимірюючи ці зміни, можна визначити масу об'єкта.

Переваги магнітопружних датчиків ваги: висока чутливість; точність та відсутність важких механічних частин. Однак, вони також можуть бути чутливі до зовнішніх магнітних полів та потребують уважного калібрування для забезпечення точності вимірювань.

3) Індуктивні датчики ваги використовують принцип індукції для вимірювання ваги об'єктів. Ці датчики можуть мати різні конструкції, але в основі їхньої роботи лежить використання змін індуктивності при зміні положення чи деформації об'єкта.

Основні компоненти індуктивного датчика ваги можуть включати наступні елементи.

Індуктивний датчик. Це може бути котушка або інший індуктивний елемент, який генерує змінний електромагнітний потік при зміні положення об'єкта.

Об'єкт або навантаження. Об'єкт, який вимірюється, розташовується поблизу індуктивного датчика і впливає на його індуктивність.

Система вимірювання і обробки сигналу. Включає в себе електроніку для вимірювання змін індуктивності та обробки цього сигналу для визначення ваги.

Принцип роботи полягає в тому, що при зміщенні або деформації об'єкта змінюється індуктивність датчика. Ця зміна в індуктивності відображає вагу об'єкта, оскільки вона пропорційна його масі.

Індуктивні датчики ваги можуть бути виготовлені у вигляді тонких плівок, котушок або інших конструкцій, які легко взаємодіють із змінами ваги. Вони можуть знаходити застосування у різних галузях, включаючи виробництво, лабораторії та інші області, де важливе точне вимірювання ваги.

4) Датчики ваги з пристроєм електромагнітної силової компенсації використовують електромагнітні принципи для компенсації або збалансування ваги та забезпечення більш точних вимірювань. Такі системи зазвичай мають індуктивні або магнітні компоненти, які використовуються для стабілізації ваги та усунення впливу зовнішніх сил чи змін у середовищі.

Основні компоненти датчиків ваги з електромагнітною силовою компенсацією.

Навантажувальний сенсор (Load Cell). Це датчик, який вимірює вагу об'єкта. Він може включати елементи, які реагують на стиснення, деформацію або інші зміни, що виникають внаслідок дії ваги.

Магнітні або електромагнітні компоненти. Деякі датчики ваги використовують магнітні або електромагнітні компоненти для створення контрольованого магнітного поля. Це поле може використовуватися для компенсації ваги або для забезпечення точного вимірювання.

Система електроніки і контролю. Інтегрована електроніка обробляє сигнали від навантажувального сенсора та регулює магнітне поле для забезпечення стабільності та точності вимірювань.

Засоби комунікації та інтерфейси. Датчики ваги можуть мати засоби для взаємодії з іншими пристроями, такими як комп'ютери чи системи автоматизації, через різні інтерфейси (наприклад, USB, RS-232, Ethernet).

Механізми збалансування. Деякі системи можуть включати додаткові механізми збалансування, які допомагають утримувати навантаження в рівновазі та забезпечують стабільні вимірювання.

Електромагнітна силова компенсація допомагає уникнути впливу зовнішніх факторів, таких як сила тяжіння чи коливання, і покращує точність вимірювань ваги. Такі системи часто застосовуються в прецизійних вимірювальних системах та в умовах, де важлива стійкість та точність вагового вимірювання.

5) Ваговимірювальні датчики з віброуючою струною – це тип датчиків ваги, які використовують принцип вібрації або резонансу струни для вимірювання ваги об'єкта. Цей тип датчиків може бути використаний для різних застосувань, включаючи виробничі лінії, лабораторії, аптечні та медичні пристрої, а також торгівельні ваги.

Основні елементи ваговимірювального датчика з віброуючою.

Струна або пружина. Це основний елемент, який використовується для підтримки навантаження та передачі його ваги на датчик.

Датчик вібрації. Сенсор або датчик, який вимірює параметри вібрації або резонансу струни. Це може бути, наприклад, п'єзоелектричний датчик чи інший тип сенсора.

Електроніка обробки сигналу. Включає в себе електронні компоненти, такі як мікроконтролери та аналогово-цифрові перетворювачі (ADC), для обробки сигналів від датчика та перетворення їх у вагове вимірювання.

Засоби комунікації. Деякі вагові датчики можуть мати інтерфейси для зв'язку з іншими пристроями або системами, наприклад, через USB, RS-232 або інші протоколи.

					MPMA 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Принцип роботи полягає в тому, що ваговимірювальний датчик генерує вібрацію або резонанс струни, і ці параметри змінюються в залежності від маси навантаження. Сенсори вимірюють ці зміни і передають відповідні сигнали для визначення ваги об'єкта.

Перевагами таких датчиків є їхня висока точність, надійність та стійкість до зовнішніх впливів, таких як температурні коливання чи волога. Вони також можуть бути компактними та легкими у порівнянні з іншими типами датчиків ваги.

Усі перераховані вище датчики мають різні конструкції та різні межі вимірювання.

Серед усіх датчиків тензометричні датчики ваги на даний момент є найбільш точними і широко використовуваними.

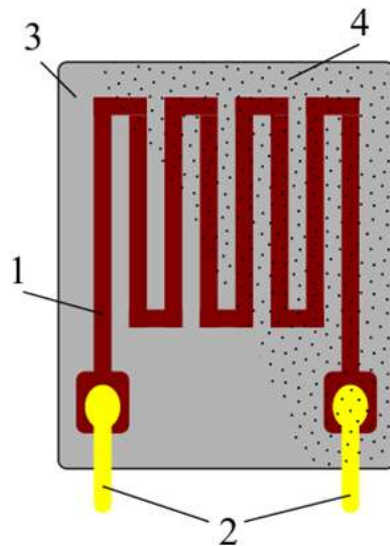
Тензометричний перетворювач - параметричний перетворювач опору, який перетворює деформацію твердого тіла, викликану механічним навантаженням, прикладеним до твердого тіла, в електричний сигнал.

Резистивний тензодатчик є основою, на якій кріпиться чутливий елемент [7].

Принцип вимірювання деформації за допомогою тензодатчиків полягає в тому, що ефективний опір тензодатчика змінюється при розтягуванні.

У сучасному вигляді тензодатчики конструктивно являють собою тензодатчики, чутливі елементи яких складаються з тензочутливих матеріалів (дрот, фольга та ін. ) і закріплюються за допомогою сполучного (клей, цемент).

Для приєднання чутливого елемента в електричний ланцюг в тензорезисторі є вивідні провідники. (рис.1.7).



1 - чутливий елемент; 2 - вивідні провідники; 3 - підкладка; 4 - захисний елемент

Рисунок 1.7 – Схема тензоперетворювача

Для підключення чутливих елементів до кола тензорні резистори мають вихідний провідник.

Для полегшення встановлення деякі конструкції тензометричних датчиків включають підкладку між чутливим елементом і деталлю, що перевіряється, або захисний елемент над чутливим елементом.

Найбільш наочним прикладом використання тензодатчиків є ваги. Ваги на тензодатчиках використовуються в різних галузях промисловості, таких як кольорова та чорна металургія, хімія, будівництво, харчова промисловість та інші галузі.

Принцип роботи електронних ваг зводиться до вимірювання ваги, що діє на тензодатчик, шляхом перетворення результуючої зміни в пропорційний електричний вихідний сигнал.

Широке застосування тензодатчиків пояснюється рядом переваг, серед яких: Завдяки малій інерційності тензодатчики можна використовувати як для статичних, так і для динамічних вимірювань.

Має лінійні характеристики. Дозволяє проводити вимірювання дистанційно та в багатьох точках.

Спосіб кріплення до тестової деталі не вимагає складних регулювань і не спотворює зону деформації тестової деталі.

Недоліком є температурна чутливість, але в більшості випадків це можна компенсувати.

В основі роботи тензоперетворювачів лежить явище тензоефекту — зміна ефективного опору провідника при механічній деформації.

Всі існуючі перетворювачі можна розділити на три основні типи: дротові; фольгові; плівкові.

Дротові тензодатчики, також відомі як тензорезистивні датчики, є одним з типів тензодатчиків, що використовуються для вимірювання деформації або напруги на об'єкті для визначення ваги. Основним елементом є тензорезистор (також називається тензоелемент або тензорезистивна стрічка), який змінює свій опір при деформації.

Тензорезистивний елемент - це тонкі провідники або стрічки, виготовлені з матеріалів, таких як фольга, які змінюють свій електричний опір при зміні довжини чи форми.

Зазвичай датчики мають форму дроту або стрічки, яку можна прикріпити або вбудувати на об'єкт, вимірювання якого потрібно здійснити.

Тензорезистивні матеріали можуть бути вбудовані в датчик так, щоб їхні електричні властивості змінювалися відповідно до змін у формі чи розмірах об'єкта.

Електричний сигнал, отриманий від тензорезистивного елемента, піддається обробці для визначення величини деформації, яка використовується для визначення ваги об'єкта.

Датчики можуть постачатися з монтажними елементами або спеціальними поверхнями для легкого кріплення на об'єкт.

Дротові тензодатчики знаходять застосування у різних галузях, таких як

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

вагові системи, промислові вимірювання, виготовлення лабораторних ваг, тестування матеріалів і структур, а також в електроніці та робототехніці. Їх велика чутливість і можливість інтеграції робить їх популярними для різноманітних вимірювальних завдань.

Тензодатчики використовуються в техніці для вимірювання неелектричних величин у двох напрямках. Перший напрямок полягає у використанні тягової дії провідника в стані об'ємного стиснення, де природним вхідним значенням перетворювача є тиск навколишнього газу або рідини. У цьому випадку перетворювач являє собою котушку дроту (зазвичай манганіну), розміщену в зоні (рідини або газу), де вимірюється тиск. Вихідною величиною перетворювача є зміна його ефективного опору. Другим напрямком є використання ефекту натягу розтяжних дротів із чутливих до розтягу матеріалів.

Тензоперетворювачі використовуються як у «вільному», так і в зв'язаному вигляді.

«Вільний» тензоперетворювач складається з одного або кількох дротів, прикріплених на кінці між рухомою частиною та нерухомою частиною, зазвичай діючи як пружні елементи одночасно.

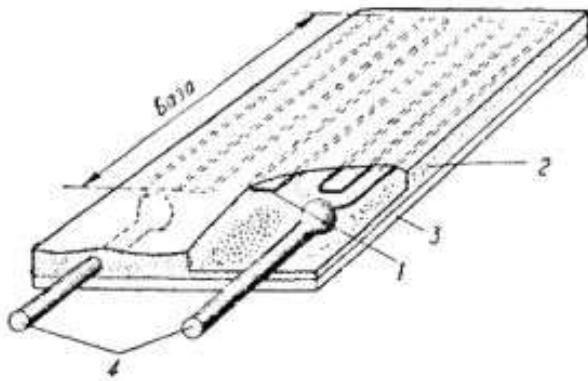
Природним вхідним значенням для таких перетворювачів є відносно невеликі переміщення рухомих частин.

Найпоширеніший тип клейкого тензодатчика показано на рисунку 1.8.

На тонку паперову або лакову плівку приклеєний тонкий дріт у вигляді зигзага діаметром 0,02-0,05 мм.

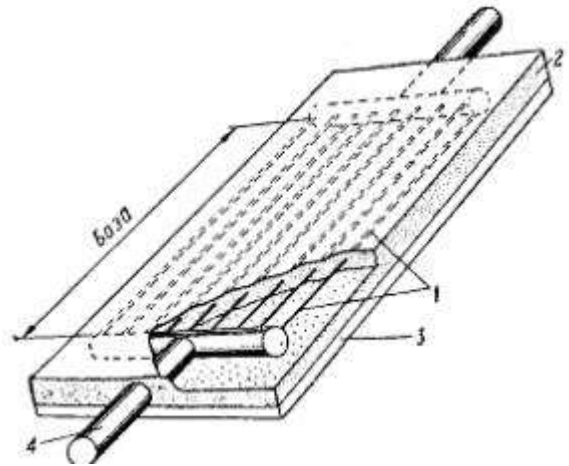
Вихідний мідний провідник підключається до кінця дроту.

Зверху перетворювач покривають шаром лаку, іноді проклеюють папером або фетром.



1 - тензочутливий дріт; 2 - клей або цемент; 3 - целофанова або паперова підкладка; 4 - вивідні провідники

Рисунок 1.8 – Наклеюваний дротяний тензоперетворювач



1 - тензочутливий дріт; 2 - клей або цемент; 3 - целофанова або паперова підкладка; 4 - вивідний провідник

Рисунок 1.9 – Низькоомний «потужний» дротяний тензоперетворювач

Дротові тензоперетворювачі часто використовують, коли необхідно провести великі струми.

Вони складаються з великої кількості паралельно з'єднаних проводів і характеризуються великими габаритами, що дозволяє істотно збільшити струм, що протікає через перетворювач (рисунок 1.9).

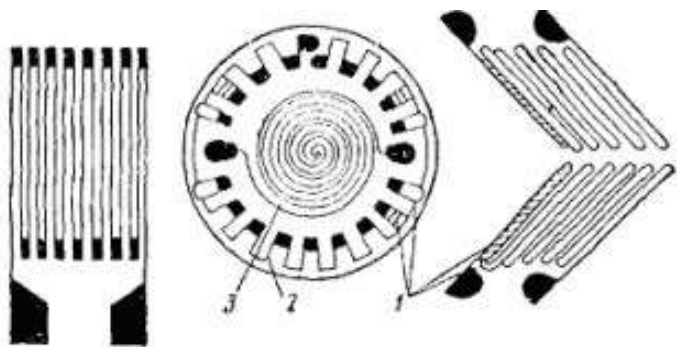
Фольгові тензодатчики є найпоширенішою різновидом клейових тензодатчиків.

Фольгований перетворювач являє собою стрічку з фольги товщиною від 4 до 12 мікрон, у якій частина металу відібрана травленням, а решта утворює сітку клем, показану на рисунку 1.10.

Великою перевагою пліткових тензоперетворювачів при створенні таких сіток є можливість надавати довільні візерунки.

На рисунку 1.10а показано зовнішній вигляд фольгового перетворювача для вимірювання лінійних напружених станів.

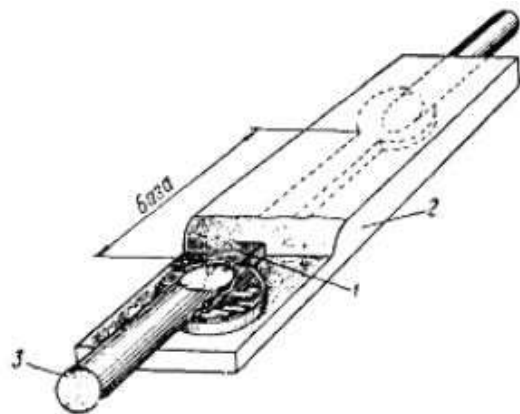
На рисунку 1.10 на валу приклеєний фольгований перетворювач для вимірювання крутного моменту, а на рисунку 1.10, б — на мембрані.



а)                      б)                      в)

1 - підганяльні петлі; 2 - витки, чутливі до розтягуючих мембрану зусиль; 3 - витки, чутливі до стискаючих мембрану зусиль

Рисунок 1.10 – Фольгові тензодатчики



1 - тензочутлива плівка; 2 - плівка лаку; 3 - вивідний провідник

Рисунок 1.11 - Плівковий тензоперетворювач

Плівковий тензодатчик. В останні роки з'явився ще один спосіб масового виробництва резисторів напруги. Він передбачає сублимацію матеріалів, чутливих до напруги, у вакуумі, потім їх розпилення безпосередньо на компонент і можливість конденсації на підкладці. Такі тензоперетворювачі називаються плівковими. Мала товщина (15–30 мкм) таких екстензометрів дає значні переваги при вимірюванні деформацій в динамічному режимі в області високих температур. Всі види мембранних перетворювачів напруги на основі вісмуту, титану, кремнію або германію виготовляють у вигляді струмопровідних смуг (рис.1.11). Такий перетворювач не має того недоліку, що відносна чутливість перетворювача знижена порівняно з чутливістю матеріалу, з якого виготовлений перетворювач.

Тензодатчики використовуються у виробництві різних приладів і обладнання, в тому числі вимірювальних. Тензодатчики є основними елементами високоточної ваговимірювальної техніки. Точність вимірювань і достовірність вихідних даних вимірювальних приладів ваги і сили, в яких використовуються датчики ваги, гарантується їх технічною конструкцією. Тензодатчики фактично є перетворювачами сигналу сили.

Принцип його дії полягає в тому, що гнучкий корпус тензодатчика деформується під впливом маси дозованого вантажу.

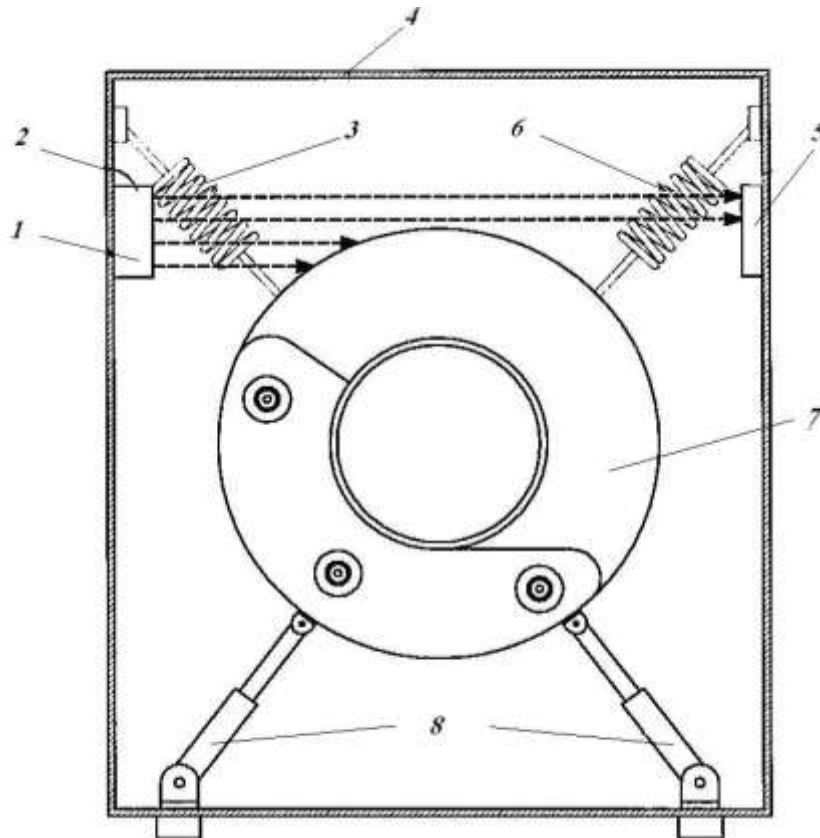
Тензодатчик, чутливий елемент, прикріплений до тіла, являє собою резистивний елемент, який змінює свій електричний опір при механічній деформації внаслідок тиску або розтягування.

Найчастіше до корпусу кожного датчика прикріплюють чотири тензодатчики, які об'єднуються в одну мостову систему, щоб допомогти визначити фактичну зміну опору.

Розрізняють датчики: стовпчасті, циліндричні, променевого типу, одноточкові, вагові модульні для тиску, S-подібні для натягу.

Всі перераховані датчики використовуються в системі вимірювання ваги білизни в автоматичних пральних машинах.

Існує пристрій для визначення ваги білизни у пральній машині барабанного типу [8], сенсорний модуль 1 (рис. 1.12) включає в себе світловипромінюючий вузол 2 для випромінювання світла і світлоприймальний вузол 5, що випромінюється вузлом 2.



Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 23.00.00.000 ПЗ

Арк.  
29

Рисунок 1.12 - Схема розташування пристрою для визначення маси білизни у пральній машині барабанного типу

Діодний вузол 2 і світлоприймальний вузол 5 встановлені на стінці корпусу 4 таким чином, що світловипромінюваний вузол 2 і світлоприймальний вузол 5 знаходяться один навпроти одного через бак для води 7. Діодний вузол 2 і світлоприймальний вузол 5 встановлені в положеннях, в яких кількість світла, що випромінюється світловипромінюючим вузлом 2 і приймається світлоприймальний вузол 5, змінюється на підставі висоти піднімання бака для води, зумовленої вагою білизни в барабані. Наприклад, світловипромінюваний вузол 2 і світлоприймальний вузол 5 можуть бути встановлені таким чином, що кількість світла, що приймається світлоприймальний вузол 5, зменшується, коли білизна у барабані, що обертається є легкою, і кількість світла, що приймається світлоприймальним вузлом 5, збільшується, коли білизна в барабані, що обертається є важкою.

Перед завантаженням білизни в барабан бак для води частково перекриває шлях світла між світловипромінюючим вузлом 2 і світлоприймальним вузлом 5. Отже, деяка кількість світла, що випромінюється вузлом 2, не сприймається вузлом 5, в результаті чого кількість світла, що приймається вузлом 5, зменшується.

При завантаженні білизни в барабан бак для води опускається у вертикальному напрямку відповідно до ваги білизни, в результаті чого кількість світла, що приймається вузлом 5 збільшується. Чим важче білизна, тим більше опускається бак для води, в результаті чого кількість світла, що приймається вузлом 5, додатково збільшується. Таким чином, сенсорний модуль визначає зміну кількості світла на підставі висоти підйому бака для води перед завантаженням білизни і після завантаження білизни у барабан, що обертається, і вага білизни вимірюється на підставі зміни кількості світла.

Існує схема управління сенсорного модуля [10]. Сенсорного модуль 1 (рис.1.13) включає в себе світловипромінюючий вузол 2 і світлоприймальний вузол 3. Діодний вузол 2 включає в себе джерело 4 світла і лінзу 5. Джерело 4 світла може складатися з світлодіода або лазера. Джерело 4 випромінює світло.

Лінза 5 збільшує шлях світла, випромінюваного джерелом світла 4. Тобто лінза розсіює світло L1, що випромінюється джерелом світла таким чином, що безліч променів L2 світла одночасно направляються на світлоприймальний вузол 3.

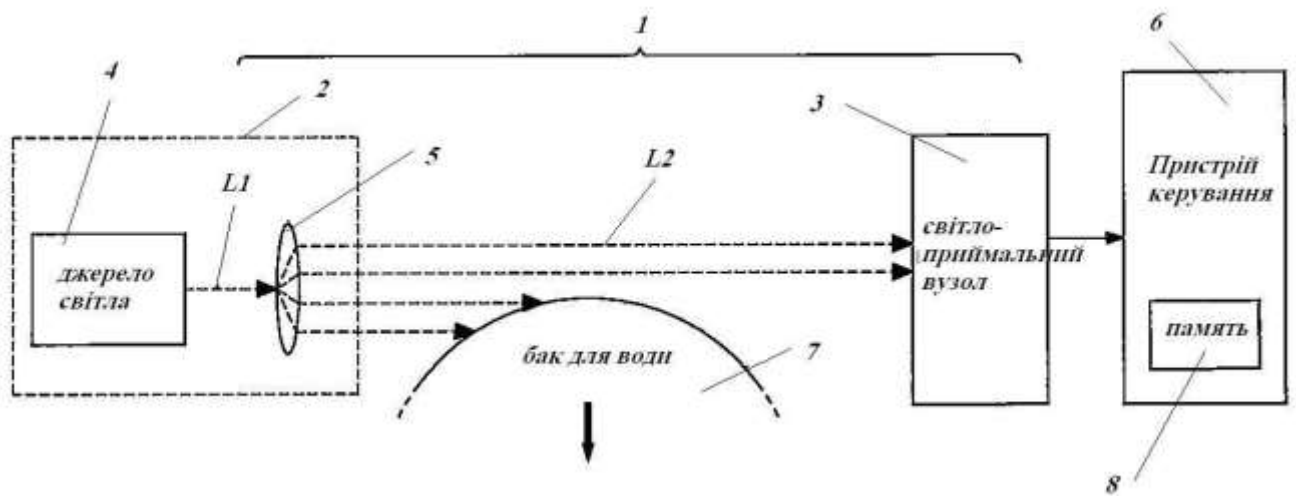


Рисунок 1.13 - Блок-схема управління сенсорного модуля

Пристрій 6 управління взаємодіє з сенсорним модулем 1 для прийому даних про кількість світла з світло приймального вузла 3 і порівнює отримані дані про кількість світла з опорними даними про кількість світла для вимірювання ваги білизни. Наприклад, пристрій 6 управління приймає величину інтенсивності світла зі світлоприймального вузла 3, порівнює отриману величину інтенсивності світла із заданою величиною для розрахунку значення різниці інтенсивності світла і зчитує вагу білизни, що відповідає величині різниці інтенсивності світла, з пам'яті 8 для вимірювання ваги білизни. Пам'ять 8 попередньо зберігає вагу білизни на підставі величин різниці інтенсивностей світла.

Існує пральна машина [11], яка містить зовнішній корпус 1 (рис. 1.13), в

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

якому встановлений коливний бак 2, пружно підвішений в корпусі за допомогою пружин 3 і 4, і демпфер 5, розташований між зовнішньою частиною 6 бака і точкою кріплення демпфера 5. У нижній частині корпусу 1 розташована пара спіральних пружин 7, 8, які є незалежними, тобто вони виконані як окремі пружини, орієнтовані вертикально уздовж однієї лінії і сполучені зверненими один до одного кінцями. Протилежні кінці двох пружин 7, 8 закріплені у вертикальному положенні відносно один одного на відповідних вертикальних ділянках 9 і 10, які виконані за одне ціле з корпусом 1. Горизонтально розташований важіль 11 з'єднаний з двома зазначеними кінцями пружин 7, 8, які сходяться в одній точці навіть при зміні положення позиціонуючого важеля. На позиціонуючому важелі 11 розташована точка кріплення демпфера 5.

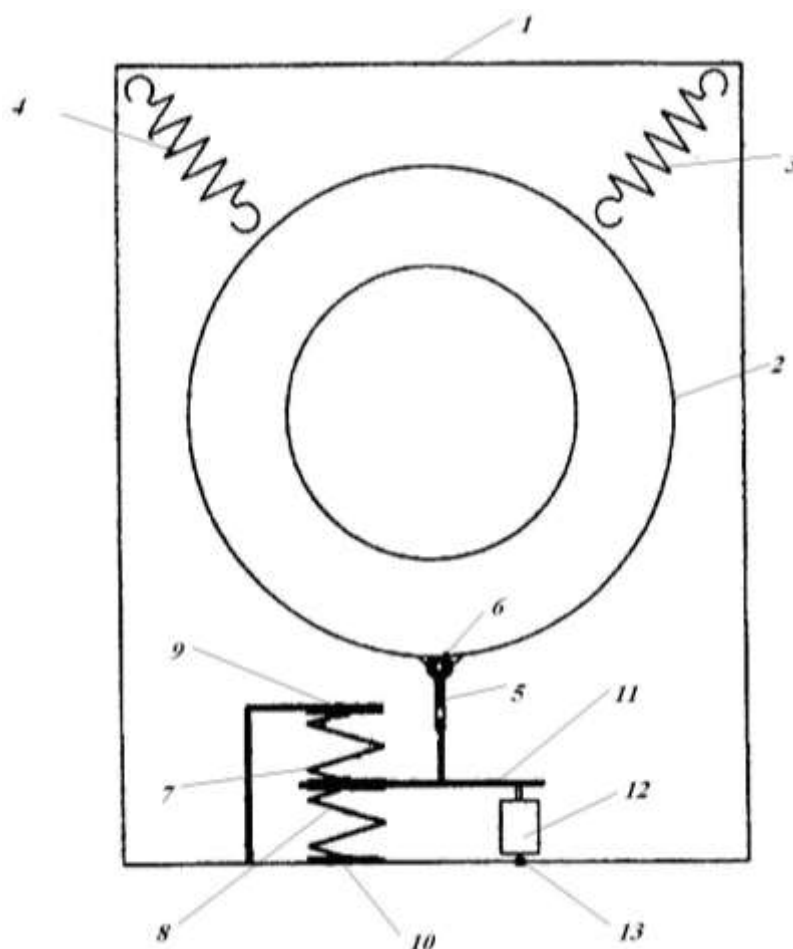


Рисунок 1.13 - Пральна машина з пристроєм для визначення маси білизни

Між позиціонуючим важелем 11 і іншою точкою 13 корпусу встановлено засіб 12 вимірювання величини переміщення, розташоване по вертикалі вище або нижче позиціонуючого важеля 11. Засіб вимірювання може бути будь-якого відомого типу. Інформація, яка видається засобом 12 вимірювання, визначається вертикальне положення двох звернених одна до одної пружин, надходить в блок керування (не показаний), який виконаний з можливістю обробки прийнятих сигналів у відповідності з наступною логікою.

Перед початком сушіння і перед завантаженням у барабан порожній вузол «бак - барабан», без води, утримується пружинами 3 і 4 і пружинами 7 і 8. Причому пружини 7 і 8 знаходяться в положенні рівноваги, спонтанно реагуючи на привідну їх в рух силу.

Однак згадана сила не може бути більше сили тертя демпфера 5, поскільки в іншому випадку під дією сили, що прикладається ділянкою 6 до демпфера 5, демпфер змінить свою власну внутрішню конфігурацію. Сила, яка фактично передається на позиціонуючий важіль 11, мінімальна, і внаслідок цього позиціонуючий важіль займає положення, яке визначається датчиком переміщення засобу 12 і видається їм у вигляді сигналу.

Таким чином, цей сигнал дозволяє отримати інформацію про стан, який автоматично займає демпфер з порожнім баком, отже, сигнал датчика засобу 12 може бути опорним сигналом при відсутності води в баку.

Коли в барабан завантажуються білизну для прання, частина 6 бака діє на демпфер 5, який, очевидно, при цьому скорочується в результаті реакції сили пружності, що діє на позиціонуючий важіль 11. Однак це відбувається до тих пір, поки сила пружності, що діє на позиціонуючий важіль 11, більше сили тертя демпфера 5. Фактично, коли діюча на демпфер 5 сила ваги білизни стає менше сили тертя цього демпфера, він жорстко передає цю силу на позиціонуючий важіль 11, який, у свою чергу, діє на дві пружини 7 і 8. За рахунок відповідного регулювання сили тертя демпфера 5 і зусиль пружин 7 і 8 можна визначити залежність переміщення датчика, тобто рас-стояння між його

вихідним положенням при порожньому баку і положенням після завантаження, від ваги цього завантаження.

Таким чином, можна легко, надійно і недорого зважувати білизну для прання всередині барабана.

Перевага такого способу і відповідного засобу полягає в тому, що переміщення датчика пов'язане тільки з вагою білизни, а не всього бака, що уст-ранячи ефект "маскування навантаження", внаслідок чого забезпечується надійне і точне вимірювання. Крім того, через власну точність засоби вимірювання можуть мати дуже обмежене робоче переміщення датчика. Тому при обмеженому робочому переміщенні вирішується завдання винаходу, яка полягає у використанні надійного і при цьому дуже дешевого датчика положення.

Існує пральна машина для обробки білизни з засобом для вимірювання ваги білизни [12]. Винахід відноситься до пристрою для обробки білизни, такому як пральна, сушильна або прально-сушильна машина, яке містить середовище вимірювання ваги. Винахід направлено на підвищення надійності пристрою для обробки білизни із засобом вимірювання ваги, а також на можливість заміни засобів для вимірювання ваги, у випадку поломки, без розбирання корпусу пристрою для обробки білизни. Пристрій для обробки білизни у відповідній з винаходом містить корпус 1 (рис. 1.14), в якому встановлена камера 2 для оброблюваних предметів, і засіб 6 вимірювання ваги, розташоване між корпусом 1 і, щонайменше, однією ніжкою 4, встановленої на зовнішній ділянці 5 підставки корпусу 1 для підтримки пристрою.

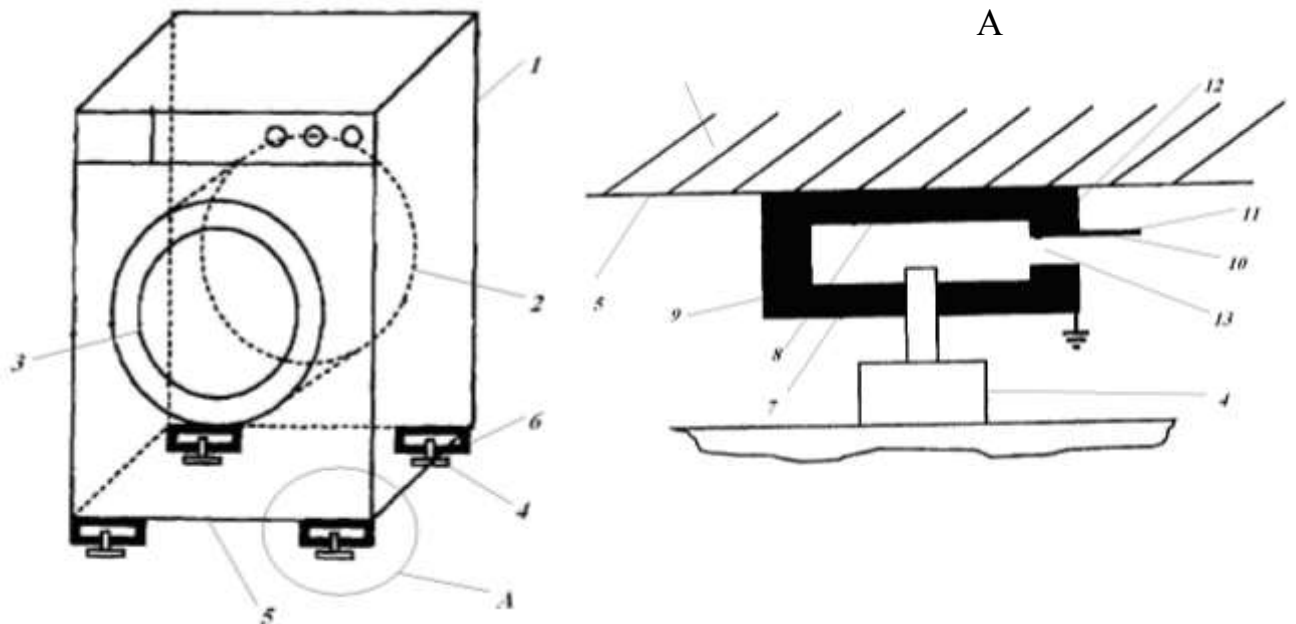


Рисунок 1.10 - Пристрій для обробки білизни із пристроєм вимірювання ваги

Пристрій містить засіб 6 вимірювання ваги з-тримає перший електропровідний важіль 7, приймаючу ніжку 4 і з'єднаний з корпусом 1 другий електропровідний важіль 8, причому важелі 7 і 8 виступають паралельно один одному від поперечного з'єднувального елемента 9, утворюючи зазор 10, всередині якого розміщений датчик 10 для формування вихідного сигналу.

Для вимірювання ваги білизни, поміщеного в камеру 2 обробки між корпусом 1 і однією або декількома ніжками 4, розташоване засіб 6 виміру ваги. На рисунку 1.10 показано засіб 6 вимірювання ваги, що містить пару паралельних, електропровідних і рознесених один від одного важелів 7 і 8, і поперечного елемента 9, що їх сполучає. Звернені один до другого важелі 7 і 8 утворюють зазор 10 і разом з поперечним елементом 9 по суті формують С-подібну структуру, що працює як плоска пружина під впливом ваги пристрою або білизни.

У першому важелі 7 виконаний отвір для установки в ньому за допомогою різьби ніжки 4, а другий важіль 8 з'єднаний відомим чином з корпусом 1 пристрою. Датчик 11 поміщений всередині зазору 10 для

визначення зміни ваги, наприклад, при послідовній сушінні білизни або операціях завантаження/вивантаження білизни.

При зміні ваги предметів, які обробляються всередині камери 2, вимірююються відносно положення важелів 7 і 8, а саме змінюється відстань між ними, тобто змінюється розмір зазору 10. При цьому змінюється шар діелектрика (в даному випадку шар повітря) між важелями 7 і 8.

Датчик 11 містить вимірювальний електрод 13, розташований усередині зазору 10, причому електрод 13 з'єднаний з важелем 8 через шар електроізолюючого матеріалу. Важіль 7 заземлений, разом з вимірювальним електродом 13 утворює конденсатор. Датчик 11 виконаний з можливістю вимірювання значення ємності між важелями 7 і 8 шляхом подачі сигналів, відповідних зміни ваги білизни всередині камери 2. Сигнали, що виробляються датчиком 11, передаються в мікрокомп'ютер (не показаний) по дроту 12, і їх використовують для адаптації робочих операцій пристрою в залежності від ваги білизни. Наприклад, в сушильному пристрої виміряну величину створюваної білизною навантаження можна використовувати для розрахунку вологості білизни і, отже, для знаходження робочих параметрів пристрою, таких як температура осушуючого повітря або кількість обертів в хвилину барабана сушильної камери. У пристрої для прання білизни створюване білизною навантаження можна використовувати для розрахунку оптимальної кількості прального засобу або для визначення необхідності додаткового циклу обертання.

Датчик 11 може проводити вимірювання ваги, як для випадку, коли камера 2 обробки містить білизну, так і для випадку, коли в ній немає білизни. В останньому випадку, коли камера 2 порожня, виміряне значення ваги відповідає загальній вазі пристрою. Таке значення ваги потім може бути прийнято в якості нульового, тобто опорного значення для вимірювання ваги білизни після його завантаження в камеру 2 обробки. Вага білизни можна вимірювати безперервно під час виконання робочих операцій пристроєм, що

дозволяє постійно відстежувати цикли обробки.

#### 1.4 Висновки до 1 розділу

1. Для вирішення поставленої задачі проектування систем дозування миючих засобів для пральних машин проведено огляд та аналіз процесу прання, пристроїв дозування рідких миючих засобів, систем зважування білизни в пральних машинах-автоматах.

2. Розглянуті пристрої для введення розчину є складними та ненадійними. Тому його не можна використовувати в пральній машині.

3. Також ми провели аналіз пристрою, який автоматично зважує кількість білизни, завантаженої в пральну машину. Принцип роботи вищевказаного пристрою заснований на роботі датчика переміщення тензодатчика і використовується для розробки системи автоматичного дозування рідкого миючого засобу.

