

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

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

Розробка посудомийної машини

Шифр БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Виконав студент
4 курсу група ЕТ-21-1


Підпис

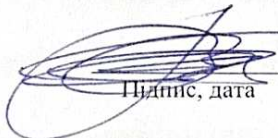
Грішин М. Ю.
Ініціали, прізвище

Керівник


Підпис, дата

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

Нормоконтролер


Підпис, дата

К.т.н., доц. Тимошенко Т.
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри МАЕЕС


Підпис, дата

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

05 06 2025 р.


Хмельницький 2025

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем
Освітній рівень бакалавр
Галузь знань 13 – Механічна інженерія
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
Освітня програма Робототехнічні та мехатронні системи галузі

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАЕЕС



05. 06 .2025 р.

ЗАВДАННЯ НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Грішин Максим Юрійович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Розробка посудомийної машини

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

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

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

2. Строк подання студентом роботи на кафедру 05.06.2025

3. Вихідні дані до роботи: технологічні та технічні характеристики посудомийних машини

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

1. Огляд і аналіз технологічних процесів миття посуду та технічних рішень

посудомийних машин 2. Розробка конструкції посудомийної машини

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

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

Аркуш 1. Аналіз обладнання для миття посуду. Документ оглядовий. (А1).

Аркуш 2, 3, Розроблена посудомийних машина. Вид загальний.

(А1). Аркуш 4. Посудомийних машина. Схema гiдравлiчна (А1). Аркуш 5.

Посудомийних машина. Схema електрична принципова (А1).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

7. Дата видачі завдання 15.02.25 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

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

Студент

Підпис

Грішин М. Ю
Ініціали, прізвище

Керівник роботи

Підпис

Коротич О.О
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

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

1. Прізвище, ім'я та по батькові Грішин Максим Юрійович
2. Тема бакалаврської роботи Розробка посудомийної машини
3. Прізвище, ініціали, вчена ступінь та звання рецензента _____

4. Об'єм бакалаврської роботи: креслень 5 арк., сторінок записки 61

5. Ця робота присвячена розробці інноваційної конструкції побутової посудомийної машини, яка поєднує в собі енергоефективність, ергономіку, автоматизоване управління та сучасні технології миття

У роботі описано розробку сучасної посудомийної машини: її конструкцію, принцип роботи, електричну схему, технічні розрахунки та основні технічні рішення для підвищення ефективності, надійності й енергоощадності.

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

У першому розділі було оглянуто історію, класифікацію та сучасні технології посудомийних машин, а також проаналізовано їх конструктивні особливості та технічні рішення провідних виробників.

У другому розділі було розроблено конструкцію нової моделі посудомийної машини, описано її основні вузли, електричну схему, принцип роботи, а також враховано вимоги до енергоефективності, ергономіки та зручності експлуатації.

У третьому розділі було проведено аналіз водоспоживання, енергоефективності та продуктивності розробленої посудомийної машини. Описано, що за один цикл миття використовується 9 літрів води, що значно економить ресурс порівняно з ручним миттям. Розглянуто загальне споживання електроенергії — близько 0,85 кВт·год за цикл, з основною часткою, яка припадає на нагрів води. Визначено продуктивність пристрою — до 12 комплектів посуду за цикл і до 60 комплектів за добу. Вказано, що машина відповідає високому класу енергоефективності (A / A+) та має оптимальну тривалість циклу миття (90–120 хвилин), що забезпечує баланс між якістю миття і економією ресурсів.

Підпис студента Г.М.Гр.

«05» 06 2025 р.

РІШЕННЯ ЕК

Протокол 5 від «25» 06 2025 р.

Оцінка проекту ЕК 3,5/10

Рекомендації ЕК _____

Особливі відмітки _____

Технічний секретар Г.М.Гр.

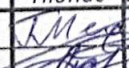

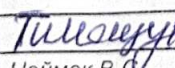

«25» 06 2025 р.

ЗМІСТ

Стор.1

ВСТУП	5
<u>1. ОГЛЯД ТЕХНОЛОГІЙ ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ МИТТЯ ПОСУДУ</u>	8
1.1. Історія розвитку посудомийних машин.....	8
1.2. Класифікація та призначення посудомийних машин.....	11
1.3. Огляд сучасного обладнання та технологій миття посуду	19
Висновки до першого розділу.....	26
<u>2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПОСУДОМИЙНОЇ МАШИНИ</u>	27
2.1 Обґрунтування необхідності розробки посудомийної машини.....	27
2.2 Опис конструкцій і технічних характеристик елементів розробленої посудомийної машини	28
2.3 Електрична схема та принцип роботи посудомийної машини	35
2.4. Особливості експлуатації й ремонту посудомийної машини	38
Висновки до другого розділу	48
<u>3. РОЗРАХУНКИ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ПОСУДОМИЙНОЇ МАШИНИ</u>	49
3.1. Розрахунок системи нагріву води та споживаної енергії	49
3.2. Розрахунок насосної системи та характеристик приводу.....	50
3.3. Аналіз водоспоживання, енергоефективності та продуктивності.....	52
Висновки до третього розділу	55
ВИСНОВКИ.....	56
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ	58
ДОДАТКИ	

БРМА 25.00.00.000 ПЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	
Розроб.		Грішин М.Ю.			Розробка посудомийної машини
Перев.		Коротич О.О.			
Н. контр.					ХНУ Гр. ЕТ-21-1
Затв.		Неймак В.Г.			

Літ.	Арк.	Аркушів
0	4	61

ВСТУП

У сучасному світі стрімкого розвитку технологій побутова техніка відіграє роль у підвищенні комфорту та ефективності повсякденного життя. Одним із приладів у кожному домогосподарстві є посудомийна машина. Вона дозволяє суттєво зекономити час, ресурси та зусилля, які витрачаються на ручне миття посуду, що актуально в умовах зростання темпів життя та потреб у раціональному використанні води та електроенергії.

З огляду на зростаючий попит на енергоощадні, компактні та багатофункціональні побутові прилади, розробка нових моделей посудомийних машин набуває особливої актуальності. Сучасні тенденції на ринку демонструють, що споживачі дедалі більше орієнтуються не лише на функціональність техніки, а й на її здатність оптимізувати витрати ресурсів - як енергетичних, так і водних. Це зумовлює необхідність впровадження інноваційних технологій, які дозволяють досягати високої ефективності миття навіть за умов зменшеного споживання електроенергії та води.

Компактність посудомийних машин також стала фактором для мешканців невеликих квартир або квартир-студій, де кожен сантиметр простору має значення. У цьому контексті проектування техніки з продуманою ергономікою відіграє роль: зручне розміщення кошиків, гнучкість налаштування внутрішнього простору, інтуїтивно зрозумілий інтерфейс - усе це формує позитивний користувацький досвід.

До того ж, в умовах посиленої уваги до екологічності, споживачі прагнуть обирати техніку, що виготовляється з перероблених матеріалів, має тривалий строк служби та дозволяє знизити викиди парникових газів. Удосконалені моделі повинні відповідати екологічним стандартам і сертифікаціям, що гарантують їхню безпеку як для користувача, так і для довкілля. Такий пристрій має не лише ефективно виконувати свою основну функцію - миття посуду, - але й забезпечувати комфорт, надійність,

Таким чином, посудомийні машини перетворюються на повноцінну частину розумного дому, поєднуючи високу продуктивність, енергоефективність і комфорт в експлуатації [9]. В таблиці 1.1 бачимо поступові етапи розвитку посудомийних машин.

Таблиця 1.1 - Етапи розвитку посудомийних машин

Рік	Винахідник / Компанія	Тип розробки	Характеристика
1850	Джоел Гоутон (США)	Перша ручна посудомийна машина	Дерев'яна конструкція з ручним приводом.
1886	Джозефіна Кокрейн (США)	Перша ефективна механічна модель	Використання водяного тиску для миття посуду.
1924	Удосконалена модель	Посудомийка з вбудованим насосом	Початок автоматизації процесу миття.
1940-1950	GE, Hotpoint	Побутові моделі	Встановлення в кухнях, електропривод.
1970-1980	Bosch, Miele	Компактні побутові машини	Поява енергозберігаючих функцій.
1990-2000	Siemens, Whirlpool	Цифрові моделі	Введення електронного керування, сенсорів.
2010-2020	LG, Samsung	Інтелектуальні системи	Smart-функції, Wi-Fi, економія ресурсів, тиха робота.

Таким чином, розвиток посудомийних машин є прикладом поступового удосконалення побутової техніки відповідно до потреб суспільства. Зі зміною стилю життя, технологічним прогресом і зростаючими вимогами до екологічності, даний пристрій зазнав численних конструктивних і функціо-

За типом установки посудомийні машини також поділяються на кілька категорій, кожна з яких має свої особливості, переваги та сферу застосування.

Вбудовані посудомийні машини - це моделі, які повністю інтегруються у кухонний гарнітур. Зовні вони майже непомітні, оскільки закриваються фасадом меблів, що створює єдину стилістичну композицію кухні. Такий варіант є ідеальним для сучасних інтер'єрів, де значення має естетика та компактність. До того ж, вбудовані машини сприяють раціональному використанню простору, що актуально для невеликих приміщень.

Частково вбудовані посудомийки поєднують у собі функціональність і доступність елементів керування. Вони також монтуються в кухонну шафу, однак їхня передня панель залишається відкритою. Це забезпечує зручний доступ до кнопок та дисплея, не порушуючи при цьому загальної гармонії інтер'єру. Такий тип часто обирають користувачі, яким необхідно бачити процес роботи машини або оперативно реагувати на її сигнали[8].

Окремо стоячі моделі не потребують спеціального монтажу чи інтеграції в меблі. Їх можна розташувати в будь-якому місці, де є доступ до водопостачання, каналізації та електроживлення. Це надає гнучкість у плануванні кухонного простору, а також дозволяє легко переміщувати пристрій у разі переїзду або змін в інтер'єрі. Окремо стоячі машини зручні для тих, хто не планує капітального ремонту чи заміни меблів, але хоче мати сучасну побутову техніку.

Посудомийні машини також класифікуються за розмірами та місткістю, що визначає їхню ефективність залежно від потреб користувача та доступного простору.

Повнорозмірні посудомийні машини мають ширину близько 60 см і здатні вміщувати до 14 комплектів посуду. Це стандартні моделі, які підходять для великих сімей або закладів харчування з високими обсягами посуду. Вони забезпечують високу продуктивність і зручність для щоденного

обробляється в різних зонах, що дозволяє обробляти велику кількість предметів за короткий час. Такий тип машин є ідеальним для великих підприємств або установ, де потік посуду є постійним і великим, а час обробки має велике значення для ефективної роботи кухні.

Усі машини безперервної дії можна поділити на дві групи:

1. конвеєрні машини, у яких посуд укладається безпосередньо на стрічку транспортера;

2. касетні машини, в яких посуд спочатку складається в спеціальну касету, а потім ставиться в посудомийку.

У посудомийних машинах першої групи використовується спеціалізована конвеєрна стрічка з пальчиковими затискачами, які утримують тарілки під час їхнього переміщення в машині. Така конструкція забезпечує кращий доступ води до поверхні посуду, адже завдяки відкритому розміщенню та поступальному руху тарілки протягом усього процесу миття омиваються інтенсивніше й ретельніше, ніж у випадку, коли вони просто укладені в касети. Проте конструкція пальчикових машин передбачає лише лінійне встановлення, що обмежує їхнє використання у приміщеннях зі складною або нестандартною планувальною геометрією [3].

Посудомийні машини другої групи вирізняються компактними габаритами та гнучкістю розміщення, зокрема можливістю організації кутового планування. Завдяки такому рішенню зона завантаження та вивантаження може бути зігнута під кутом, що дозволяє ефективно використовувати простір, в умовах обмеженої площі. Це значно спрощує процес обслуговування: одна людина може виконувати як завантаження касет у машину, так і їхнє вивантаження. У цих моделях використовується гладка конвеєрна стрічка, призначена для транспортування касет із посудом.