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

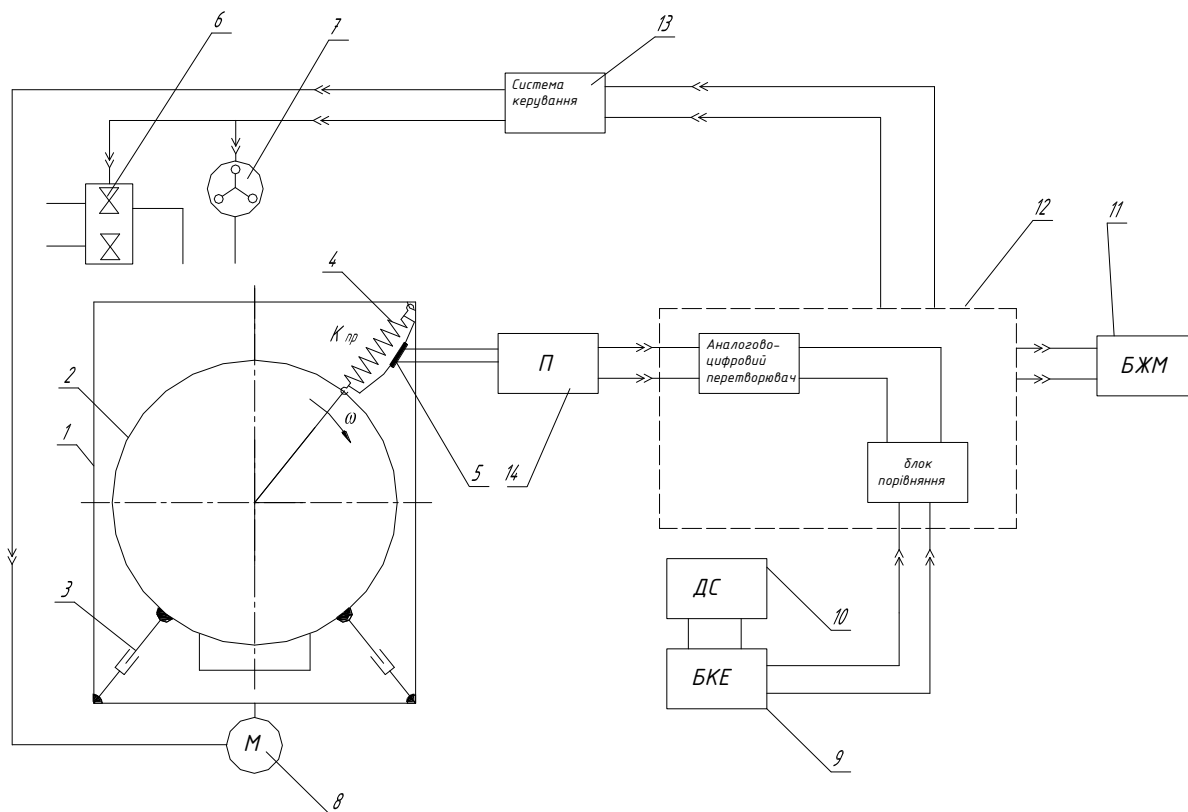
## 2 Розробка пристрою дозування рідкого миючого засобу в пральній машині

### 2.1 Розробка структурної схеми пристрою дозування

Для розробки системи дозування рідких миючих засобів ми розробили структурну схему [МРМА 23.000.00.00 С1], яка показує принцип роботи автоматичної системи дозування рідких миючих засобів в залежності від кількості білизни, завантаженої в пральну машину.

Електронна система керування побудована на основі мікроконтролера (рисунок 2.1). Електронна система управління - це комплекс технічних заходів, які в поєднанні з іншими системами і компонентами (система живлення, підсилювач і т.д.) можуть значно знизити рівень вібрації пральної машини.

При зміні ваги білизни спрацьовує електромагнітна система контролю, яка працює наступним чином: На корпусі бака пральної машини кріпиться тензодатчик 6. Зміна ваги білизни в баку пральної машини створює напругу на електродах тензодатчика незалежно від режиму роботи. Рівень напруги прямо пропорційний переміщенню тензодатчика. Електричний сигнал від датчика надсилається на підсилювач. Підсилювач фактично є комбінацією двох блоків: підсилення та перетворення. Блок підсилення підсилює рівень електричного сигналу елемента 6, а блок перетворення забезпечує перетворення сигналу, що дозволяє реєструвати осцилографом ступінь вібропереміщення. Підключення осцилографа з метою ремонту або налаштування мікроконтролера 8 на стадії проектування пристрою (це не обов'язково для використання в побутовій пральній машині). Посилений сигнал надходить на мікроконтролер, який власне і керує всім процесом управління.



- 1 – корпус; 2 – барабан; 3 – демпфер; 4 – пружина; 5 – тензометричний датчик;  
 6 – електромагнітні клапани; 7 – перистальтичний насос; 8 – двигун;  
 9 - блок керування живленням електромагніту; 10 – джерело струму;  
 11 – блок живлення мікро контролера; 12 – мікроконтролер;  
 13 – система керування; 14 – підсилювач

Рисунок 2.1 – Система контролю кількості білизни

Мікроконтролер містить аналого-цифровий перетворювач, який перетворює електричний сигнал або аналогове значення в двійковий код, зрозумілий контролеру. У програмному забезпеченні мікроконтролера записується кілька рівнів зміни ваги білизни (від 1 до 7 кг) і електромагніт повинен бути активований. Процес управління виглядає наступним чином: Вхідний сигнал порівнюється зі зміною ваги зазначеної речі. Цю кількість можна змінити під час програмування керування. Якщо вага білизни в баку пральної машини відповідає першому значенню ваги, пристрій керування

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

надсилає сигнал на магнітний блок керування (ESC). В комплект з блоком живлення 10, є стабілізатором напруги.

Таким чином, контролер регулює рівень напруги, що подається на котушку соленоїда. При подачі напруги на котушку електромагніту осердя котушки втягується і робочий зазор  $\delta_1$  зменшується. Зі збільшенням ваги білизни регулятор збільшує напругу на електромагніті і змінює зазор.

На підставі отриманих значень мікропроцесор подає вхідний сигнал на схему керування, яка керує роботою крокового двигуна перистальтичного насоса, що подає рідкий миючий засіб. Робота електромагнітного клапана 7 подачі холодної води в бак пральної машини. Рідкий миючий засіб потрапляє в ємність для прання через сопло 9.

Крім визначення необхідного рівня миючого засобу, мікропроцесор також контролює процес наповнення бака пральної машини миючим засобом. Автоматична система дозування миючого засобу в пральних машинах, заснована на вимірі подовження ваги білизни та використанні перистальтичного насоса, дозволяє зменшити витрату пральної рідини. Уникайте додаткового споживання енергії.

Джерелом енергії для елемента плати є лінійний стабілізатор напруги. Напруга +5 В використовується для живлення процесора і +12 В використовується для живлення вбудованої багатоканальної кнопки.

Живлення стабілізатора здійснюється від силового трансформатора.

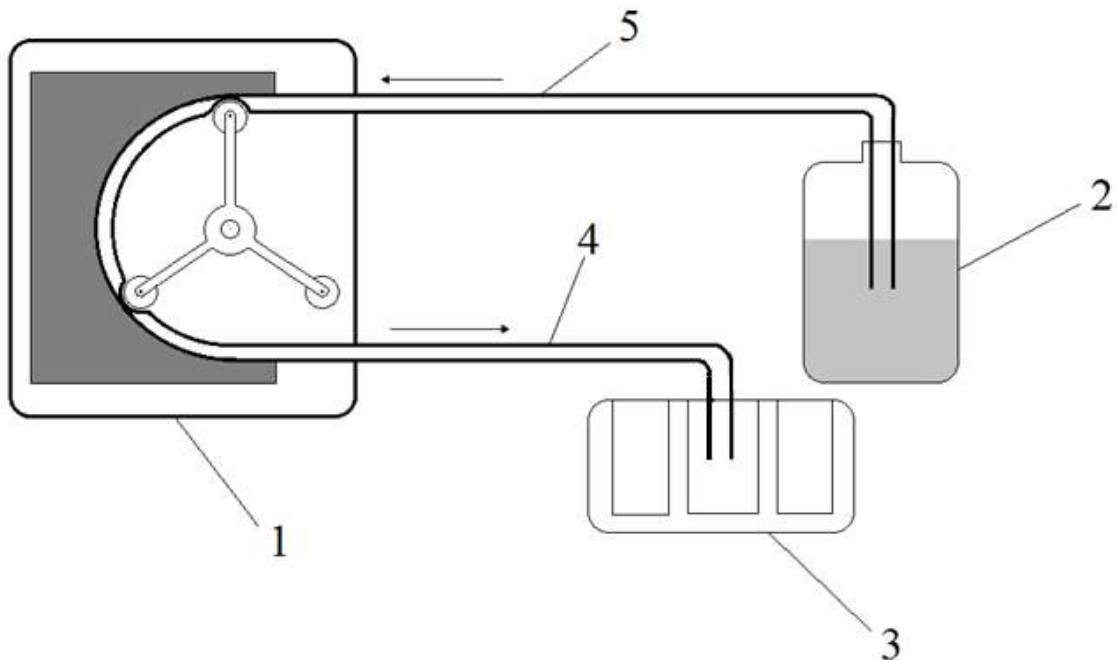
В результаті розробки структурної схеми автоматичного дозування рідкого миючого засобу в пральній машині встановлено, що ця система містить два пристрої. Прилад, який вимірює вагу білизни, завантаженої в бак. Тому наступні заходи спрямовані на дослідження та розробку конкретних конструкцій систем.

## 2.2 Дослідження процесу дозування рідкого миючого засобу

Система дозування (рис. 2. 2) складається з перистальтичного насоса 1, безпосередньо з'єднаного з ємністю 2 для миючого засобу та дозатора 3 пральної машини через з'єднувальну лінію 4, 5 [МРМА 23. 000. 00. 00 ДІ1].

Основними компонентами системи дозування є перистальтичний насос і кроковий двигун.

Нижче ми пояснимо його структуру та функції.



1 – перистальтичний насос; 2 – контейнер з миючим засобом; 3 – дозатор пральної машини; 4 – подаючий патрубок; 5 – відвідний патрубок

Рисунок 2.2 – Система дозування рідких миючих засобів

Структуру перистальтичного насоса [13] показано на рисунку 2. 3.

Перистальтичні насоси - це насоси для перекачування рідин з низькою і високою в'язкістю, агресивних і абразивних середовищ, що протікають по гнучких шлангах. Зазвичай він складається з гнучкого рукава (шланга) 1, кількох роликів (башмаків) 2, розміщених на обертвовому роторі 4, і поверхні

(доріжки кочення) 3, до якої ролики притискають шланг. Оптимальна кількість роликів для використання в перистальтичному насосі - три. Ця кількість допомагає точно дозувати миючий розчин. Тому ми приймаємо цю суму умовно.

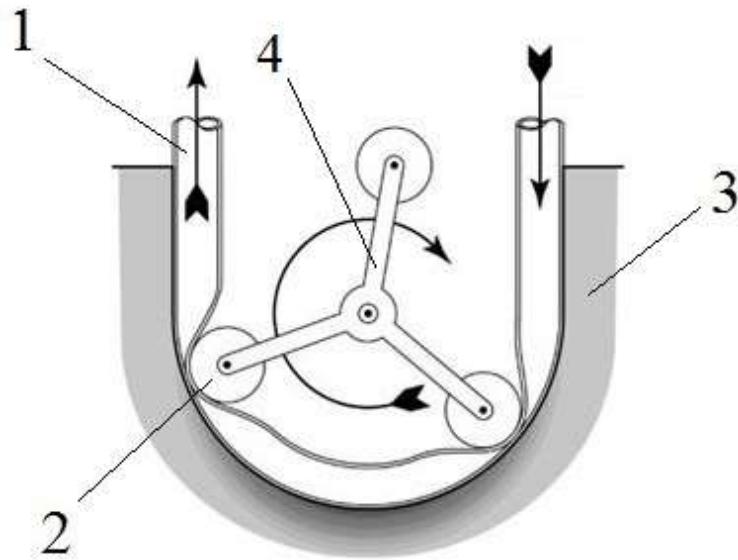


Рисунок 2.3 – Будова перистальтичного насоса

Принцип роботи перистальтичного насоса представлений на рисунку 2.4.

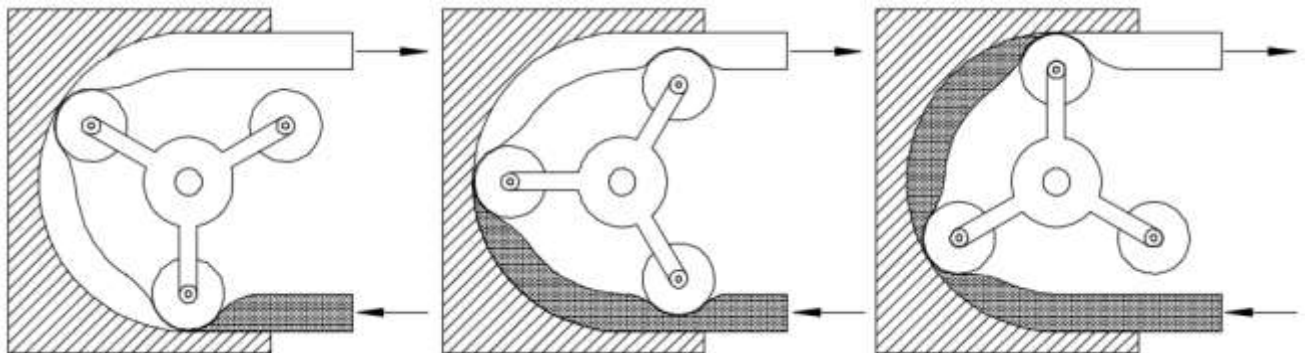


Рисунок 2.4 – Принцип роботи перистальтичного насоса

Переміщення середовища здійснюється роликами (башмаками), розміщеними на роторі під кутом  $120^\circ$  або  $180^\circ$  (в залежності від кількості) один до одного і стискаючи трубу з рідиною за допомогою кругового руху.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Рухаючись по трубці, він проштовхує рідину вперед і забезпечує плавний рух рідини від всмоктуючого патрубка до напірного патрубка. Рідина, що перекачується, контактує лише з трубкою (шлангом) перистальтичного насоса, тому різні рідини можна перекачувати навіть при використанні шлангів з різних матеріалів.

Щоб дозувати пральний засіб відповідно до ваги завантаженої білизни, нам потрібно знати кількість прального засобу, що подається під час одного оберту перистальтичного насоса.

Для цього уявіть прямий шланг перистальтичного насоса на рисунку 2.5.

Ця система розрахунку представлена в [16] і показує, як розрахувати витрату лінійного перистальтичного насоса.

Цей метод підходить для нашого випадку, тому що дозволяє представити поперечний переріз труби, що утворює дугу, у вигляді лінії.

Таким чином, ми можемо представити внутрішній діаметр труби і її робочу довжину у вигляді циліндра і легко розрахувати її об'єм.

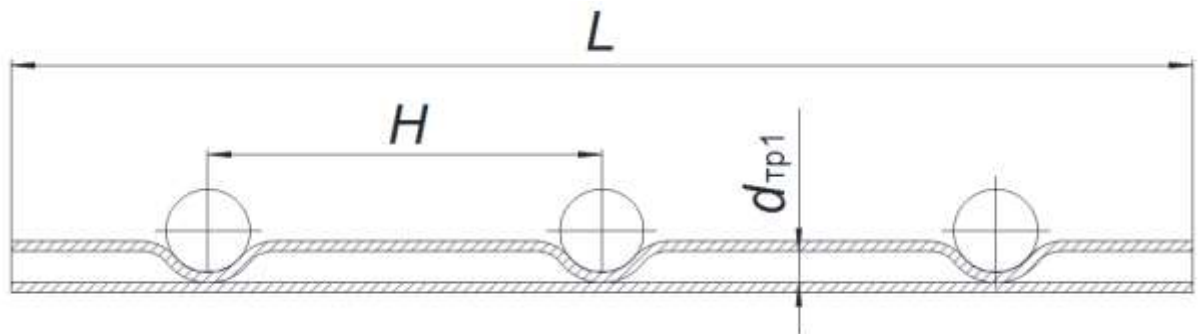


Рисунок 2.5 – Лінійна схема перистальтичного насоса

Розрахунок довжини кола робочої частини труби:

$$L = 2\pi \cdot R_{um} \quad (2.1)$$

де  $R_{um}$  – радіус від осі обертання ротора до центра трубки.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

**Обчислення** довжини **циліндра**, утвореного відстанню між двома роликами:

$$H = \frac{L}{3} \quad (2.2)$$

**Обчислення** об'єму **циліндра**, утвореного відстанню між двома роликами:

$$V_u = \pi \cdot r_{mp}^2 \cdot H \quad (2.4)$$

де  $r_{mp}^2$  – внутрішній радіус трубки.

Розрахунок кількості миючого **засобу**, що **вводиться** за **один** **оберт** (**360°**) ротора:

$$V_{1ob} = V_u \cdot Q_p \quad (2.5)$$

де  $Q_p$  – кількість роликів.

Розрахунок **швидкості обертання** ротора перистальтичного насоса для дозування миючого **засобу**, необхідного для прання **1 кг** сухої білизни:

$$n = \frac{V_{cp}}{V_{1ob}} \quad , \quad (2.6)$$

де  $V_{cp}$  - середнє значення об'єму миючого засобу необхідного для прання 1 кг білизни.

В результаті проведених досліджень запропоновано методику розрахунку кількості рідкого миючого засобу, що витрачається на одиницю ваги завантаженої білизни.

Необхідно проаналізувати сучасний ринок миючих засобів і визначити середній об'єм миючого засобу на одиницю ваги білизни.

### 2.3 Дослідження процесу визначення ваги сухої білизни

Для дослідження процесу зважування сухої білизни, упакованої в барабани, запропоновано схему обладнання, що включає вузли вимірювання величини деформації та елементи системи обробки інформації (мікроконтролер). Блок вимірювання величини деформації містить пружний елемент 1 у вигляді пружини розтягу (рис. 2. 6), пружнодеформівну балку 2, на якій встановлено датчик навантаження 4.

Системи обробки інформації включають: Блок керування 3. Датчик навантаження 4, з'єднувальний кабель.

Коли необхідна кількість сухих речей поміщається в барабан для білизни, еластичний елемент 1 деформується пропорційно кількості білизни.

Коли ви кладете білизну в барабан, вага барабана змінюється залежно від білизни. Це змінює силу  $F$  на пружному елементі і таким чином збільшує довжину гвинтової частини пружного елемента 1 на  $h$ .

Оскільки пружне тіло 1 деформується пропорційно кількості білизни, завантаженої в барабан, кількість білизни можна визначити шляхом вимірювання величини деформації пружного тіла 1 за допомогою значення  $h$ .

Тензодатчик 4 видає електричний опір відповідно до фізичної деформації пружно деформованої балки 2. Тобто, оскільки вихідне значення електричного опору тензодатчика 4 пропорційне значенню деформації пружно деформівної балки 2, значення деформації вимірюється на основі вихідного значення електричного опору тензодатчика 4. Блок управління 3 з'єднаний електричним проводом з тензодатчиком 4. Блок управління 3 обчислює початкове значення електричного опору тензодатчика 4 в оберненій пропорції для знаходження кількості білизни.

Це пояснюється тим, що вихідне значення електричного опору датчика 4 деформації пропорційне значенню деформації пружно деформівної балки 2 і значенню деформації пружного елемента 1, а також пропорційне значенню деформації пружного елемента 1 пропорційна кількості білизни.

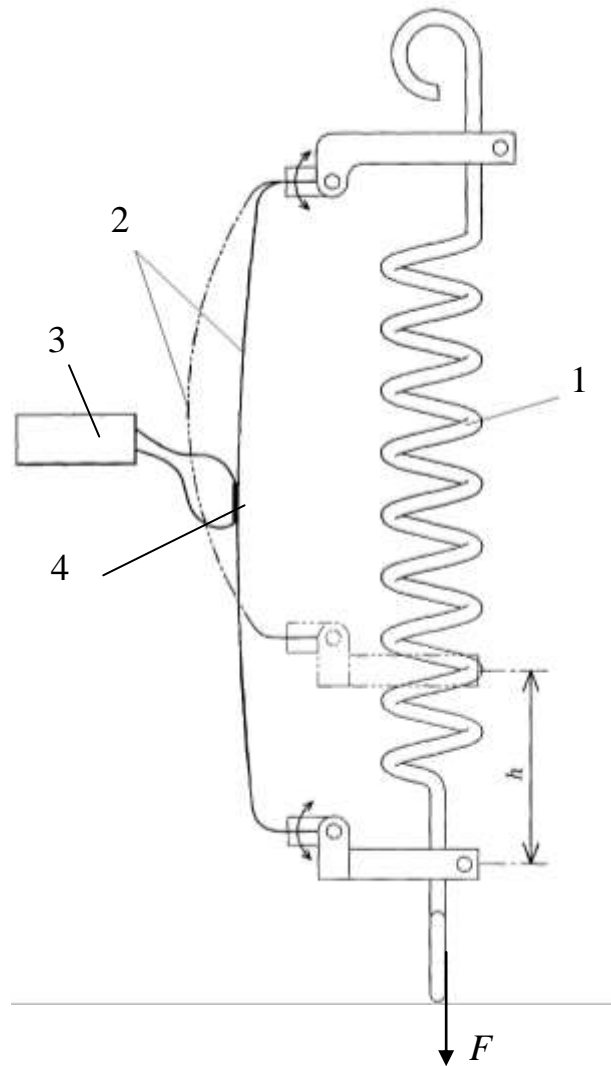


Рисунок 2.6 – Схема вимірювання величини деформації пружного елемента пристрою в пральній машині

Блок керування 3 контролює вихідне значення датчика деформації 4 відповідно до кількості білизни, поміщеної в барабан пральної машини, і контролює вимірювану кількість білизни або відповідну кількість прального засобу та білизни. Він має функцію: Час на основі вимірюваного завантаження білизни базується на панелі керування (не показано). Блок 3 управління

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 23.00.00.000 ПЗ

Арк.  
46

містить вбудований в корпус пральної машини мікропроцесор або додатковий елемент, відмінний від вбудованого в корпус пральної машини мікропроцесора.

Блок управління 3 для розрахунку ваги білизни використовує значення деформації, виміряне датчиком навантаження 4 з пружним елементом 1, і передає його в мікропроцесор (не показаний) пральної машини. Мікропроцесор отримує вимірювання блоку від блоку управління 3, порівнює значення кількості білизни в барабані з заданим значенням і виводить необхідну світлову інформацію на дисплей пральної машини.

Розрахуємо величину деформації пружного елемента 1 за величиною  $h$ .

Оскільки вплив барабана на пружину вже враховано в статичному режимі, ми припускаємо, що маса сухої білизни, завантаженої в барабан, не враховує вагу барабана. При дослідженні вимірюють масу білизни в діапазоні від 0,5 до 10 кг і досліджують, наскільки змінюється подовження  $h$  пружного тіла. Для розрахунку робочих параметрів і структурних властивостей пружних елементів використаємо відповідну методику [20].

Подовження  $h$  пружного елемента визначається за такою формулою.

$$h = M \cdot i (F_{\max} - F_{\min}), \quad (2.7)$$

де  $M$  - піддатливість одного витка (розтягання витка від одиничної сили), Н/мм;  $i$  - число робочих витків;

$F_{\min}$  - початкове навантаження, Н;

$F_{\max}$  - максимальне навантаження, Н.

Видовження  $h$  буде змінюється від мінімального значення  $h_{\min}$  - при найменшому завантаженні сухої білизни у барабан, до максимального  $h_{\max}$  - при максимальному значенні завантаження.

Для пружин розтягу попереднє натяг — це попереднє натяг пружини, яке виникає під час намотування  $F_{\min} = F_0$ .

Гнучкість одного витка визначається за формулою:

$$M = \frac{8C^3}{G \cdot d} \quad (2.8)$$

де  $G$  - модуль зрушення, Н/мм<sup>2</sup>;

$d$  - діаметр дроту, мм;

$C$  - індекс пружини, який дорівнює відношенню середнього діаметра пружини

$D_m$  до діаметра дроту.

$$C = \frac{D_m}{d}, \quad (2.9)$$

де  $D$  - середній діаметр пружини.

$$D_m = c \cdot d \quad (2.10)$$

Чим гнучкіша пружина, тим вищий індекс пружини та кількість витків. Збільшуючи індекс пружини, можна збільшити діаметр і вкоротити довжину пружини, зберігаючи ту ж жорсткість. Рекомендовані значення індексу пружини в залежності від діаметра можна знайти у відповідній літературі [20].

Модуль зрушення  $G$  для сталевих пружин обирається в залежності від хімічного складу сталі [20].

Величина мінімального навантаження має задовольнятися за наступної умови:

$$F_{\min} = (0,3 \dots 0,8) F_{\max} \quad (2.10)$$

Величина граничного навантаження для обраної конструкції пружини визначається за формулою:

$$F_{np} = (1,05...1,2) F_{max} \quad (2.11)$$

Довжина намотаної пружини розтягу без навантаження визначається за формулою:

$$X_0 = h_0 + 2h_{np} \quad (2.12)$$

де  $h_0$  - довжина пружини в ненавантаженому стані;

$h_{np}$  - висота одного причепа  $h_{np} = (0,5...1)D$ .

Пружини, які використовуються в розробленій системі з максимальним діаметром 3 мм, виготовлені з підвісок у формі вигнутих витків.

Довжина пружини розтягу після прикладання максимального навантаження визначається за формулою:

$$X = X_0 + h \quad (2.13)$$

Для розробки пристрою обробки інформації необхідно відкалібрувати тензоіндикатори тензодатчиків за навантаженнями на пружні елементи вагової системи.

Відповідна виштовхувальна сила міститься в четвертому розділі опису.

## 2.4 Висновки до розділу 2

1. В результаті розробки структурної схеми автоматичного дозування рідкого миючого засобу в пральній машині встановлено, що ця система містить два пристрої. Прилад, який вимірює вагу білизни, завантаженої в бак. Тому наступні заходи спрямовані на дослідження та розробку конкретних конструкцій систем.

2. Запропонуйте спосіб розрахунку кількості рідкого миючого засобу, що витрачається на одиницю маси завантаженої білизни. Необхідно проаналізувати сучасний ринок миючих засобів і визначити середній об'єм миючого засобу на одиницю ваги білизни.

3. Представлена методика розрахунку ваги завантаженої сухої білизни за деформацією пружних елементів запропонованої системи.

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

### 3 Розрахунок елементів конструкції пристрою дозування рідкого миючого засобу в пральній машині

В другому розділі пояснювальної записки розглянуто процес роботи системи дозування рідкого миючого засобу. Встановлено, що необхідно визначити об'єм рідкого миючого засобу на одиницю ваги сухої білизни у барабан пральної машини.

З цією метою необхідно проаналізувати характеристики пральних засобів різних виробників, що присутні на ринку України.

#### 3.1 Огляд та аналіз характеристик рідких миючих засобів

Конструкція вибраного дозатора досить проста, але для його роботи необхідно підібрати відповідний тип миючого засобу, який плавно протікає всередині трубки дозатора і може більш точно відміряти необхідну кількість миючого засобу. Концепція повністю автоматичних пральних машин була частиною повсякденного життя людей з давніх часів. Цей побутовий прилад підкорив серця людей тим, що він простий у використанні, безпроблемний, економить час і швидше сушить білизну.

Сьогодні автоматичне чищення практично замінило ручне, і ви можете легко залишити навіть найделікатніші речі в пральній машині та отримати ідеальний результат.

Сьогодні миючі засоби користуються великим попитом на ринку побутової хімії. Пральний порошок - це засіб для видалення плям і відновлення їх первісного стану. Сьогодні в магазинах доступні різні види порошоків.

Усі порошкоподібні мийні засоби можна умовно розділити на два типи залежно від їх призначення: Порошок для ручного та автоматичного очищення. До складу самоочисного порошку входять речовини, що перешкоджають сильному піноутворенню.

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Виробники побутової хімії розробили порошок, який за своїми властивостями ідеально підходить для глибокого автоматичного очищення, ретельно змиваючи забруднення з тканин.

Рідкі миючі засоби також набувають все більшої популярності на ринку побутових товарів. Новітній рідкий миючий засіб (гель), який видаляє забруднення.

Рідкі пральні засоби мають ряд переваг перед засобами у вигляді порошоків. Дані пральні засоби краще відпирають бруд та здійснюють менший вплив на знос білизни. Також ці засоби мають більшу концентрацію в порівнянні з порошками, що значно зменшує необхідні порції на один цикл прання та завдяки цьому їх легше зберігати у контейнері запропонованого дозатора.

Сипучі засоби прання необхідно дозувати в залежності від ваги, а це значно ускладнює процес дозування, в той час, як рідкі засоби прання дозуються залежно від об'єму, в результаті полегшуються розрахунки дозування певної кількості прального засобу.

Отже, для конструкції дозатора, що складається з системи трубок за якими подається пральний розчин, дозування порошоків є неможливим, а рідкі миючі розчини ідеально для цього підходять.

Для того щоб визначити характеристики перистальтичного насоса необхідно визначити середнє значення об'єму прального засобу різних виробників розраховується для прання 1 кг білизни.

Визначення середнього значення об'єму прального засобу, що необхідного для прання 1 кг білизни:

$$V_{cp} = \frac{\sum V_1 / n}{m} \quad (3.1)$$

де  $V_1$  - об'єм прального засобу, що необхідне для прання 5 кг білизни;

$n$  – кількість пральних засобів від різних виробників;

$m$  – вага білизни, кг.

В роботі проаналізований сучасний асортимент рідких миючих засобів, розглянуті відомості різних виробників пральних засобів. Данні результатів занесено в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Дозувальні характеристики рідких миючих засобів

Назва прального засобу	Об'єм прального засобу, мл	Вага білизни, кг
Ariel	83	5
Persil	73	5
Tide	70	5
Losk	87	5
Rex	66	5
Perwoll	90	5
Max Power	88	5
King	88	5
Green & Clean	58	5
Sonet expert	88	5
Saly	88	5
Tech	110	5
Astonish	45	5
Alpin Weiss	58	5
Eurowash	88	5
Vooba	80	5
Середнє значення	78.75	5

Підставивши дані з таблиці 3.1 в формулу (3.1), отримаємо:

$$V_{cp} = \frac{1260/n}{5} = 15,75 \approx 16 \text{ мл.}$$

Отже, робимо висновок, що – на 1 кг сухої білизни потрібно в середньому до 16 мл прального засобу.

### 3.2 Визначення геометричних параметрів перистальтичного насоса

Для подальших розрахунків необхідно розрахувати розміри елементів, з яких складається перистальтичний насос.

По-перше, вам потрібно визначити матеріал і розміри шланга, який транспортуватиме пральний засіб із контейнера до ящика для прального засобу пральної машини.

Для цього, проаналізувавши наявні на ринку труби, потрібно вибрати внутрішній діаметр і товщину стінки труби.

В даний час силіконові трубки є основними серед усіх видів трубок на економічному ринку.

Виробники пропонують багато типів силіконових трубок у різних комбінаціях внутрішнього та зовнішнього діаметрів.

Силікон - це кисневмісна полімерна кремнійорганічна сполука, що характеризується високою термостійкістю і низькою електропровідністю.

Трубки виконані з силікону мають наступні переваги:

- зносостійкість (силікон дуже довговічний);
- стійкість до високих температур і перепадів (матеріал витримує різкі перепади температури, інтервал допуску  $-60^{\circ}\text{C}$ , максимальний показник може досягати  $+300^{\circ}\text{C}$ ).

– стійкість до сполук, навіть дуже агресивних.

- еластичний. Ця властивість дозволяє з'єднувати різні елементи системи без шкоди для прохідності. Матеріали мають властивість повертатися до початкової форми навіть при деформації.

- механічна стійкість. (Шланг можна згинати або стискати, не втрачаючи його функції.

- практичний спосіб кріплення, оскільки матеріал дуже гнучкий.

- довгий термін служби, в порівнянні зі звичайною гумою, термін служби силіконових шлангів в кілька разів більше.

Тому вам слід використовувати силіконову трубку при проектуванні диспенсера, щоб створити надійну та довговічну конструкцію. Тому необхідні параметри шланга обирайте конструктивно в залежності від кількості прального засобу, необхідного для прання 1 кг білизни.

Крім того, для точності дозування необхідно підібрати такий внутрішній діаметр шланга, щоб забезпечити дозування необхідної кількості на 1 кг білизни при постійній швидкості перистальтичного насоса.

Для вибору внутрішнього діаметра труби необхідно також взяти радіус від осі обертання ротора до центру труби, щоб цю конструкцію можна було розмістити в лотку контейнера для прального засобу.

Припустимо, що внутрішній діаметр силіконового шланга дорівнює 3 мм, а радіус від осі обертання ротора до центру шланга дорівнює 22,5 мм. Це дозволяє розрахувати кількість миючого засобу на один оберт перистальтичного насоса.

Виходячи з допустимого діаметра шланга і габаритних розмірів існуючої пральної машини, інші параметри шлангового насоса також прийняті в проекті.

Схема пристрою з необхідними параметрами наведена на рисунку 3.1.

Отримати радіус від осі обертання насоса до центру ролика  $R_{ур}$  так, щоб залишалася необхідна відстань від труби для установки ролика передбачуваного діаметру. Припустимо, ця відстань дорівнює  $R_{ур} = 18$  мм.

Виміряйте відстань від осі обертання ротора до центру труби  $R_{ум}$  так, щоб, коли ролик проходить крізь трубу, шлях потоку труби повністю покривався, а потрібна частина очисної рідини була «заблокована». Берем цю відстань  $R_{ум} = 22,5$  мм .

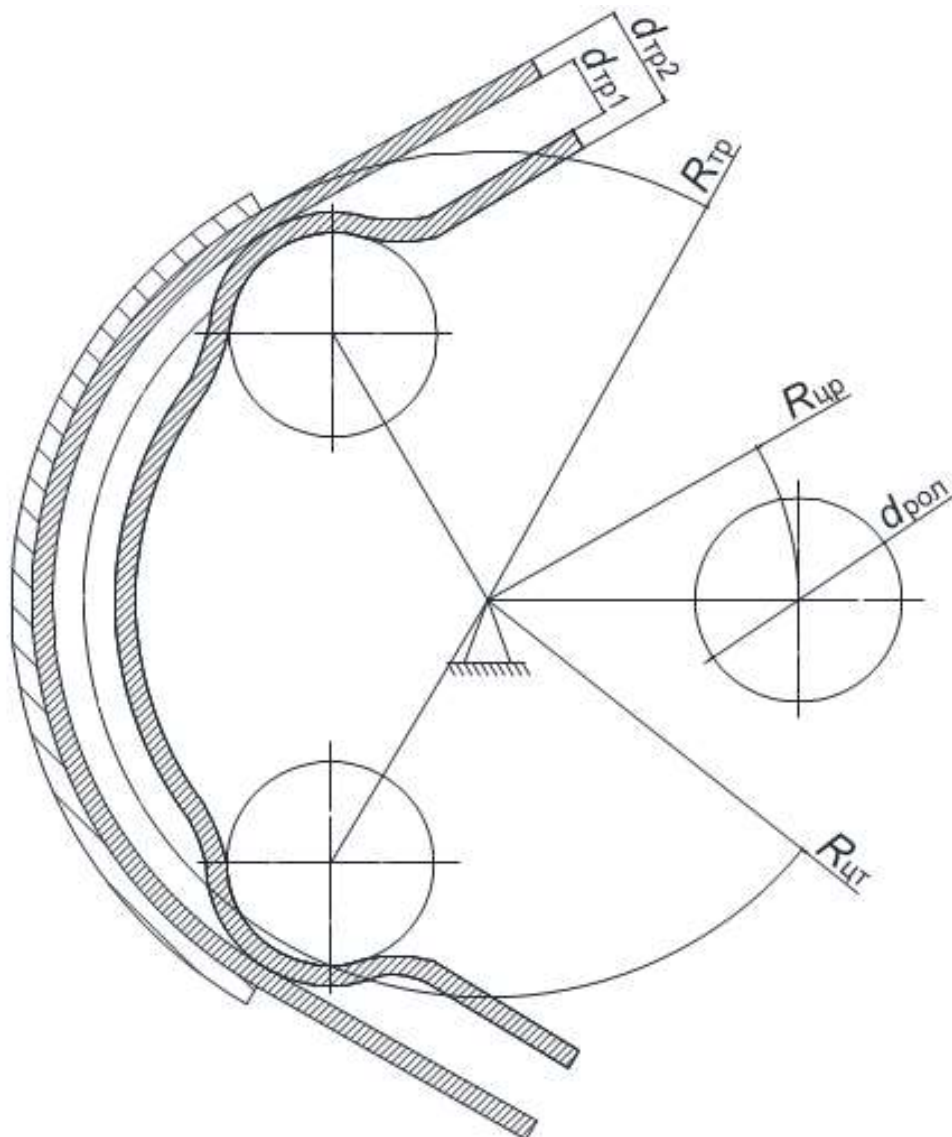


Рисунок 3.1 – Схема перистальтичного насоса

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 23.00.00.000 ПЗ

Арк.  
56

Діаметр роликів  $d_{рол}$  підібраний таким чином, щоб він щільно притискав найближчу стінку труби до протилежної стінки, тим самим сприяючи проштовхуванню очисного засобу по трубі. Приймаємо діаметр ролика  $d_{рол} = 12$  мм.

Визначте радіус рейки  $R_{тр}$  за зовнішнім діаметром силіконової трубки так, щоб коли ролик проходив крізь трубку, його протилежна стінка щільно притискала до рейки. Прийняти радіус рейки  $R_{тр} = 25$  мм.

Рейки повинні бути розташовані так, щоб коли один ролик починає стискати трубу, інший ролик починає її відпускати.

Розташування рейки в цьому положенні дозволяє рівномірно розподілити засіб для чищення, не перевантажуючи двигун.

Конструктивно прийняті такі значення: .

$R_{ур} = 18$  мм – відстань від осі обертання ротора до центра ролика;

$R_{ум} = 22,5$  мм – відстань від осі обертання ротора до центра трубки;

$R_{тр} = 25$  мм – радіус трека;

$d_{рол} = 12$  мм – діаметр ролика;

$d_{тр1} = 3$  мм – внутрішній діаметр трубки;

$d_{тр2} = 5$  мм – зовнішній діаметр трубки.

Силіконову трубку обираємо із асортименту, що пропонують виробники подібної продукції.

Приймаємо силіконову трубку з розмірами 3,0x1,0 (815341), що пропонує інженерна компанія «Політех» [17].

### 3.3 Визначення об'єму миючого гелевого прального засобу

Для визначення кількості миючого засобу для прання білизни в розрахункову формулу з пункту 2.2 роботи необхідно внести значення геометричних розмірів перистальтичного насоса з пункту 3.2.