Варто зазначити, що незалежно від типу машини - пальчикової чи касетної - для миття столових приладів необхідне використання спеціальних касет із сітчастими вставками, які фіксують ложки, виделки, ножі та інші

змогу адаптувати посудомийну лінію до особливостей конкретного виробничого приміщення. Такий підхід робить Winterhalter не просто виробником техніки, а надійним партнером для бізнесу, що прагне до високих стандартів гігієни та ефективності [11].

Новітні тунельні посудомийні машини серії MT від компанії *Winterhalter* представляють собою високотехнологічне рішення в галузі професійного миття посуду. Ці моделі поєднують у собі найсучасніші розробки, гнучкість налаштування та адаптацію до будь-яких умов експлуатації.

Залежно від потреб замовника, моделі серії MT можуть бути виготовлені у двох конфігураціях [11]:

- MTR - із касетним транспортуванням,
- MTF - з безпосереднім укладанням посуду на пальчикову стрічку.

Таке розмаїття варіантів у поєднанні з модульною конструкцією дозволяє адаптувати машини до виробничого простору, вимог і навантаження конкретного підприємства. В залежності від конфігурації, продуктивність таких машин може сягати від 1400 до 6200 тарілок на годину, що робить їх оптимальними як для невеликих ресторанів, так і для великих їдалень або кейтерингових компаній.

Окремої уваги заслуговують посудомийні машини серії *Compact*, що вражають своєю компактністю при високій продуктивності. В асортименті представлено чотири моделі – RTC 90, RTC 140, RTC 180 та RTC 220, – кожна з яких орієнтована на підприємства з різними обсягами миття та площею виробничих приміщень.

Найменша модель, RTC 90, має розміри 1173×884×1771 мм і продуктивність до 1620 тарілок на годину. Це ідеальний варіант для невеликих закладів із обмеженим простором, враховуючи можливість кутового розміщення. Далі йде RTC 140 з потужністю 2520 тарілок/год і габаритами

Посудомийні машини також відрізняються за типом керування, що визначає зручність використання та можливості налаштування процесу миття.

Механічне керування передбачає використання традиційних поворотних перемикачів і кнопок для вибору режимів роботи машини. Це дуже простий і надійний спосіб керування, який не потребує складних налаштувань або навчання. Механічні панелі зазвичай знаходяться в бюджетних моделях або у тих, де користувачам потрібна простота та безпосередній доступ до основних функцій без зайвих технологічних додатків.

Електронне керування передбачає наявність дисплеїв, сенсорних панелей та можливість програмування режимів миття. Це дозволяє користувачам налаштовувати машину на різні програми, що можуть включати зміни температури, тривалості циклу, додаткових етапів миття або сушіння. Електронні моделі зручні тим, що дозволяють точніше контролювати процес миття посуду і забезпечують високу гнучкість у використанні.

Інтелектуальне (Smart) керування - це найсучасніший тип, який використовує технології Wi-Fi або Bluetooth для віддаленого керування через мобільні додатки. Це дозволяє користувачам запускати, зупиняти або контролювати процес миття з будь-якої точки за допомогою смартфона або планшета. Більш того, такі моделі можуть інтегруватися в систему "розумного дому", що дозволяє автоматично оптимізувати роботу машини в залежності від інших пристроїв або зовнішніх умов. Цей тип керування зручний для тих, хто хоче отримати максимальний контроль і зручність у використанні техніки.

1.3. Огляд сучасного обладнання та технологій миття посуду

У сучасному світі миття посуду вже давно перестало бути виключно ручною справою. Інноваційні технології, розроблені для посудомийних ма-

шин, не лише забезпечують високу якість очищення, а й мінімізують споживання ресурсів - води, електроенергії, миючих засобів. Сучасне обладнання постійно вдосконалюється, орієнтуючись на екологічність, ефективність і комфорт користувача. З огляду на це, доцільно провести огляд провідних моделей посудомийних машин та основних технологій, які застосовуються в них на поточному етапі розвитку [14]. В таблиці 1.2 можна побачити огляд сучасних моделей посудомийок, а саме їх моделі, типи, ключові технології та інше.

Таблиця 1.2 - Огляд сучасних моделей

Мо-дель/Бренд	Тип/Клас	Ключові технології	Енергоспоживання	Місткість
Bosch Serie 6	Вбудована, побутова	Zeolith Drying, EcoSilence Drive, AquaSensor	A++	13 комплектів
Miele G 7000	Вбудована преміум	AutoDos з PowerDisk, AutoStart, WiFiConn@ct	A+++	14 комплектів
LG QuadWash	Окремо стояча	QuadWash (4 розбризкувачі), TrueSteam, SmartThinQ	A++	14 комплектів
Electrolux ESF9552LOW	Компактна	AirDry, AutoFlex, відкладений старт	A+	9 комплектів
Hobart Profi AMX	Купольна, професійна	Smart Control, VAPOSTOP, високошвидкісний ЦИКЛ МИТТЯ	-	60+ коштів/год

Іншою інновацією є система EcoSilence Drive, яка забезпечує безшумну роботу двигуна. Це досягається завдяки використанню інверторного типу керування, який мінімізує рівень шуму при роботі машини. Така особливість актуальна для квартир з відкритими кухнями, де рівень шуму є фактором для комфорту мешканців. Використання цих технологій дозволяє значно підвищити ефективність, комфорт і енергоефективність роботи посудомийних машин.

Компанія Miele впровадила інноваційну систему AutoDos, яка використовує спеціальні диски PowerDisk для автоматичного дозування миючого засобу. Ця система дозволяє досягти максимальної точності в дозуванні миючого засобу, що забезпечує ефективне миття при мінімальних витратах ресурсів. AutoDos працює в поєднанні з функцією AutoStart, яка дає можливість повністю автоматизувати процес миття відповідно до заданого розкладу користувача. Це означає, що посудомийна машина може працювати в автоматичному режимі, самостійно визначаючи потребу в миючому засобі та час запуску [14].