Обрахунок довжини кола робочої ділянки труби:

$$L = 2\pi \cdot R_{um} , \quad (3.2)$$

де  $R_{um}$  – радіус від осі обертання ротора до центра труби;  $R_{um} = 22,5$  мм - прийнято конструктивно.

$$L = 2 \cdot 3,14 \cdot 22,5 = 141,3 \text{ мм.}$$

Розрахунок довжини циліндра, що утворюється між двома роликами:

$$H = \frac{L}{3} , \quad (3.3)$$

$$H = \frac{141,3}{3} = 47,1 \text{ мм.}$$

Розрахунок об'єму циліндра, що утворений між двома роликами:

$$V_y = \pi \cdot r_{mp}^2 \cdot H , \quad (3.4)$$

де  $r_{mp}$  – внутрішній радіус труби;

$r_{mp} = 1,5$  мм – розмір обрано із стандартного ряду виробів силіконових трубок.

$$V_y = 3,14 \cdot 1,5^2 \cdot 47,1 = 332,8 \text{ мм.}$$

Розрахунок кількості дозованого гелевого засобу за повний оберт вала (360°) перистальтичного насоса:

$$V_{1об} = V_y \cdot Q_p, \quad (3.5)$$

де  $Q_p$  – кількість роликів насоса перистальтичного;

$Q_p = 3$  шт, прийнято відповідно рекомендацій до конструкцій перистальтичних насосів.

$$V_{1об} = 332,8 \cdot 3 = 998,4 \text{ мм}^3$$

З формули (3.5) видно, що за один оберт перистальтичного насоса буде віддозовано  $998,4 \text{ мм}^3 = 0,9984 \text{ см}^3 \approx 1 \text{ мл}$  прального засобу. Тобто, даний діаметр трубки дозволить дозувати рідкі пральні засоби більш точно, так як співвідношення обертів тепер співпадає з об'ємом прального засобу.

Після виконання розрахунків остаточно приймаємо внутрішній діаметр труби  $d_{mр1} = 3 \text{ мм}$  і товщину стінки 1 мм.

Розрахунок швидкості обертання ротора перистальтичного насоса для дозування миючого засобу:

$$n = \frac{V_{cp}}{V_{1об}}, \quad (3.6)$$

де  $V_{cp}$  - опосередковане значення об'єму миючого засобу, необхідного для прання 1 кг білизни;  $V_{cp} = 16 \text{ м}^3$  – визначено за формулою 3.1.

$$n = \frac{16}{0,998} = 16,06 \approx 16 \text{ обертів.}$$

Таким чином, з формули (3.5) видно, що для дозування 16 мл миючого засобу потрібно для прання 1 кг білизни, необхідно здійснити 16 обертів перистальтичного насоса.

Після розрахунку необхідних параметрів можна створити таблицю 3.2. У цій таблиці показано кількість обертів перистальтичного насоса в залежності від кількості розчину миючого засобу  $V_{1об}$ , необхідного для прання відповідної ваги сухої білизни.

За отриманими розрахунками відобразить у програмі Microsoft Excel залежність  $f(V_{1об}) = n$  кількості мийного засобу  $V_{1об}$  та частоти обертання перистальтичного насоса  $n$ .

Таблиця 3.2 – Співвідношення об'єму миючого засобу  $V_{1об}$  до кількості обертів  $n$  перистальтичного насоса в залежності від ваги сухої білизни

Вага сухої білизни $m$ , кг	Об'єм миючого засобу $V_{1об}$ , мл	Кількість обертів перистальтичного насоса $n$ , об
0.5	8	12
1	16	24
1.5	24	36
2	32	48
2.5	40	60
3	48	72
3.5	56	84
4	64	96
4.5	72	108
5	80	120
5.5	88	132

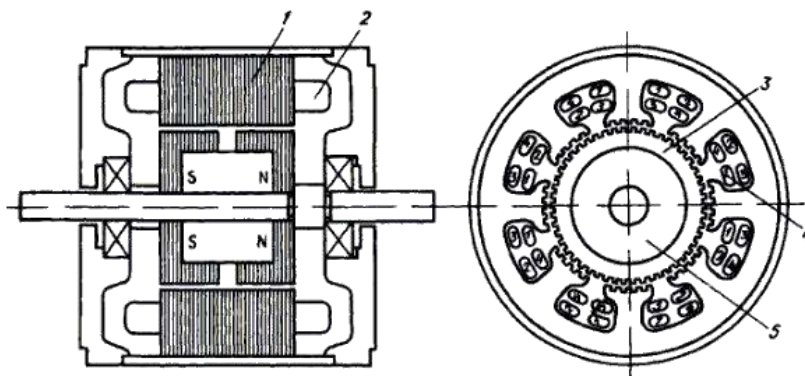
6	96	144
6.5	104	156
7	112	168

Для роботи перистальтичного насоса ми рекомендуємо використовувати кроковий двигун із регульованою швидкістю. Це ідеально підходить для керування перистальтичними насосами та точного регулювання рідин.

Кроковий двигун - це багатообмотковий синхронний безщітковий двигун, який зупиняє ротор, коли струм протікає через одну з обмоток статора. Безперервна активація обмоток двигуна викликає дискретні кутові переміщення (кроки) ротора [14].

Конструктивно кроковий електродвигун складається зі статора, в якому розташовані обмотки збудження, і ротора, виготовленого з магнітомягкого або твердого матеріалу.

На рисунку 3.2 показано будову крокового двигуна.



1– магнітопровід статора; 2– обмотки; 3– магнітопровід ротора;  
4– обмотка статора; 5– постійний магніт

Рисунок 3.2 – Конструкція електродвигуна крокового

Подаючи напругу по черзі на різні обмотки, ротор зміщується, і струм фіксує обмотку в положенні, дозволяючи ротору двигуна працювати.

Регулюючи кількість ступенів, можна досягти обертання в кілька обертів, придатних для впорскування миючого засобу.

На рис.3.3 зображено повний цикл роботи крокового двигуна [15].

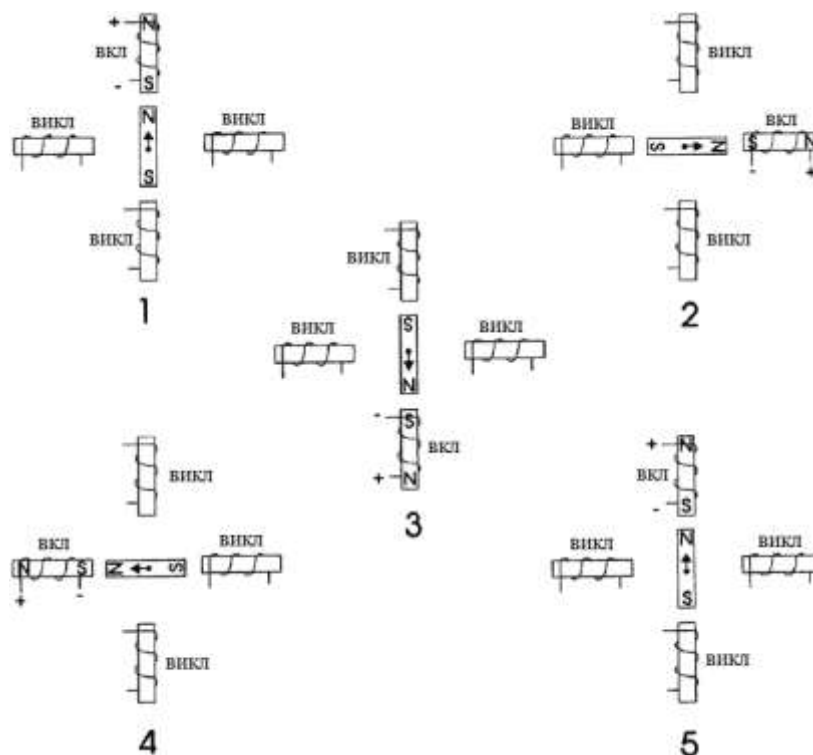


Рисунок 3.3 – Повний цикл роботи електродвигуна крокового

Для розробки системи дозування рідких миючих засобів з каталогу електротехнічної продукції [18] обрано кроковий двигун з технічними характеристиками, що гарантують технічний процес дозування.

Вибраний гібридний двигун кроковий NT39ST44-0304A, 2-х фазний NEMA 16 (44мм), кут кроку  $-1.8^\circ$ .

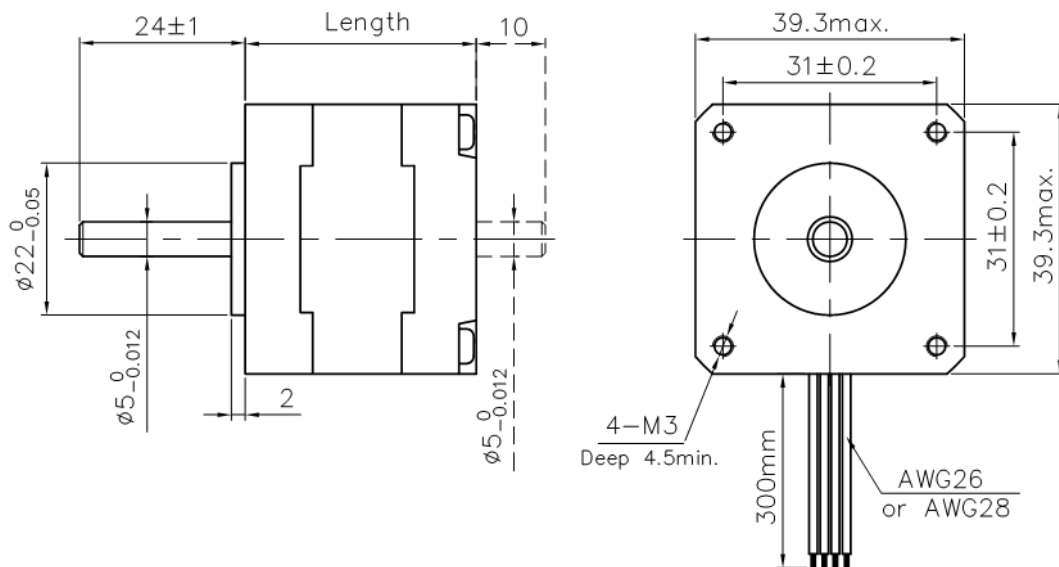


Рисунок 3.4 – Вид загальний електродвигуна крокового NT39ST44-0304A

Технічні характеристики електродвигуна крокового NT39ST44-0304A приведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 - Технічні характеристики електродвигуна крокового NT39ST44-0304A

Кут кроку двигуна	1.8°
Максимальна температура розчину	80°C
Температура навколишнього середовища	-20~+50°C
Опір ізоляції	100 МОм
Електрична міцність	500VAC макс 1 хв.
Максимальна радіальна сила	28 Н (20 мм від торця)
Максимальне осьове зусилля	10 Н
Номінальна напруга, V	12
Струм на фазу, A	0,3 A

### Продовження таблиці 3.3

Опір на фазу, В	40 Ом
Індуктивність на фазу	100 мГн
Крутний момент на валу	2800 Н
Кількість виходів	4
Утримуючий момент	250 Н
Вага	0,25 кг

Така конструкція дозатора проста в застосуванні та дозволяє точно дозувати кількість миючого засобу.

Щоб точно дозувати кількість миючого засобу, необхідно провести деякі розрахунки, щоб знати кількість обертів і час роботи електродвигуна для досягнення заданої кількості миючого засобу.

Крім того, така конструкція дозволяє створити невеликий дозатор, який можна встановити прямо на корпус пральної машини.

#### 3.4 Визначення параметрів пристрою для визначення ваги сухої завантаженої білизни пральної машини

##### 3.4.1 Розробка пристрою для визначення ваги сухої завантаженої білизни пральної машини

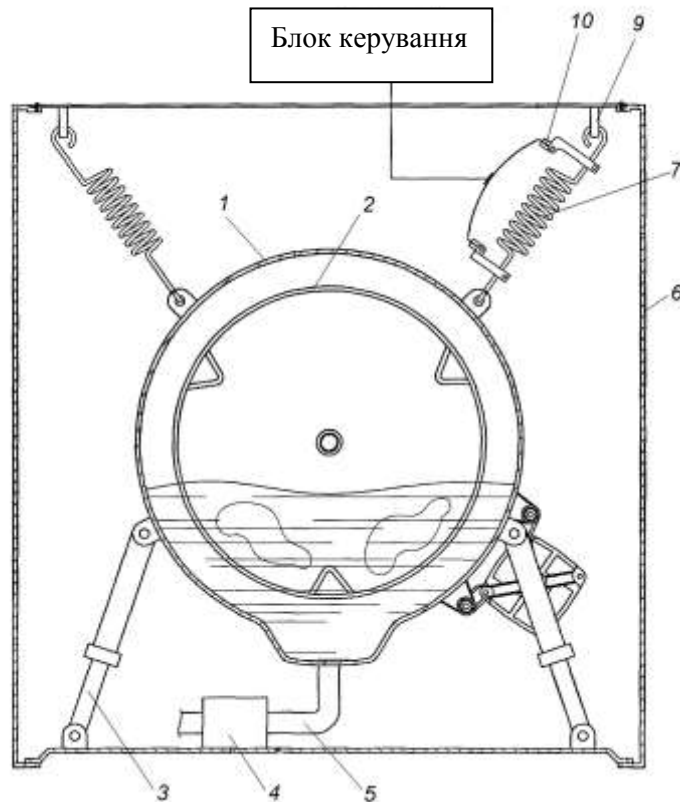
Запропонований пристрій для вимірювання маси сухої білизни встановлюється в автоматичну пральну машину.

Структурна схема повністю автоматичної пральної машини з пристроєм для вимірювання маси білизни наведена на рисунку 3.5.

Пральна машина включає в себе корпус, вбудований в корпус бака, пружні і демпферні елементи для пружної підтримки бака всередині корпусу і

пристрій для визначення кількості білизни, що поміщається в бак.

Пристрій для визначення кількості білизни містить вузол, що вимірює ступінь деформації пружного елемента, і блок керування, який приймає значення, виміряне вузлом, що вимірює ступінь деформації.



Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 23.00.00.000 ПЗ

Арк.  
65

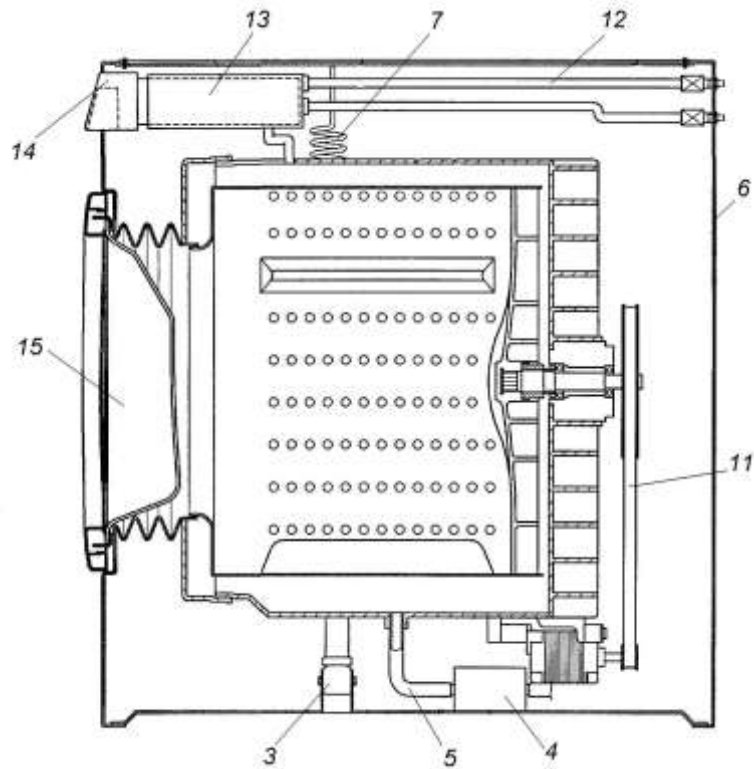


Рисунок 3.5 - Конструктивна схема автоматичної пральної машини із пристроєм для визначення ваги сухої білизни

Засіб для вимірювання величини деформації містить датчик навантаження і датчик деформації, що включає пружне деформівне тіло. Крім того, є елементи для фіксації положення, а датчики навантаження можуть бути встановлені на обох кінцях пружного елемента. Точне вимірювання кількості білизни в барабані дозволяє ефективно використовувати електроенергію.

Пральна машина включає в себе корпус 6, бак 1, встановлений в корпусі 6, барабан 2, встановлений з можливістю обертання всередині бака 1, і приводний вузол 11 для приводу барабана 2. щонайменше один пружний елемент 7 і щонайменше один демпфуючий елемент 3. Пружний елемент 7 містить пружину і масляний амортизатор.

Пружний елемент 7 і демпфуючий елемент 3 поглинають вібраційні або ударні навантаження, викликані резервуаром 1 і барабаном 2 під час роботи приводного агрегату 11.

Пральна машина додатково містить вузол 12 подачі води, дренажний вузол 5 і вузол 13 подачі миючого засобу.

Блок подачі води 12 підключений до джерела водопостачання поза пральною машиною і подає воду для прання в резервуар 1. Зливний пристрій 5 відводить воду для прання з пральної машини під час циклу полоскання або циклу швидкого сушіння. Вузол 13 подачі миючого засобу з'єднаний з вузлом 12 подачі води і подає миючий засіб разом з водою для прання, що подається через вузол 12 подачі води. Блок 12 подачі води, дренажний блок 5 і блок 13 подачі миючого засобу можуть включати в себе клапани і канали. Дренажний вузол 5 містить дренажний насос 4 .

Пральна машина має дверцята 15 для відкривання і закривання передньої поверхні корпусу 6. Коли користувачеві потрібно випрати білизну, він може відкрити дверцята 15 і покласти білизну в барабан 2. Після завершення процесу прання користувач відкриває дверцята 15 і виймає білизну з барабана 2.

Розробка конструкції приладу для вимірювання ваги білизни та розрахунок основних структурних вузлів розглянуті далі в цьому розділі.

На схемі 3.6 зображено будову приладу для вимірювання ваги білизни.

Пристрій для визначення маси білизни являє собою вузол і систему обробки інформації (мікроконтролер), які вимірюють значення деформації в зборі.