Також, інтеграція через WiFiConn@ct дозволяє користувачам запускати цикл миття дистанційно через смартфон або інші мобільні пристрої. До того ж, система дозволяє відстежувати стан машини в реальному часі, що дає можливість контролювати роботу пристрою навіть у разі відсутності вдома. Це значно підвищує зручність використання, для зайнятих користувачів, які хочуть оптимізувати свій час та зусилля.

Інженери LG розробили інноваційну концепцію миття QuadWash, яка використовує чотири розбризкувачі, що обертаються в різних площинах. Це дозволяє досягти ретельного очищення навіть складно розміщеного посуду, забезпечуючи рівномірний розподіл води по всіх поверхнях. Така система значно підвищує ефективність миття, оскільки кожен розприскувач працює з різними кутами нахилу, що дозволяє досягти оптимальних результатів



Рис.1.2.Miele G 7960 SCVi AutoDos [27]

На Рис.1.3 представлена посудомийна машина Samsung DW60M9550BB , що пропонує унікальну технологію WaterWall, де замість традиційних коромисел використовується суцільна водяна стіна, що рухається знизу вгору, забезпечуючи більш рівномірне та ефективне миття.



Рис.1.3.Samsung DW60M9550BB [28]

Машина оснащена системою Zone Booster для інтенсивного миття сильно забруднених предметів та інноваційною сушкою StormWash, яка поєднує потужні водяні струмені з оптимальною температурою.



Рис.1.4. Electrolux ESF9500LOX [29]

На Рис.1.4 представлена посудомийна машинка Electrolux ESF9500LOX, вона відрізняється технологією SatelliteSpray з подвійними коромислами, що обертаються в різних напрямках, створюючи тривимірне покриття водяними струменями. Це забезпечує ідеальне миття навіть у важкодоступних місцях. Модель також оснащена системою AirDry, яка автоматично відкриває дверцята наприкінці циклу для природного висушування посуду.



сифікацій дозволяє задовольнити потреби як побутових користувачів, так і професійних кухонь. Завдяки інноваціям, сучасні посудомийні машини не лише ефективно миють посуд, а й мінімізують споживання ресурсів, забезпечують зручність, гігієнічність і надійність у щоденному використанні.

2. РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПОСУДОМИЙНОЇ МАШИНИ

2.1 Обґрунтування необхідності розробки посудомийної машини

На основі огляду та аналізу літературних джерел найбільш розповсюджений водонагрівний спосіб миття, як ефективний і перспективний. Перевагами даного способу є конструктивна простота забезпечення, економічність, універсальність, та можливість автоматизації.

Для раціонального використання об'єму миючої камери в конструкції передбачено дві висувні корзини для посуду, розташовані одна над одною. Форма і розташування елементів машини вибрані в залежності з потребами естетики. Для забезпечення високої якості миття машина оснащена двома розпилувачами. Можливість підключення машини до мережі гарячого і холодного водопостачання дозволить зберегти сумарний час на миття і зменшить використання електроенергії на нагрівання води.

					БРМА 25.00.00.000 ПЗ	Лист
Зм.	Акв.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Опис конструкцій і технічних характеристик елементів розробленої посудомийної машини

Технічна характеристика посудомийної машини

Призначення – для миття кухонного посуду, комплект на 8 персон, технічна характеристики наведена у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика розробленої посудомийної машини

Параметр	Значення
Тип установки	Вбудована
Живлення від електромережі	Напруга (220±20)В, частота (50±0,5)Гц
Температура нагріву води	t=85 °С.
Потужність електричного нагрівача ТЭНу	P=1,7 кВт.
Клас енергоефективності	A++
Споживання електроенергії за цикл	0,85 кВт·год
Споживання води за цикл	9 літрів
Кількість програм миття	6
Ємність	8 комплектів посуду
Матеріал внутрішньої камери	Нержавіюча сталь товщиною: $\sigma_1=0,8 \cdot 10^{-3}$ м.
Теплова ізоляція миючої камери	Базальтовий картон товщиною $\sigma_2=5 \cdot 10^{-3}$ м.
Габарити машини не більше	1200x505x520.
Рівень шуму	44 дБ
Дисплей	Сенсорний LCD

Конструкція посудомийної машини

Конструкція посудомийної машини з герметичною мийною камерою з двома рівнями для розміщення посуду дозволяє забезпечити миття посуду одночасно на двох рівнях. Кожен рівень дозволяє оптимально розміщувати різні предмети, забезпечуючи їх максимальне покриття водою та мийними засобами.

Усі елементи мають чітко визначені функції, взаємопов'язані між собою через електричну та гідравлічну системи [17].

У таблиці 2.2 наведено основні конструктивні компоненти пристрою з характеристикою їх призначення.

Таблиця 2.2 – Основні конструктивні елементи посудомийної машини

Компонент	Призначення
Корпус	Загальний об'єм, захищає внутрішні елементи та забезпечує цілісність конструкції
Мийна камера	Основний внутрішній об'єм для розміщення посуду під час миття
Розприскувачі води	Забезпечують розподіл води по всій поверхні посуду
Система фільтрації	Очищає воду від залишків їжі та бруду
Нагрівальний елемент	Нагріває воду до необхідної температури
Циркуляційний насос	Забезпечує циркуляцію води в системі миття
Ємність для мийного засобу	Подає мийну речовину в потрібний момент циклу
Система сушки	Видаляє вологу з посуду після завершення миття
Шумопоглинальна ізоляція	Зменшує рівень шуму при роботі машини

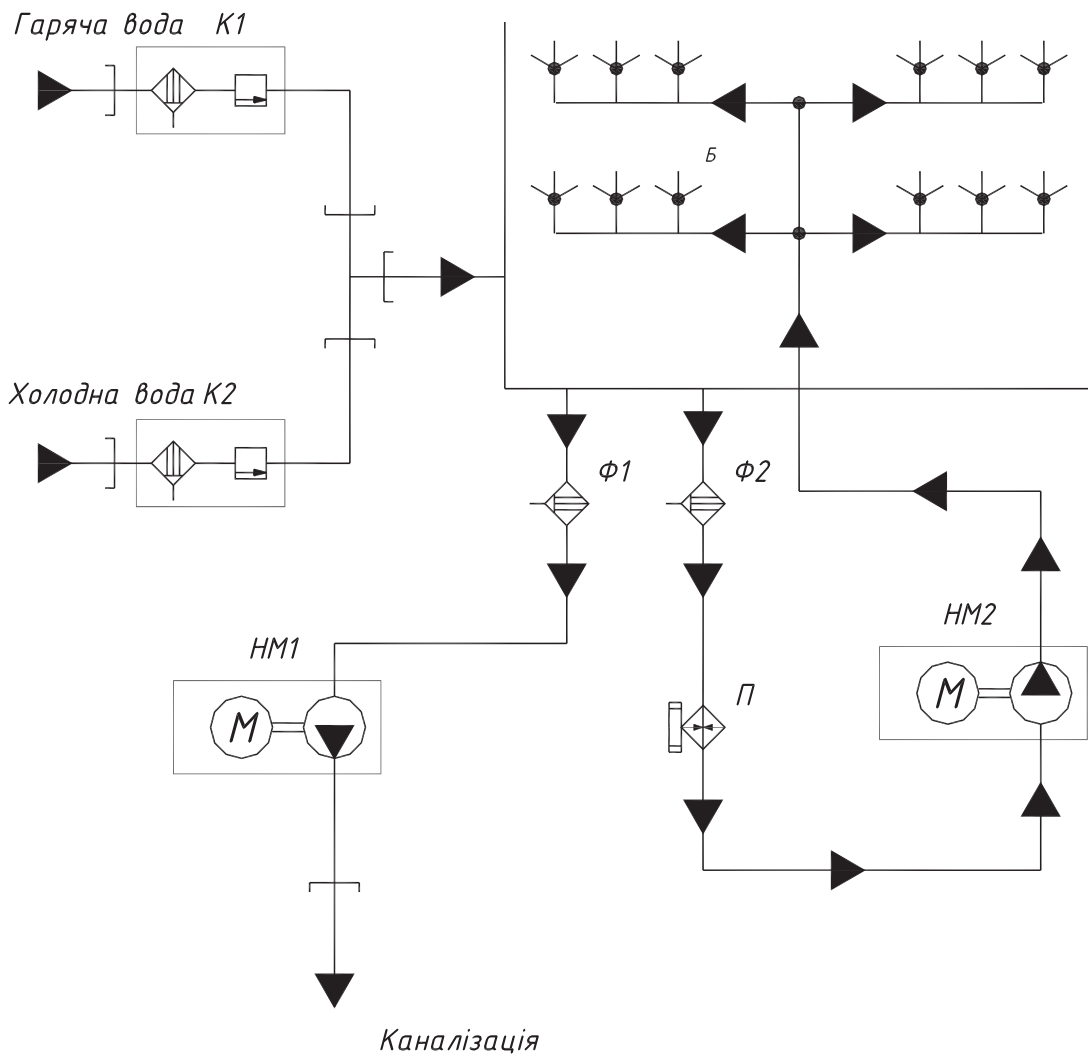


Рисунок 2.1 - Гідравлічна схема посудомийної машини

Використана система датчиків значно покращує автоматизацію процесу. Вона контролює параметри, такі як температура води, рівень мийного засобу та ступінь забруднення води. Це дозволяє машині автоматично регулювати режим миття, наприклад, збільшувати температуру води або дозувати кількість мийного засобу залежно від рівня забруднення посуду. Така система гарантує оптимальні умови миття, знижуючи споживання енергії та мийних засобів, а також підвищуючи ефективність роботи машини.

Розприскувачі, що встановлені в верхній та нижній частинах камери, здійснюють подачу води під високим тиском, створеним циркуляційним насосом. Це дозволяє значно покращити ефективність процесу миття, забезпечуючи потужну і рівномірну подачу води на всю поверхню посуду.

Спеціальні форсунки, через які подається вода, сприяють її рівномірному розбризкуванню під різними кутами. Такий підхід дозволяє забезпечити глибоке і ретельне очищення навіть у важкодоступних місцях, таких як краї тарілок або внутрішні частини чашок. Це підвищує ефективність миття, дозволяючи досягти високих результатів при менших витратах води та енергії [17].

Система фільтрації в посудомийній машині є компонентом, що забезпечує ефективне очищення води та захист від засмічення. Вона складається з грубого та тонкого фільтрів, що дозволяють вловлювати залишки їжі та інші частки, які можуть потрапити в воду під час миття посуду. Це не тільки покращує якість миття, але й запобігає засміченню частин машини, таких як насос та форсунки.

Нагрівальний елемент, що працює в автоматичному режимі, підтримує стабільну температуру води відповідно до налаштувань обраної програми миття. Це дозволяє досягати оптимальних умов для ефективного миття посуду, де правильна температура води є необхідною для розчинення мийних засобів і ефективного усунення забруднень.

Для забезпечення чистоти та гігієни внутрішньої частини мийної камери використовується цикл ополіскування гарячою водою. Цей процес допомагає видалити залишки мийних засобів та забруднень, що можуть залишитися після миття, забезпечуючи не тільки чистоту посуду, але й підтримку ідеальних санітарних умов всередині машини.

Керування всіма процесами в посудомийній машині здійснюється через електронну панель, яка оснащена мікропроцесорним блоком. Цей блок контролює різні етапи миття, сушіння та завершення циклу, автоматично регулюючи параметри в залежності від вибраної програми. Це забезпечує точний контроль над процесом і дозволяє оптимізувати використання ресурсів, таких як вода, енергія та мийні засоби.

працює синхронізовано, що дозволяє досягти високої ефективності миття при мінімальних витратах води та енергії.

Протягом циклу роботи посудомийної машини модуль керування координує усі етапи, активуючи відповідні процеси в залежності від фази циклу. Після завершення основного миття, система може активувати різні функції:

- Ополіскування - для видалення залишків мийного засобу з посуду.
- Злив води - для очищення мийної камери перед наступним етапом.
- Подача мийного засобу - у разі необхідності, коли система визначає, що потрібно додатково очистити посуд.