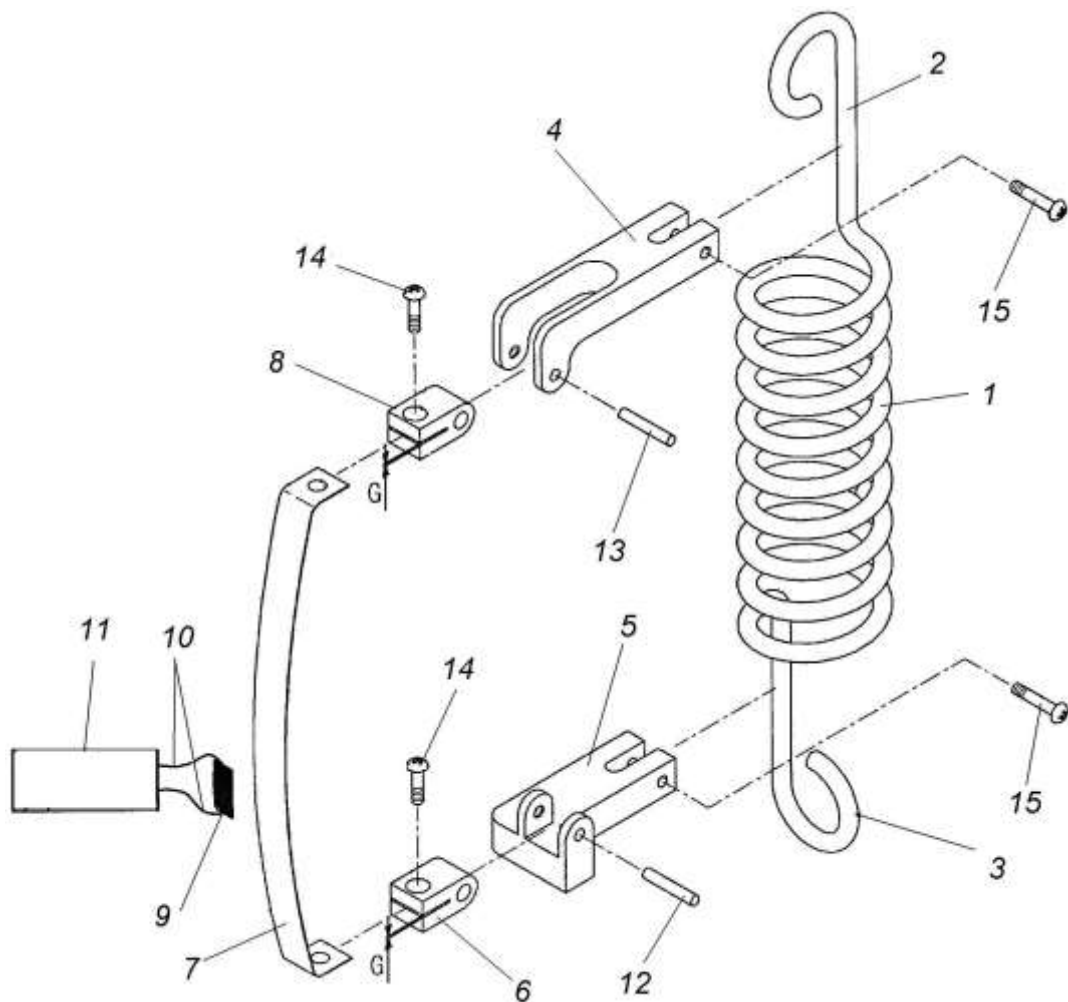


Рисунок 3.6 – Конструктивна схема пристрою для визначення ваги білизни

Вузол вимірювання величини деформації містить пружний елемент 1 у вигляді пружини розтягування з гаками 2 і 3 на обох кінцях скоби 4 і 5, скоби 6 і 8. Вони кріплять пружний елемент 1 до пружно деформованої балки 7. Кріплення відповідних елементів здійснюється за допомогою осей 12 і 13, гвинтів 14 і 15.

Пружні елементи створені для пружної фіксації танка в корпусі машини. Пружний елемент приладу для вимірювання маси білизни складається зі спіральної частини 1, першого гачка 2, утвореного на одному кінці спіральної частини 1, і другого гачка 3, утвореного на іншому кінці спіральної частини. Перший гачок 2 пружного елемента пристрою кріпиться до першого язичка

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
-----	------	---------	--------	------

корпусу машини, а другий гачок 3 пружного елемента кріпиться до другого язичка корпусу машини.

Система обробки інформації містить блок управління 11 і блок управління 11. Датчик навантаження 9, з'єднувальний провід 10. Пружна деформаційна балка 7 кріпиться до пружного елемента 1 верхнім кінцем кронштейном 4 і тримачем 8, а нижнім кінцем кронштейном 5 і тримачем 6.

Спосіб викликає пружну деформацію пружного елемента 1 деформує.

Датчик навантаження 9 прикріплений до пружно деформованої балки 7 і деформується пропорційно пружно деформованій балці 7. Датчик навантаження 9 має провід 10 для підключення до мікроконтролера пральної машини. Датчик деформації 9 забезпечує електричний опір, що відповідає фізичній деформації пружно деформованої балки 7.

Тобто, оскільки вихідне значення електричного опору датчика 9 деформації пропорційне значенню деформації пружно деформованої балки 7, значення деформації вимірюється на основі вихідного значення електричного опору датчика 9 деформації.

Блок управління 11 з'єднаний з тензодатчиком 9 електричним проводом 10. Блок управління 11 обчислює початкове значення електричного опору тензодатчика 9 в оберненій пропорції для отримання кількості білизни.

Це пояснюється тим, що вихідне значення електричного опору датчика 9 деформації пропорційне значенню деформації пружно деформованої балки 7, пропорційне значенню деформації пружного елемента 1 і пропорційне значенню деформації пружного елемента 1 пропорційна кількості білизни.

Блок керування 11 контролює вихідне значення датчика деформації 9 відповідно до кількості білизни, поміщеної в барабан 1 (рисунок 3.1), і контролює виміряну кількість білизни або відповідну кількість прального засобу.

Він має функцію: Час прання відображається на панелі керування (не показано) на основі виміряного завантаження білизни.

Блок 11 управління містить мікропроцесор, вбудований в основний корпус пральної машини, або додатковий елемент, відмінний від мікропроцесора, вбудованого в основний корпус пральної машини.

Блок управління 11, який обчислює вагу білизни, використовує значення деформації, виміряні датчиком навантаження 9 з пружним елементом 1, і передає їх на мікропроцесор (не показаний) пральної машини. Мікропроцесор отримує від блоку управління 11 значення, виміряні блоком, порівнює значення кількості білизни в барабані з заданим значенням і виводить необхідну світлову інформацію на дисплей пральної машини.

### 3.4.2 Розрахунок пружного елемента пристрою для визначення ваги сухої завантаженої білизни

Для створення приладу для вимірювання маси сухої завантаженої білизни необхідно розрахувати конструктивні параметри пружних елементів, що містяться в ньому.

Для розрахунку робочих параметрів і структурних властивостей пружних елементів використаємо відповідну методику [20].

Подовження  $h$  пружного елемента визначається за формулою: .

$$h = M \cdot i \cdot F, \quad (3.7)$$

де  $M$  - податливість одного витка (розтягання витка від одиничної сили), Н/мм;  $i$  - число робочих витків пружини;  $F$  - навантаження від ваги сухої білизни на барабан, Н.

Видовження  $h$  буде змінюватись таким чином: від мінімального  $h_{\min}$  - при мінімальній масі  $m_{\min}=0,5$  кг та відповідно вазі сухої білизни у барабан  $G_{\min} = 5$  Н; до максимального  $h_{\max}$  - при максимальній масі  $m_{\max}=7$  кг та відповідно вазі білизни у барабан  $G_{\max}=70$  Н.

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо наступні відповідності:  $G = F$ ,  $G = F_{\min}$ ,  $G = F_{\max}$ .

Для пружин розтягу, початковим навантаженням є попередній натяг пружини, наданий їй при виготовленні,  $F_{\min} = F_0$ .

Податливість одного витка визначається за формулою:

$$M = \frac{8C^3}{k \cdot d} \quad (3.8)$$

де;  $d$  - діаметр дроту пружини. Виміряли з моделі пральної машини фірми «Samsung»,  $d = 3$  мм;  $k$  - модуль зрушення для сталевих пружин. Вибирається з діапазону  $k = 7,7 \dots 8,5 \cdot 10^3$ , Н/мм<sup>2</sup> [20],  $k = 7,7 \cdot 10^3$ , Н/мм<sup>2</sup>;  $C$  - індекс пружини, що дорівнює відношенню середнього діаметра пружини  $D_m$  до діаметра дроту пружини (таб. 3.4).

Таблиця 3.4 – Залежність індексу пружини від діаметра дроту

$d$ , мм	До 2.5	3...5	6...12
$C$	5...12	3...11	4...9

Для діаметра дроту  $d = 3$  мм, вибрано  $C = 3$ .

$$M = \frac{8 \cdot 3^3}{7,7 \cdot 10^3 \cdot 3} = 0,0093 \text{ Н/мм.}$$

Чим податливіша пружина, тим більше індекс пружини та число витків. Збільшуючи індекс пружини, можна при тій же твердості, зменшити геометричні пружини по довжині за рахунок збільшення її діаметра.

$$D_m = C \cdot d, \quad (3.9)$$

Виконаємо розрахунок залежності видовження пружного елемента від

маси завантаженої білизни.

Підставимо у формулу (2.7) значення маси сухої білизни, що завантажується в барабан і підрахуємо видовження пружного елемента. Діапазон величин маси сухої білизни будемо міняти від 0,5 до 7 кг з кроком 0,5 кг. Результати обрахунків віднесемо в таблицю 3.5 та побудуємо графік  $f(m) = h$  залежності видовження  $h$  від маси сухої білизни  $m$ .

Таблиця 3.5 - Розрахунок залежності видовження пружного елемента  $h$  від маси завантаженої білизни  $m$ .

№ обрахунку	Маса $m$ , кг	Вага $F$ , Н	Видовження $h$ , мм
1	0.5	4.905	0,321
2	1	9.81	0,642
3	1.5	14.715	0,963
4	2.0	19.62	1,284
5	2.5	24.525	1,605
6	3.0	29.43	1.926
7	3.5	34.335	2,247
8	4.0	39.24	2,568
9	4.5	44,145	2,889
10	5.0	49.05	3.210
11	5.5	53.955	3,531
12	6.0	58.86	3,852
13	6.5	63.765	4,173
14	7.0	68.67	4,494

У відповідності одержаних розрахунків побудуємо графік залежності видовження  $h$  пружного елемента від маси завантаженої білизни  $m$   $f(m) = h$  у програмі Microsoft Excel.

Залежність видовження пружного елемента  $h$   
від маси завантаженої білизни  $m$

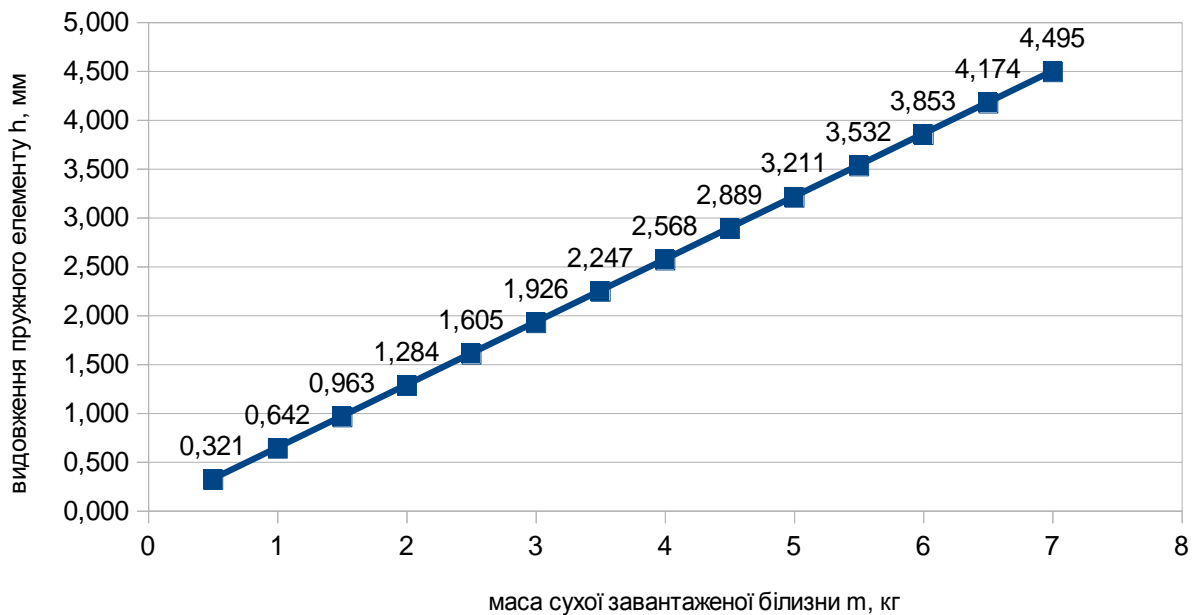


Рисунок 3.7 - Графік залежності видовження пружинистого елемента  $h$  від маси завантаженої білизни  $m$   $f(m) = h$

Величина найменшого навантаження має задовольняє наступній умові:

$$F_{\min} = (0,3...0,8) F_{\max} \quad (3.10)$$

$$F_{\min} = (0,3...0,8) 68,67 = 20,6...54,9 \text{ Н}$$

Значення максимального навантаження для обраної конструкції пружини визначається по формулі:

$$F_{np} = (1,05...1,2) 68,67 = 72,1...82,4 \text{ Н} \quad (3.11)$$

Довжина намотаної пружини розтягу в ненавантаженому стані визначається за формулою:

$$X_0 = h_0 + 2h_{np} \quad (3.12)$$

де  $h_0$  - довжина пружини у ненавантаженому стані;  $h_{np}$  - висота одного витка-зачепа  $h_{np} = (0,5...1)D$ .

$$h_{np} = (0,5...1) \cdot 9 = 4,5...9 \text{ мм.}$$

$$X_0 = 52,5 + 2 \cdot 4,5 = 61,5 \text{ мм}$$

Пружини діаметром до 3 мм, які застосовують в проектованій системі, виготовляють із зачепами у вигляді вигнутих витків.

Після прикладання навантаження, довжина пружини розтягу визначається за формулою:

$$X = X_0 + h \quad (3.13)$$

$$X = 61,5 + 5 = 66,5 \text{ мм}$$

На основі наведених вище розрахунків пристрою дозування рідких пральних засобів на основі перистальтичного насоса та пружних елементів приладу для вимірювання маси висушеної білизни в Solid Works створено модель автоматичної системи дозування рідких пральних засобів (рис. 3.8) та приведено у графічній частині [МРМА 23.000.00.00 ДІ2].

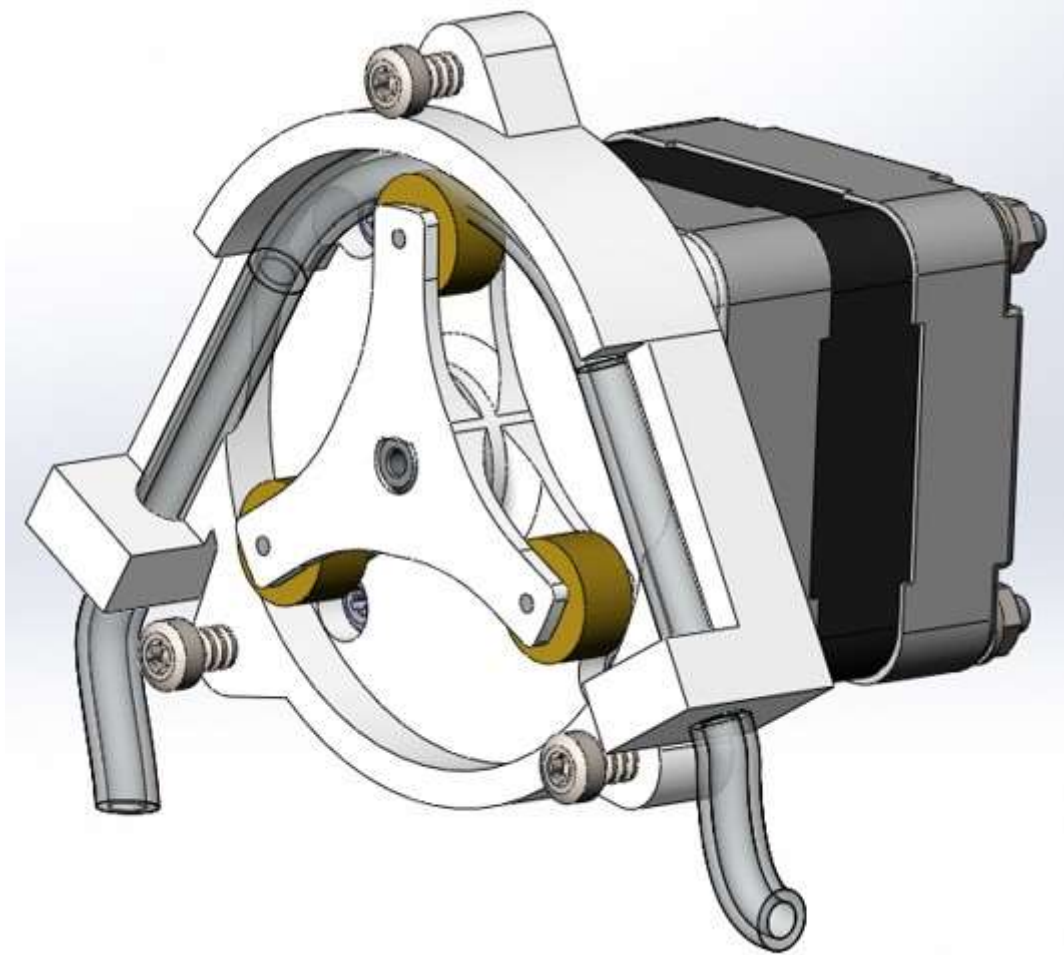


Рисунок 3.8 - Модель системи для автоматизованого дозування рідкого миючого розчину, створена в Solid Works

### 3.5 Розробка електричної схеми

Удосконалена електрична схема [МРМА 23.000.00.00 Е3] містить у складі: електронний модуль типу **DMPU** використовується в пральних машинах і призначений для керування вузлами пральної машини:

- двигуном колекторним змінного струму;
- клапаном заливу холодної води;
- насосом зливним;
- двигуном програматора (таймера);
- двигуном кроковим перистальтичного насоса для дозування гелеподібного миючого засобу;

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 23.00.00.000 ПЗ

Арк.  
75

- вузлом вимірювання переміщень елемента пружного для вимірювання ваги білизни в барабані.

Модуль DMPU отримує сигнали від наступних вузлів пральної машини: -  
3 груп контактів програмістів (1, 3, 5).

- Кнопки та кнопки з додатковими функціями.
- Від термістора і регулятора температури.
- Від реле рівня води в резервуарі.
- Від тахометра обертів барабана.
- Від тензодатчика напівмостової схеми для вимірювання ваги білизни.

Сімейство мікроконтролерів HC08 використовується в електронних модулях пральних машин і має покращену функціональність у порівнянні зі своїми попередниками.

Модуль DMPU інтегрується в загальну схему пральної машини за допомогою трьох роз'ємів: CNA, CNB, CNC.

Вказує на призначення цих контактів роз'єму модуля.

З'єднання CNA: A01 – вхідний сигнал від датчика температури (терморезистор) для гарячого водопостачання.

A02, A04 – загальні дроти.

AOZ – вхідний сигнал від тахогенератора щодо швидкості барабана.

A05, A07 - живить обмотки статора приводного двигуна.

A06 – Не використовується.

A08, A09 - живлення обмоток ротора приводного двигуна.

A10, A11 – Схема теплового захисту двигуна.

SNB Connection: B01 – не використовується.

B02 - кнопка "Додаткова промивка" (ER); B03 - кнопка "Зупинка з водою в баку" (PSS); B04 - кнопка "Вимкнення центрифуги" (SDE); B05 - "Економічний режим" кнопка (E ); B06 - кнопка «Половинне завантаження» (LWS); B07 - сигнал керування швидкістю центрифуги.

B08 - Сигнал контролю температури гарячої води.

В09 – Блок живлення всіх кнопок передньої панелі.

В10, В11 – спільна лінія.

В12 – вихід до клапана холодної води.

Роз'єм CNS: С01 – змінна напруга ~ 220 В, живлення модуля по фазі (F).

С02 – вихід до зливного насоса (DMP).

С03 - Живлення двигуна таймера (ТМ); С04 - Живлення модуля ~ 220 В, нейтраль (N); С05 - Вхід сигналу від датчика рівня води.

С06 – шина загальної інформації таймера.

С07 – Вхід від контакту ZТ таймера.

С08 – Вхід від контакту таймера 1Т.

С09 – Вхід від контакту таймера 5Т.

С10 – Вхід від контакту ZV таймера.

С11 – Вхід від контактів таймера 5В.