Після основного етапу миття вода зливається, і система переходить до режиму ополіскування, що необхідно для видалення залишків мийного засобу та забруднень. Після цього включається режим сушки. Вентилятори та теплообмінники працюють синхронно, забезпечуючи швидке та ефективно видалення вологи, що дозволяє посуду висохнути без утворення крапель води [19].

Протягом усього циклу система постійно відстежує параметри, такі як температура, тиск, рівень води, та стан дверцят. Це забезпечує стабільну роботу машини та дозволяє вчасно виявити несправності. У разі виявлення помилок система автоматично сигналізує про них, що дозволяє користувачеві вчасно вжити заходів для усунення проблем.

Завдяки надійній та логічно побудованій електричній схемі, посудомийна машина функціонує стабільно та ефективно, забезпечуючи високий рівень точності на кожному етапі циклу. Система автоматично координує роботу всіх компонентів, що включає керування водою, теплом, циркуляцією та сушінням. Це дозволяє виконувати усі етапи з максимальним використанням ресурсів і мінімальними втратами енергії та води, що значно знижує витрати.

Кожен етап циклу виконується з високою точністю і ефективністю, що не тільки забезпечує відмінну якість миття посуду, але й підвищує довговічність самого пристрою. Всі системи працюють у синхронізації, що гарантує безперебійне функціонування машини і стабільні результати миття. В результаті цього користувач отримує відмінний результат миття з мінімальним втручанням, що робить процес експлуатації простим і зручним.

2.4 Особливості експлуатації й ремонту посудомийної машини

Посудомийні машини, як і будь-яка побутова техніка, можуть зазнавати несправностей в процесі експлуатації. Аналіз типових поломок є етапом розробки надійної конструкції, оскільки він дозволяє передбачити можливі проблеми та запобігти їх виникненню. Визначення основних несправностей дає змогу оптимізувати конструкцію та забезпечити простоту технічного обслуговування [16].

Наприклад якщо звук при роботі машини неприродний (стукіт, дренчання), то це швидше за все пояснюється неправильним розташуванням посуду.

За існуючими можливими ушкодженнями посудомийних машин проаналізовано можливі причини, та розроблено способи усунення пошкоджень, що наведено в таблиці 2.4.

Розглянемо деякі з поширених несправностей детальніше.

Відсутність подачі води в посудомийну машину може бути зумовлена кількома причинами, які безпосередньо впливають на функціональність пристрою [16].

Однією з основних причин є засмічення водопровідного фільтра. Вода, що надходить із водопроводу, може містити різноманітні домішки, такі як пісок, бруд або накип, що з часом накопичуються на фільтрі. Це обмежує

потік води і може призвести до того, що машина не отримає необхідної кількості води для виконання циклу миття.

Таблиця 2.4 - Несправності в посудомийних машинах і способи їх усунення.

Несправність	Можлива причина	Спосіб усунення
Машина не працює при підключенні в мережу та при включенні програми	<ol style="list-style-type: none"> 1. Не закриті двері миючої камери. 2. Ушкоджено вилку, розетку або сполучний шнур. 3. Понизилася напруга в мережі. 	<p>Щільно прикрити двері камери.</p> <p>Перевірити справність вилки, розетки й шнура, усунути пошкодження.</p> <p>Перевірити напругу в мережі.</p>
Знизилася якість миття і сушіння	<ol style="list-style-type: none"> 1. Засмічено фільтр. 2. Немає герметичності з'єднань. 3. Немає миючого або споліскуючого засобу 	<p>Очистити фільтр.</p> <p>Перевірити герметичність.</p> <p>Перевірити наявність засобу.</p>
Неповний злив води	Засмічений фільтр.	Очистити фільтр.
Машина пропускає воду	Порушена герметичність з'єднань патрубків.	Перевірити кріплення патрубків, підтягти хомути кріплень.
Машина не включається або не проходить технологічний цикл	Несправна електронна система.	<p>Замінити електронну систему.</p> <p>Перевірити контакти.</p>

мийний засіб не працює на повну потужність, і це знижує ефективність очищення. Низька температура води також може призвести до того, що жир або інші забруднення не змиваються належним чином.

Ще одним фактором, що може вплинути на якість миття, є використання недостатньої кількості мийного засобу. Якщо кількість миючого засобу, що подається в машину, занадто мала або засіб не розчиняється повністю, процес миття може бути неповноцінним. Мало того, це також може призвести до утворення мильних залишків на посуді або в середині машини.

Для досягнення оптимального результату миття необхідно регулярно перевіряти стан розпилювачів, забезпечувати належну температуру води та правильно дозувати мийні засоби.

Шум при роботі посудомийної машини є досить поширеною проблемою, і його часто спричиняють декілька факторів, що можуть бути пов'язані з неправильним встановленням компонентів або їх засміченням. Неправильне встановлення частин машини може призвести до того, що вони будуть тертися одна об одну або з іншими частинами машини, що створює додатковий шум. Це може бути наслідком неякісного монтажу або використання несумісних деталей [12].

Засмічення певних частин машини, таких як насоси чи фільтри, також може сприяти виникненню шуму. Наприклад, якщо насос забитий дрібними частинками їжі чи іншими залишками, його робота стає менш ефективною, а рухливі частини можуть створювати зайвий шум. Те ж саме стосується і вентиляторів - якщо вони забиті пилом або іншими частками, вони не можуть працювати належним чином, що призводить до додаткового шуму [13].

Особливу увагу слід приділити стану підшипників насоса або вентилятора. Підшипники - це елементи, які допомагають рухатися обертовим частинам, забезпечуючи їх гладкий хід. З часом підшипники можуть зношуватися, що призводить до збільшення тертя та шуму при роботі машини.

Вийшовши з ладу, підшипники можуть не тільки викликати додатковий шум, але й призвести до серйозніших механічних пошкоджень, таких як злом обертових частин або їх блокування.

У таких випадках необхідно звернути увагу на регулярне технічне обслуговування, що включає очищення та перевірку усіх рухомих частин, а також заміну зношених підшипників, щоб запобігти виникненню шуму і зберегти ефективність роботи посудомийної машини.