С12 – Вхід від контакту 1В таймера.

Функціональна схема пральної машини на базі електронного модуля DMPU складається з наступних елементів показаних на [MPMA 23.00.00.000 E3]:

- мікроконтролер сімейства HC05;
- - модуль живлення; - модуль навчання команд;
- - регульований модуль команд.
- - Модуль температури;
- - Модуль тахогенератора;
- - Модуль контролю верхнього рівня води;
- - Модуль керування двигуном.
- - Заливний клапан, зливний насос і модуль керування двигуном таймера.
- - Модуль захисту.
- - Модуль керування кроковим двигуном.

Давайте детальніше розглянемо призначення та функціональність елементів мікроконтролера .

Розглянемо мікроконтролери на прикладі мікросхеми MC68HC705P6ACP.

Мікроконтролер отримує інформацію про стан вузлів пральної машини через вхідні клеми і за вбудованою програмою видає керуючі сигнали на вхідні клеми мікросхеми.

Мікроконтролер складається з наступних блоків: - 8-розрядний процесор.

- Внутрішня пам'ять, включаючи RAM (176 байт) і одноразово програмований ROM (4,5 кілобайт).

– Паралельні та послідовні порти вводу/виводу.

– Тактовий генератор.

- Таймер;

- Аналого-цифровий перетворювач.

Мікроконтролер MC68HC705R6A дозволяє обмінюватися даними із зовнішніми пристроями за допомогою чотирьох паралельних портів. PA, RV, RS, RD (посилання) Таблиця 3.5).

Таблиця 3.5 - Зміст і функції паралельних портів мікроконтролера

MC68HC705P6A

Паралельні порти			
PA	PB	PC	PD
8I/O, 8 входів переривання	3I/O виходів SIOP	8I/O входу АЦП	11/0 + 11 і 1 вхід таймера

Двонаправлений порт для введення/виведення даних (1/0).

Деякі порти забезпечують лише вхід (I) або лише вихід (O) даних. Його функціональне призначення програмується в мікроконтролері. Виходи деяких портів підключені до входів/виходів інших периферійних пристроїв АЦП



Частота генерованих внутрішніх тактових імпульсів  $F_i = F_T / 2$ . де  $F_T$  — власна частота резонатора. Мікроконтролер сімейства MC68HC705 має 16-розрядний таймер, який працює в режимі захоплення та порівняння.

Таймер має такі зовнішні сигнали:

- вхід виявлення TSAR (вихід 25). На нього надходить сигнал від тахогенератора приводного двигуна.

– вихід відповідності TSMR (контакт 24) не використовується на електронному модулі DMPU.

У режимі захоплення, коли сигнал надходить на вхід TSAR таймера, він записується в регістр лічильника. Подальший запис в журнал дозволяє визначити час приходу сигналу. Це дозволяє визначити частоту обертання ротора приводного двигуна.

У режимі порівняння певне число записується в регістр порівняння. Коли вміст лічильника відповідає вказаному значенню, на виході TSMP генерується сигнал відповідності, і в деяких випадках значення може приймати значення лот. «0» або "1".

Використовуючи блоковий таймер у поєднанні з блоком переривань, вимірює часовий інтервал між подіями, генерує сигнал із фіксованою затримкою, періодично виконує бажану програму та використовує постійну частоту та тривалість імпульсів і виконує інші дії.

Мікроконтролер MC68HC705P6A містить 4-канальний АЦП: АД0 до АТ34 (виводи 16-19). Для роботи АЦП необхідна «еталонна напруга», яка формується температурним модулем  $V_{refh}$  і  $V_{rl}$  MC68HC705P6A. До клеми підключається опорна напруга  $V_{refh}$ .

Мікроконтролер працює при напрузі 5 В і розширеному діапазоні температур від 40 до +85 °С. Мікроконтролер виготовлений за технологією CMOS, тому має низьке енергоспоживання (в робочому режимі - 20 мВт і 10 мВт.

- режим очікування), тактова частота  $F = 2,1$  МГц.

					MPMA 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						80
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Вхідні сигнали від елементів пральної машини до мікроконтролера модуля ЕМРU подаються у вигляді імпульсів, електричних потенціалів (ТТL рівнів) і аналогових сигналів. Вихідний сигнал може бути логічного або імпульсного типу. Для управління вузлами симистора використовуються імпульсні вихідні сигнали мікроконтролера, а транзисторними ключами - логічні сигнали.

Модуль живлення (МЖ) призначений для перетворення напруги змінного струму 220 В в постійну регламентовану напругу 24 і 5 В. Напруга 24 В буде використовуватися для живлення направляючих реле К1 і К2 в модулі управління двигуном, а напруга 5 В буде використовуватися для живлення мікроконтролера та інших елементів схеми. МЖ побудований за схемою без трансформаторних ланцюгів, включаючи протипожежні резистори Р51А, Р51В.

У випрямлячі використовуються елементи D16, С20, а в стабілізаторі напруги DZ4 (24 В) і U3 (5 В).

Модуль генерації команд (рисунок 3.8) приймає від вузлів команди для встановлення режиму роботи пральної машини (таймер, додаткові функціональні клавіші), конвертує їх та надсилає на відповідні входи мікроконтролера U1.

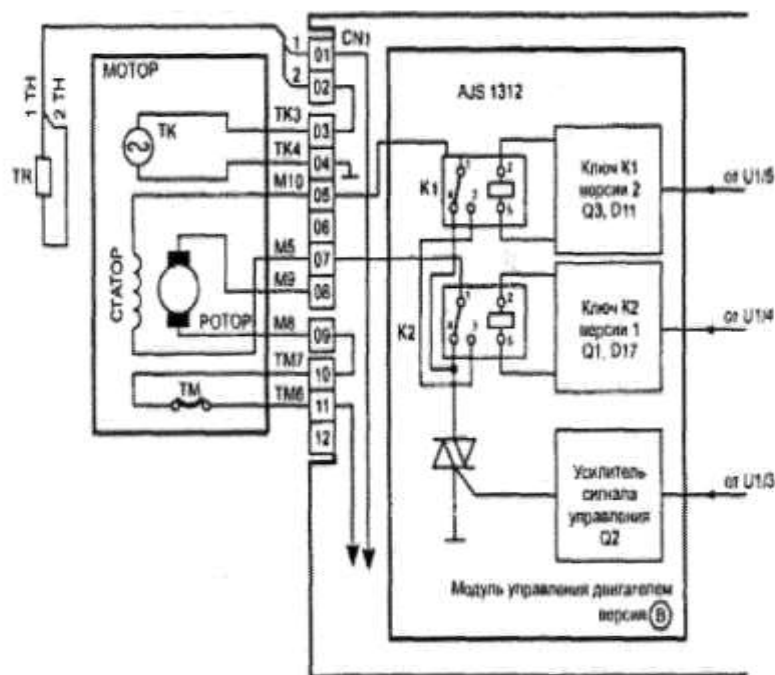


Рисунок 3.8 - Схема модуля керування двигуном

Модуль складається з шести однотипних каскадів, створених за схемою діодних перемикачів.

Кожен каскад має два входи і один вихід. На один з входів надходить сигнал команди від таймера, а на інший - сигнал від відповідної кнопки додаткової функції. На виході каскаду генеруються такі сигнали:

- Перший каскад (діоди D7-D8) генерує сигнал SDO і надсилає його на послідовний порт синхронного інтерфейсу SIOR.

- - Другий ступінь (діоди D15 - D23) формує сигнал SD1 і вводить його в послідовний порт синхронного інтерфейсу SIOR.

- - Третій-п'ятий каскад (діоди D3-D4, D5-D6, D1-D2) формує сигнал на входах паралельних портів PC0-PC2.

- - 6 ступінь (діоди D9-D10) формує на вході сигнал паралельного порту PD 5.

На підставі вхідних сигналів МК U1 формує сигнали на виходах паралельних портів PA0 до PA7 і керує елементами і вузлами пральної машини за обраною програмою. Регульований командний модуль використовується для перетворення механічних положень для контролю температури та швидкості обертання у відповідні аналогові напруги.

Схема включає регулюючий контур для вибору температури нагріву води та швидкості центрифуги. Контролер швидкості або регулятор температури — це комутований набір постійних резисторів, що міститься в середині дільника напруги швидкості (температури), з якого зчитується вихідна напруга.

Залежно від положення рукоятки регулятора швидкості та коду команди, отриманого від модуля генерації команд, на вхід AD2 (вивід 18 U1) мікроконтролера надходить аналоговий сигнал. Це перетворюється в цифровий код АЦП, на основі якого МК U1 видає відповідний вихідний сигнал для зміни швидкості обертання центрифуги під час фази обертання. У режимі очищення вовни модуль генерації команд видає команди, після чого віджим відбувається на зниженій швидкості. Коли активовано режим No Spin, вихід вимкнено на

будь-якій швидкості обертання.

У деяких моделях пральних машин замість кнопки плавного регулювання швидкості віджиму встановлюється кнопка «LOW/NIGHTSreed» (на схемі символ «MS») з двома режимами віджиму. Виходячи з цих змін, мікроконтролер U1 програмується виробником під конкретну конфігурацію пральної машини.

Якщо є вхід ADI (контакт 17 U1), АЦП перетворює його на цифровий код команди та порівнює його з кодом сигналу на вході ADO (контакт 16).

На підставі порівняння кодів задана температура води в баку буде підтримуватися під час наступних операцій:

- Делікатне прання при температурі до 65°C.
- Інтенсивне очищення при температурі вище 65°C з подальшим додаванням води (якщо температура перевищує 70°C).

Машина з модулем DMPU вимагає таких функцій: Сам модуль безпосередньо не перемикає живлення ТЕН. Цим займається блок управління. Модуль керує роботою ТЕНу наступним чином: Коли потрібно підігріти воду в баку, мікроконтролер в модулі переводить блок управління (за допомогою включення двигуна) в положення підключення відповідної контактної групи. Замкніть ланцюг живлення нагрівального елемента.

Як тільки температура води досягає цього значення, включається двигун блоку управління, розмикається контур опалення і відбувається процес очищення за обраною програмою.

Температурний модуль разом із терморезистором TR, прикріпленим до кришки бачка омивача, створює напругу, пропорційну температурі води, що надходить на вхід АЦП. Він також генерує опорну напругу  $V_{refh}$  (2,8 В), необхідну для роботи АЦП, і подає її на вхід U1 (контакт 15).

Тахомодуль використовується для перетворення синусоїдальної напруги змінного струму змінної амплітуди і частоти, що надходить з виходу тахогенератора приводного двигуна, в послідовність прямокутних імпульсів

фіксованої амплітуди. Цей модуль містить діод D18 і транзистори Q4 і Q5.

Тахометр - це безщітковий генератор малої потужності з ротором (постійним магнітом), прикріпленим до ротора приводного двигуна. Під час обертання ротора тахометра в обмотках статора виникає змінна ЕРС із частотою та напругою, пропорційними його швидкості. Сигнал з тахометра надходить на роз'єм АОЗ модуля DMPU і далі на вхід модуля тахометра, де перетворюється в послідовність прямокутних імпульсів амплітудою 5 В і позитивної полярності, пропорційної частоті швидкості обертання двигуна.

Перетворений сигнал надходить на блок таймера мікроконтролера U1 у вигляді сигналу TSAR (вивід 25 U1).

У режимі захоплення таймер записує час надходження наступного позитивного імпульсу відносно попереднього імпульсу та визначає швидкість приводного двигуна звідти. Чим менше час проходження імпульсу, тим вище швидкість обертання. Мікроконтролер оцінює час імпульсів і кодів команд на входах роз'ємів RB, RS і RD і формує сигнали керування двигуном відповідно до програми, збереженої в ПЗУ. Цей сигнал контролює швидкість за допомогою вихідного сигналу RA7 від RA7-5. Змінні в часі зміни двигуна (вихід 3 -5 U1) надходять на вхід модуля керування двигуном. Вихідні сигнали P-6, P-5 в залежності від конструкції модуля керування двигуном забезпечують реверсування та зупинку двигуна відповідно до виконуваних операцій.

У режимі порівняння таймер працює лише під час процесу віджимання. Він порівнює період приходу імпульсів TSAR від модуля тахометра. Періодичність вказує на рівномірність обертання барабана і збалансованість білизни в машині. При виявленні дисбалансу мікроконтролер повертається до етапу розміщення білизни. Таких спроб можна зробити до 6 разів, після чого він буде обертатися на невеликій швидкості.

Модуль верхнього рівня води призначений для формування імпульсів SSC позитивної полярності, які гарантують зчитування сигналів SDO і SDI на вході послідовного інтерфейсу SIOP.

Модуль створений за схемою діодних ключів і обмежувачів елементів D12, D22, R53, R21 і R24. Коли контакти P11-P13 реле рівня води замикаються через резистор R53 (1 МОм), змінна напруга падає та генерується сигнал SCK. Зчитування сигналів SDO і SDI з каскадів 1 і 2 модуля генерації команд мікроконтролером можливе лише за наявності позитивної напівхвилі сигналу SSK, що генерується модулем рівня вихідної води.

Модуль керування двигуном використовується для посилення та перетворення вихідного сигналу мікроконтролера U1 для керування роботою приводного двигуна.

Модуль містить такі вузли (рис.3.8) [6]:

- - кнопки управління та реле K1, K2.
- - підсилювач керуючого сигналу Triac TR2;
- - симистор приводного двигуна (TR2).

Управління ключем реле K1 здійснюється через транзистор Q3, його навантаженням є обмотка реле K1. Діод D11 включений паралельно обмотці реле і захищає транзистор Q03 від руйнування. Ключі живляться напругою 24 і 5 В. У вихідному стані згідно зі схемою транзистор Q03 закритий, реле K1 знеструмлене, а КІЛ контактами з'єднує статор двигуна послідовно з ротором і до верхнього висновку симистора TR2. При вході в базовий протокол сигналу Q03. Транзистор «1» відкривається, реле K1 спрацьовує і його контакти K1.1 і K1.2 переривають ланцюг живлення приводного двигуна.

### 3.6 Висновки до розділу 3

1. У цьому розділі проаналізовано рідкі пральні засоби різних виробників і розраховано, скільки розчину прального порошку потрібно наливати в бак пральної машини на одне завантаження сухої білизни.

2. Визначено геометричні параметри перистальтичного насоса. Для приводу перистальтичного насоса вибрано кроковий двигун.

3. На основі наведених розрахунків пристрою дозування рідкого прального засобу на основі перистальтичних насосів та пружних елементів приладу для вимірювання маси сухої білизни в програмі Solid Works створено модель автоматичної системи дозування рідкого прального засобу.

4. Розроблено схему електричну автоматичної пральної машини з системою дозування рідких миючих засобів.

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						86
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

#### 4 Експериментальні дослідження пристрою дозування рідкого миючого засобу в пральній машині

Метою експериментального дослідження дозування рідкого миючого засобу в повністю автоматичних пральних машинах є перевірка результатів аналітичного дослідження та оцінка продуктивності запропонованої системи.

В основі експериментального дослідження системи дозування рідкого миючого засобу в повністю автоматичних пральних машинах лежить задача визначення кількості рідкого миючого засобу, що подається в бак пральної машини в залежності від маси завантаженої сухої білизни.

##### 4.1 Методика проведення експерименту

У третьому розділі виконано проектування системи дозування рідкого миючого засобу для пральної машини-автомат і створено віртуальну модель в системі Solid Works.

В рамках експериментального дослідження необхідно визначити залежність маси білизни для сушіння, завантаженої в барабан, від подовження пружного елемента вузла зважування білизни для сушіння, завантаженої в барабан пральної машини. Для визначення експериментальних похибок необхідно порівняти теоретичні розрахунки та експериментальні дані.

На рис.4.1 показана структура вимірних експериментальних значень системи автоматичного дозування рідкого мийного засобу. Випробування виконуються в такому порядку:

- 1) Додайте від 0,5 до 7 кг сухої білизни в барабан і збільште завантаження - 0,5 кг сухої білизни.
- 2) Виміряйте електронним мікрометром фактичне подовження пружного елемента бака пральної машини та запишіть його в таблицю 4.1.
- 3) Виміряйте переміщення тензOMETричних стрижнів за допомогою

тензодатчика, прикріпленого до еластичного елемента вагу сухого прання.

4) Використовуйте підсилювач LM358N для посилення вихідного сигналу.

5) За допомогою Аналого-цифровий перетворювач (АЦП) надішліть сигнал через USB-1009 до комп'ютера, де він обробляється за допомогою програмного середовища LabVIEW.

6) У графічному середовищі LabVIEW побудуйте осцилограму залежності зміни напруги тензومتра  $U$  від кількості введеної білизни  $m$ .

7) Надішліть сигнал зміни напруги  $U$  на мікроконтролер, щоб керувати кроковим двигуном перистальтичного насоса та відправити частину рідкого миючого розчину в бак пральної машини.



Рисунок 4.1 - Блок схема вимірювання

Для експериментального дослідження системи об'ємного дозування рідкого миючого засобу в якості перетворювача переміщення використовувався тензодатчик, наклеєний на тонку пластину.

Для вимірювання переміщення пружного елемента (амортизаційної

пружини) бака пральної машини затисніть затискну балку. Приєднайте тензодатчик до натяжної балки. Натяжна балка переміщується (розтягується) під дією навантаження за рахунок маси завантаженої сухої білизни, а натяг на тензодатчику змінюється.

Тензодатчики з'єднані за допомогою мостової схеми, у результаті чого формується сигнал вихідної напруги  $U$ , який залежить від кількості білизни, що додається в бак пральної машини. Тензодатчики підключаються за допомогою мостової схеми, як показано на малюнку 4.2.

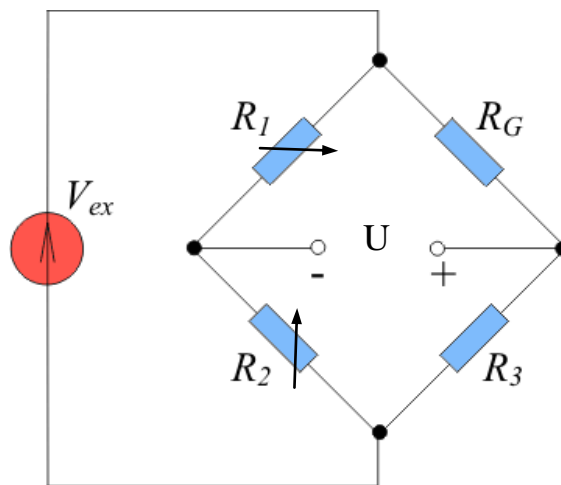


Рисунок 4.2 - Мостова схема вимірювання перемщення

Відкалібрувати тензодатчик, щоб встановити залежність між вагою білизни та зміною напруги на тензодатчику. Тензодатчик тарували з навантаженням від 0,5 до 7 кілограмів. Суть тарування полягає в наступному: Завантаження пружного елемента бака пральної машини зарядом від 0,5 до 7 кг проводили по чергово з інтервалом 0,5 кг.

За допомогою мостової схеми сигнал вихідної напруги знімався, посилювався та через АЦП надсилався на комп'ютер і за допомогою програмного продукту LabVIEW записувався графік залежності перемщення від маси висушеної білизни Блок-схема пристрою обробки віртуального сигналу LabVIEW показана на малюнку 4.3.



допомогою блоку 5 і записом значень, отриманих від тензодатчиків, в блок 6, вони обробляються за допомогою арифметичних операцій у вузлі 4, щоб отримати потрібну одиницю вимірювання, тобто вихідну напругу.

Сигнал  $U$  тарується. Запис значення у файл відбувається після натискання кнопки Enable в блоці 7. Щоб припинити запис у поточний файл і перенести дані в наступний файл, натисніть кнопку «Reset» у блоці 7.

#### 4.2 Обробка результатів експерименту

В результаті розрахунків встановлено, що залежність натягу від маси білизни має лінійний характер. Для датчика припустимо, що чутливість датчика 2 мВ/В, напруга живлення (збудження) 5В:, а максимальний сигнал датчика 10 мВ. Отже, 1 кг відповідає сигналу 0,1 мВ. Діаграма калібрування тензодатчика показана на рисунку 4.4.

Графік залежності зміни напруги від маси сухої завантаженої білизни

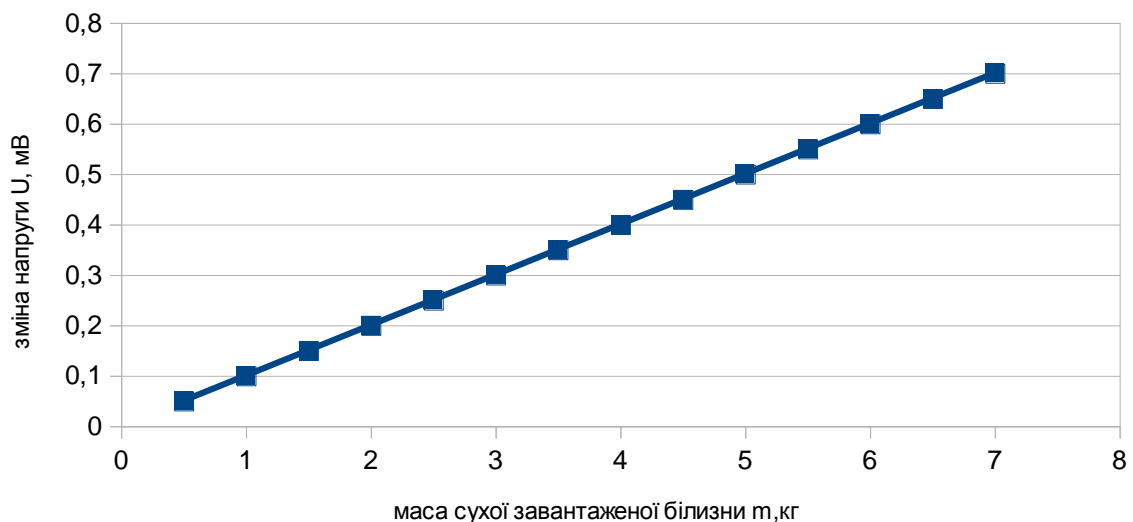


Рисунок 4.4 – Графік залежності зміни напруги  $U$  від маси  $m$  сухої завантаженої білизни

Як очевидно з графіка (рис. 4.4), залежність зміни напруги  $U$  від маси  $m$  сухої завантаженої білизни є величина лінійна. Обрахуємо коефіцієнт тарування.

$$k_{\text{тар}} = \tan \alpha = \frac{\Delta U}{\Delta m} \quad (4.1)$$

де  $\Delta U$  - зміна величини відхилення променя осцилографа, яка відповідає переміні прикладеного до тензодатчика зусилля  $\Delta F$  або відповідно маси  $m$ .

$$\Delta U = U_{\text{max}} - U_{\text{min}} \quad (4.2)$$

$$\Delta U = 0,7 - 0,05 = 0,65 \text{ мВ.}$$

$$\Delta F = F_{\text{max}} - F_{\text{min}} = g(m_{\text{max}} - m_{\text{min}}), \quad (4.3)$$

де  $m_{\text{max}}$ ,  $m_{\text{min}}$  - відповідно максимальна та мінімальна маса  $m$  завантаженої сухої білизни;  $F_{\text{max}}$ ,  $F_{\text{min}}$  - відповідно максимальне та мінімальне навантаження на пружний елемент бачка пральної машини.

$$\Delta F = 9,81 \cdot (7 - 0,5) = 63,765 \text{ Н}$$

$$\text{або } \Delta m = (7 - 0,5) = 6,5 \text{ кг}$$

$$k_{\text{тар}} = \frac{0,65}{6,5} = 0,1 \text{ мВ/кг.}$$

Дані виміряні мікрометричним електронним інструментом заносимо у таблицю 4.1. Початковий розмір  $L_0$  не видовженої пружини дорівнює 52,5 мм.

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						92
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 4.1 – Результати вимірювання параметрів

№ обрахунку	Маса, кг	Вага, Н	<u>Довжина</u> <u>пружини <math>L</math>, мм</u>	Видовження $h$ , мм
1	0,5	4,905	52,95	0,32
2	1	9,81	53,14	0,64
3	1,5	14,715	53,46	0,96
4	2,0	19,62	53,78	1,28
5	2,5	24,525	54,31	1,81
6	3,0	29,43	54,79	2,29
7	3,5	34,335	54,85	2,35
8	4,0	39,24	55,15	2,65
9	4,5	44,145	55,23	2,73
10	5,0	49,05	55,97	3,47
11	5,5	53,955	56,05	3,55
12	6,0	58,86	56,43	3,93
13	6,5	63,765	56,75	4,25
14	7,0	68,67	57,1	5,43

Відповідно до отриманих експериментальних випробувань побудуємо графік залежності  $f(m) = h$  видовження пружного елемента  $h$  від маси завантаженої білизни  $m$  в програмі Microsoft Excel.

### Залежність видовження пружного елемента $h$ від маси сухої білизни $m$

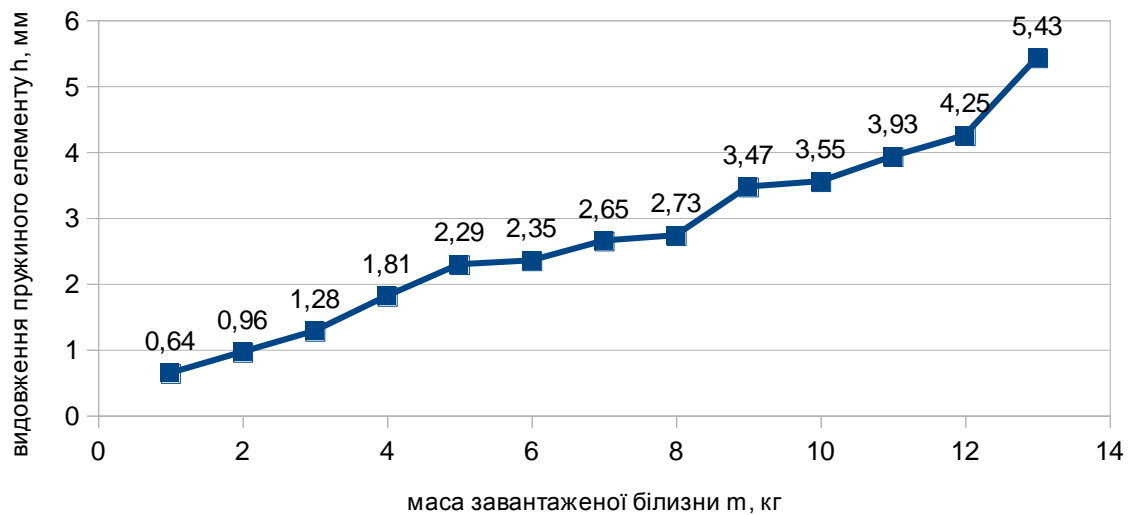


Рисунок 4.5 – Експериментальні дослідження залежності  $f(m) = h$  видовження пружного елемента  $h$  від маси завантаженої білизни  $m$

Для всіх значень ординат експериментальних даних, розрахована похибка положення відносно теоретичного значення.

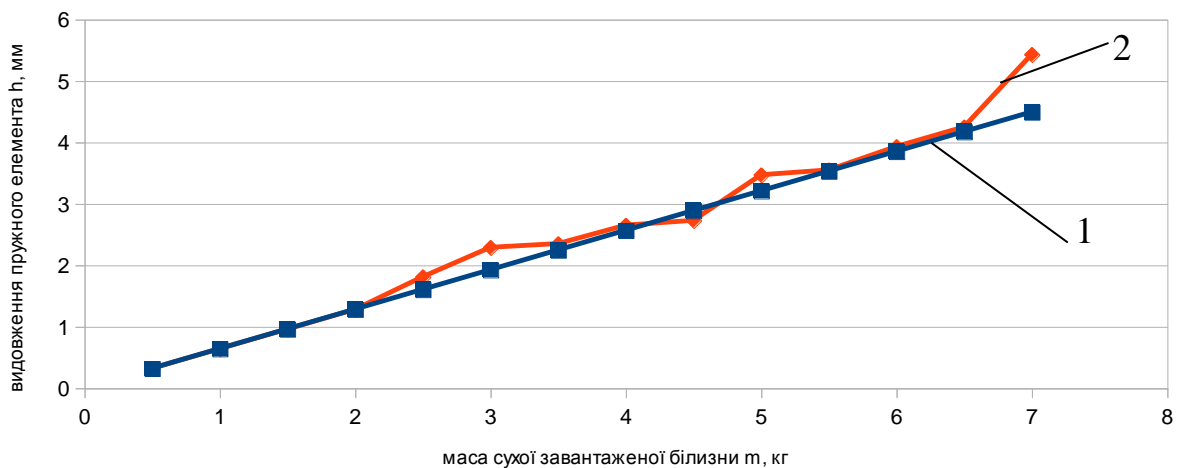


Рисунок 4.5 – Порівняння теоретичних та експериментальних залежностей  $f(m) = h$  видовження пружного елемента  $h$  від маси завантаженої білизни  $m$ ,  
1 - теоретична залежність; 2 – експериментальна залежність

Визначимо значення похибки між теоретичними розрахунками та

результатами експериментальних випробовувань та занесемо в таблицю 4.2.

$$\delta = \left| \frac{h_{експ} - h_{теор}}{h_{теор}} \right| \cdot 100\% \quad (4.4)$$

Таблиця 4.2– Визначення похибки вимірювання

№ обрахунку	Маса, кг	Видовження $h_{експ}$ , мм	Видовження $h_{теор}$ , мм	Похибка $\delta$
1	0,5	0,321	0,32	0,3284
2	1	0,642	0,64	0,3284
3	1,5	0,963	0,96	0,3284
4	2,0	1,284	1,28	0,3284
5	2,5	1,605	1,81	12,7534
6	3,0	1,926	2,29	18,87907
7	3,5	2,247	2,35	4,5661
8	4,0	2,568	2,65	3,1756
9	4,5	2,889	2,73	5,5196
10	5,0	3,210	3,47	8,0813
11	5,5	3,531	3,55	0,5210
12	6,0	3,852	3,93	2,0075
13	6,5	4,173	4,25	1,8278
14	7,0	4,494	5,43	20,8072

#### 4.3 Висновки до розділу 4

1. В результаті роботи в цьому розділі створено макет випробувального стенду для дослідження залежності подовження пружних елементів бака пральної машини від маси білизни.

2. Розроблено методику та проведено ряд експериментальних досліджень, в результаті яких побудовано графік залежності подовження пружних елементів бака пральної машини від маси білизни.

3. Представлено метод калібрування датчика деформації та показано залежність входу сухої білизни від зміни вихідного сигналу напруги мостової схеми.

4. Визначено похибку між теоретичним розрахунком і експериментальним значенням. Похибка становить від 0,5% до 20%, що знаходиться в допустимому діапазоні. Це є допустимим показником при проведенні експериментальних досліджень і свідчить про достовірність раніше проведених аналітичних досліджень.

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						96
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

## Висновки

1. Огляд та аналіз процесу прання, пристрою дозування рідкого миючого засобу та автоматичної системи вимірювання ваги білизни пральної машини було проведено для вирішення проблеми проектування системи дозування прального засобу пральної машини.

2. Розглянуті пристрої для введення розчину є складними та ненадійними. Тому його не можна використовувати в пральній машині.

3. Ми аналізували пристрій, який автоматично зважує кількість білизни, завантаженої в пральну машину. Принцип роботи вищевказаного пристрою заснований на роботі тензодатчика і використовується для розробки системи автоматичного дозування рідкого миючого засобу.

4. Розроблена структурна схема автоматичного дозування рідкого мийного засобу в пральній машині, що містить два пристрої. Дозатор миючого розчину та прилад, який вимірює вагу білизни, завантаженої в бак. Тому наступні заходи були спрямовані на дослідження та розробку конкретних конструкцій систем.

5. Запропоновано спосіб розрахунку кількості рідкого миючого засобу, який витрачається на одиницю маси завантаженої білизни. Необхідно було проаналізувати сучасний ринок мийчих засобів і визначити середній об'єм миючого засобу на одиницю ваги білизни, що було зроблено в даній роботі.

6. Представлена методика розрахунку маси завантаженої сухої білизни за деформацією пружних елементів запропонованої системи.

7. Проаналізували рідкі мийні засоби різних виробників і розрахували кількість розчину прального розчину, яку необхідно залити в бак пральної машини на одне завантаження сухої білизни.

8. Визначено геометричні параметри перистальтичного насоса. Для приводу перистальтичного насоса вибрано кроковий двигун.

					MPMA 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						97
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

9. На основі наведених вище розрахунків пристрою дозування рідкого прального засобу на основі перистальтичних насосів та пружних елементів приладу для вимірювання маси сухої білизни за допомогою Solid Works створено модель системи автоматичного дозування рідкого прального засобу.

10. Розроблено електричну схему автоматичної пральної машини з системою дозування рідких миючих засобів.

11. Для дослідження залежності подовження пружних елементів бака пральної машини від маси завантаженої білизни побудовано модель випробувального стенду.

12. Розроблено методику та проведено ряд експериментальних досліджень, в результаті яких побудовано графік залежності подовження пружних елементів бака пральної машини від маси білизни.

13. Виконано калібрування датчику деформації, який показує залежність вхідного сигналу сухої білизни від зміни вихідного сигналу напруги мостової схеми.

14. Знайдено похибку між теоретичним розрахунком і експериментальним значенням. Похибка становить від 0,5% до 20%, що знаходиться в допустимому діапазоні, є показником при проведенні експериментальних досліджень і свідчить про достовірність раніше проведених аналітичних досліджень.

## Перелік посилань

1. Патент 107739 UA, МПК F04B 9/105 (2006.01), F04B 13/00, F04B 43/107 (2006.01), F04B 43/067 (2006.01). Пропорційний дозатор для дозування додаткової рідини в основну рідину/ Фюре Себастьян (FR),Дюкеннуа Філіпп (FR),Шаррьєр Крістоф (FR) власник ДОЗАТРОН ЕНТЕРНАСЬОНАЛЬ – № а 2013 07184; заявл. 07.11.2011; опубл. 10.02.2015, Бюл.№ 3

2. Патент 55511UA, МПК C02F 3/00. Пристрій для переливання і дозування рідини/ Божок Аркадій Михайлович (UA ); Бурка Леся Миколаївна (UA) – № u201009093; заявл. 19.07.2010; опубл. 10.12.2010, бюл. № 23

3. Дозатор рідких компонентів /І. Я. Стадник, О. В. Ковальов, В. В. Шутюк, Л. І. Удворгелі //Наукові праці НУХТ. - 2010. - № 33. - С. 78-80.

4. Технологічне обладнання фармацевтичної та біотехнологічної промисловості : підручник / М. В. Стасевич [та ін.]. – Львів : Новий Світ-2000, 2019. – 410 с.

5. Патент 130947, МПК G01F 11/00, G01F 11/20 (2006.01). Пристрій для дозування малих об'ємів рідини/ Жалінський Роман Вікторович (UA ); Жалінський Руслан Вікторович (UA) – № u201810285; заявл. 16.10.2018; опубл. 26.12.2018, бюл. № 24

6. Патент 8247, МПК G01F 11/00, G01F 11/20 (2006.01). Дозатор для заливу рідини/ Бойчук Василь Іванович (UA ); Даниленко Анатолій Петрович (UA ); Скидан Василь Іванович (UA) – № u200501607; заявл. 21.02.2005; опубл. 15.07.2005, бюл. № 7

7. Андреев А. Г. А65 Тензометрія : підручник / А. Г. Андреев, Г. І. Львов, О. В. Щепкін. – Харків : НТУ «ХПІ», 2017. – 232 с. ISBN 978-617-05-0223-0

8. Патент № 103697UA, МПК D06F 33/00. Спосіб керування пральною машиною, спосіб прання білизни в пральній машині та спосіб прання предметів білизни/ Чо Ін Хо (KR),Кім Хіунг Йонг (KR),Парк Єун Джін (KR),Квон Іг Геун (KR),Хванг Санг Іл (KR),Дзунг Хан Су (KR),Воо Кіунг Чул

					MPMA 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						99
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

(KR),Чоі Біунг Кеол (KR),Ім Міонг Хун (KR),Ох Соо Янг (KR),Хонг Моон Хее (KR),Кім Воо Янг (KR),Лі Санг Хеон (KR); власник ЕлДжі ЕЛЕКТРОНІКС ІНК – № а201202777; заявл. 11.08.2010; опубл. 11.11.2013, бюл. № 21

9. Патент № 100209 UA, МПК D06F 33/00. Спосіб керування пральною машиною (варіанти)/ Чо Ін Хо (KR),Кім Хіунг Йонг (KR),Парк Єун Джін (KR),Квон Іг Геун (KR),Хванг Санг Іл (KR),Дзунг Хан Су (KR),Воо Кіунг Чул (KR),Чоі Біунг Кеол (KR),Ім Міонг Хун (KR),Ох Соо Янг (KR),Хонг Моон Хее (KR),Кім Воо Янг (KR),Лі Санг Хеон (KR); власник ЕлДжі ЕЛЕКТРОНІКС ІНК – № а 2011 1355; заявл. 21.11.2007; опубл. 26.11.2012, Бюл.№ 22

10. Патент 2453642, МПК D06F37/20, МПК D06F39/00. Пральна машина з датчиком ваги завантаження / Казагранде Стефано; власник Електролюкс Хоум Продактс Корпорейшн Н.В. – №2008117471/12; заявл. 11.08.2010; опубл. 20.06.2012.

11. Патент 2433215, МПК D06F39/00. Пристрій для обробки білизни із засобом вимірювання вага/ Ухов Андрій; власник Електролюкс Хоум Продактс Корпорейшн Н.В. – №2008103369/12; заявл.29.01.2008; опубл. 10.11.2011.

12. Патент № 2466226, МПК D06F 33/00, МПК D06F 39/00. Пральна машина та її пристрій для визначення кількості білизни / ЛИ Санг Дзун, ХА Дзи Хоон, ХАН Дзеонг Су, Чои Хиен Йоунг; власник Самсунг Електронікс Ко., Лтд. – №2010143272/12; заявл. 21.10.2010; опубл. 10.11.2012.

13. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Донбас, 2007. — Т. 2 : Л — Р. — 670 с. — ISBN 57740-0828-2.

14. Електроприводи: Навчальний посібник/ За ред. М.Г.Поповича. – К.: Либідь, 2005. – 672 с.

15. Автоматизований електропривод : підручник. / О.М. Безвесільна,. І.В. Коробійчук, Г.С. Тимчик. – Житомир : ЖДТУ, 2015. – 452 с. ISBN 978-966-683-427-3

16. Методы расчета подачи перистальтического насоса линейного типа / Шейпак А. А., Гришин А. И., Чичерюкин В. Н. // Машины и установки:

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						100
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		



Додатки

					МРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						102
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