Типові несправності посудомийних машин найчастіше виникають через несправності в основних механізмах (система подачі води, нагрівальна система, насосна система) або через засмічення та знос компонентів. Регулярне обслуговування та чистка, зокрема фільтрів і розпилювачів, може значно знизити ймовірність виникнення цих поломок. До того ж, необхідно враховувати наявність автоматичних систем діагностики, які можуть допомогти вчасно виявити проблему і знизити ймовірність серйозних поломок у майбутньому.

Методи діагностики і профілактики (Табл. 2.5).

Діагностика несправностей та профілактика їх виникнення є етапами в забезпеченні надійної та довготривалої експлуатації посудомийної машини. Використання відповідних методів дозволяє своєчасно виявити та усунути потенційні поломки, а також значно знизити ймовірність серйозних дефектів у майбутньому. Оцінка стану компонентів машини та своєчасне обслуговування зменшують потребу в дорогому ремонті та продовжують термін служби пристрою [12].

Забезпечення техніки безпеки при роботі з машиною (Табл. 2.6).

Правильне обслуговування посудомийної машини та дотримання основних вимог техніки безпеки є умовами для забезпечення безпеки користувачів та продовження строку служби техніки. Посудомийні машини працюють з водою та електрикою, тому належне обслуговування та дотри-

мання рекомендацій щодо експлуатації допомагають уникнути нещасних випадків та поломок.

Таблиця 2.5 - Методи діагностики та профілактики несправностей

Несправність	Методи діагностики	Методи профілактики
Відсутність подачі води	- Перевірка фільтрів та клапанів	- Регулярне очищення фільтрів
	-Тестування електромагнітного клапана	- Перевірка тиску води в мережі
Не працює система нагріву води	- Тестування тена та термостата	- Регулярне очищення тена від накипу
	- Перевірка електронної схеми	- Використання м'якшої води для зменшення утворення накипу
Не вмикається насос	- Перевірка насоса на предмет блокування або зношення	- Перевірка чистоти водяних шлангів та трубок
	- Перевірка роботи реле та електричних з'єднань	- Очищення насосної системи від забруднень
Погане миття посуду	- Перевірка роботи розпилювачів води	- Регулярне очищення форсунок розпилювачів води
	- Перевірка температури води	-Використання відповідних мийних засобів
Шум при роботі машини	- Перевірка наявності механічних пошкоджень підшипників	- Перевірка рівності встановлення елементів та очищення вентилятора

Дотримання правил електробезпеки під час обслуговування посудомийної машини є основною умовою для запобігання нещасним випадкам та забезпечення безпечної експлуатації пристрою.

Таблиця 2.6 - Основні правила техніки безпеки та обслуговування

Аспект	Правила техніки безпеки	Рекомендації з обслуговування
Електробезпека	- Перед обслуговуванням вимикати машину від мережі	- Регулярно перевіряти шнури та розетки на наявність пошкоджень
	- Перевіряти справність заземлення	- Очищати розетки та перевіряти на наявність корозії
Водяна безпека	- Уникати контакту з водою під час роботи з електричними компонентами	- Перевіряти шланги на наявність тріщин чи протікань
Обслуговування фільтрів та шлангів	- При очищенні фільтрів використовувати спеціальне обладнання	- Регулярно очищати фільтри від бруду та накипу
Захист від механічних пошкоджень	- Уникати пошкоджень шлангів та трубок при перевезенні	- Перевіряти підшипники та механічні частини на знос
Загальні правила експлуатації	- Не перевантажувати машину	- Використовувати мийні засоби згідно з інструкцією
	- Уникати попадання сторонніх предметів у робочі частини	- Регулярно проводити технічне обслуговування машини
	- Проводити технічне обслуговування тільки кваліфікованим персоналом	- Проводити перевірки температури води та її тиску

машини. Регулярне технічне обслуговування насосів включає перевірку їх роботи, очищення від забруднень та перевірку герметичності.

Інші рухомі частини також потребують уваги, оскільки з часом вони можуть піддаватися зносу. Це може стосуватися різних елементів, таких як розпилювачі, вентилятори або дверцята. Їх регулярна перевірка та своєчасне технічне обслуговування допомагають уникнути несправностей та зберегти ефективність роботи пристрою.

Своєчасне технічне обслуговування дозволяє уникнути дорогих ремонтів, що можуть бути необхідні у разі серйозних поломок. Регулярна перевірка та заміна зношених частин не тільки подовжує термін служби посудомийної машини, але й забезпечує її стабільну та ефективну роботу, що, в свою чергу, економить час і гроші користувачів.

Використання мийних засобів відповідно до рекомендацій виробника є аспектом для забезпечення належної роботи посудомийної машини та продовження її терміну служби. Рекомендується використовувати лише ті мийні засоби, які зазначені в інструкції до пристрою, оскільки вони були спеціально підібрані для оптимальної взаємодії з компонентами машини.

Неправильний вибір мийних засобів може призвести до низки проблем.

Використання несертифікованих або низькоякісних мийних засобів може призвести до утворення накипу, забруднення водопроводних систем і внутрішніх трубок, що знижує ефективність роботи машини та збільшує витрати на ремонт або заміну компонентів. Збереження правильного балансу між якістю мийного засобу та потребами машини допомагає уникнути таких додаткових витрат, забезпечуючи довгий термін служби пристрою та економічну вигідність у довгостроковій перспективі.

Дотримання правил техніки безпеки та регулярне обслуговування посудомийної машини є необхідними умовами для забезпечення безпеки користувачів та безперебійної роботи пристрою. Забезпечення належного ста-

3. РОЗРАХУНКИ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ПОСУДОМИЙНОЇ МАШИНИ

3.1. Розрахунок системи нагріву води та споживаної енергії

Однією з функціональних частин посудомийної машини є система нагріву води, яка забезпечує досягнення необхідної температури для ефективного видалення забруднень. Розрахунок теплової потужності нагрівача та споживаної електроенергії є етапом проектування енергоспоживаючих компонентів пристрою, що впливають як на продуктивність, так і на економічність експлуатації.

Для розрахунку кількості теплоти, необхідної для нагріву певної маси води, використовується формула 3.1:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta t \quad (1)$$

де:

- Q - кількість теплоти, Дж;
- c - питома теплоємність води, 4200 Дж/(кг·°C);
- m - маса води, кг;
- Δt - різниця температур, °C.

Для одного циклу миття використовується близько 9 літрів води, що відповідає 9 кг за щільністю води. Температура води з водопроводу становить приблизно 15 °C, а максимальна температура нагріву - 65 °C, отже, $\Delta t = 65 - 15 = 50$ °C

Підставимо значення у формулу 3.1:

$$Q = 4200 \cdot 9 \cdot 50 = 1\,890\,000 \text{ Дж}$$

Для визначення споживаної електроенергії переведемо цю кількість теплоти у кіловат-години:

$$W = \frac{Q}{3600 \cdot 1000} = \frac{1\,890\,000}{3\,600\,000} \approx 0,525 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Таким чином, на повний цикл миття при підігріві води до 65 °С витрачається близько 0,525 кВт·год електроенергії лише на нагрів. Враховуючи також енергоспоживання насоса, електроніки та сушіння, загальне споживання електроенергії за цикл становить приблизно 0,85 кВт·год, що узгоджується з технічними характеристиками пристрою.

У результаті розрахунків встановлено, що найбільша частка енергоспоживання припадає саме на нагрів води. Ефективна теплоізоляція мийної камери, попереднє підігрівання або використання теплообмінників дозволяє зменшити ці витрати. Це підкреслює необхідність оптимізації системи нагріву під час проектування сучасних енергоефективних моделей побутової техніки.

3.2. Розрахунок насосної системи та характеристик приводу

Насосна система посудомийної машини відповідає за циркуляцію води у замкнутому контурі між мийною камерою, розпилювачами та фільтраційними елементами. Для забезпечення ефективного розбризкування води та збереження постійного тиску необхідно обґрунтувати вибір типу насоса, визначити необхідну витрату рідини, напір та параметри приводу, що забезпечує обертання робочого колеса.

Розрахунок продуктивності насоса починається з визначення об'єму води, яку потрібно перекачувати за одиницю часу. Відомо, що під час одного миттєвого циклу через систему проходить до 9 літрів води, яка циркулює повторно упродовж 30 хвилин. Визначимо продуктивність насоса:

$$Q = \frac{V}{t} \quad (3.2)$$

(2)

де:

- Q - продуктивність насоса, м³/с;
- V - об'єм води, що перекачується, м³;
- T - час, с.

Прийmemo, що вода циркулює в замкнутому циклі 10 разів за 30 хвилин (тобто приблизно 3 хвилини на цикл). Таким чином, за 3 хвилини насос повинен перекачати 9 л = 0,009 м³ води:

$$Q = \frac{0,009}{180} \approx 5 \cdot 10^{-5} \text{ м/с}$$

Розрахуємо гідравлічний напір, який повинен створити насос для забезпечення розпилення води:

$$H = \frac{p}{\rho g}$$

(3)

де:

- p - тиск, Па (необхідний тиск для роботи розпилювачів - 0,15 МПа = 150 000 Па),
- ρ - густина води (1000 кг/м³),
- g - прискорення вільного падіння (9,81 м/с²).

$$H = \frac{150\,000}{1000 \cdot 9,81} \approx 15,29 \text{ м}$$

Необхідна потужність насоса визначається за формулою:

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta} \quad (4)$$

де η - коефіцієнт корисної дії насоса (прийmemo $\eta=0,6$).

$$P = \frac{1000 \cdot 9,81 \cdot 5 \cdot 10 - 5 \cdot 15,29}{0,6} \approx 12,5 \text{ Вт}$$

З урахуванням пускових навантажень та коливань тиску, доцільно використовувати насос з електроприводом потужністю 20–25 Вт.

Приводом насоса є асинхронний електродвигун з короткозамкненим ротором, що забезпечує достатню надійність, простоту експлуатації та низький рівень шуму. Робоча напруга приводу - 220 В, частота обертання - 2800 об/хв, що забезпечує ефективну подачу води до розпилювачів навіть при змінному навантаженні.

У результаті проведених розрахунків встановлено, що для безперебійної та енергоефективної роботи посудомийної машини доцільно застосовувати насос з продуктивністю близько $5 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3/\text{с}$, напором 15 м та електроприводом потужністю до 25 Вт. Така конфігурація гарантує оптимальне миття без перевитрати енергії та води.

3.3. Аналіз водоспоживання, енергоефективності та продуктивності

У процесі експлуатації посудомийної машини критеріями ефективності (Табл. 3.1) є кількість використаної води, обсяг спожитої електроенергії та здатність пристрою якісно й швидко виконувати повний цикл миття. Розгляд зазначених параметрів дає змогу оцінити доцільність застосування розробленої конструкції у побутових умовах або для малих комерційних об'єктів.

сконструйовані з урахуванням сучасних вимог до енергоефективності: використано асинхронний двигун із низьким споживанням струму, мікропроцесорний блок керування з оптимізованою логікою запуску компонентів, а також датчики, які дозволяють адаптувати тривалість і потужність етапів до конкретного завантаження. Такий підхід забезпечує зниження загального навантаження на електромережу та дозволяє віднести пристрій до класу енергоефективності А або А+, відповідно до діючих нормативів.

Посудомийна машина здатна обслуговувати до 12 комплектів посуду за один цикл миття, що є стандартною продуктивністю для більшості побутових моделей. Кожен комплект включає в себе всі необхідні елементи - тарілки, чашки, столові прилади та інші посудини середнього розміру. Враховуючи можливість виконання до п'яти циклів протягом доби, загальна кількість комплектів, які можна помити за один день, становить до 60. Це забезпечує достатню ефективність для домогосподарств середнього розміру, де зазвичай потреба у митті посуду не перевищує такої кількості, або для малих закладів, які мають низький або середній рівень обслуговування.

Тривалість одного циклу миття варіюється залежно від обраної програми, що дозволяє користувачу адаптувати час миття до конкретних потреб. У більшості випадків, при виборі стандартної програми, цикл триває від півтори до двох годин, що є нормою для сучасної побутової техніки. Така тривалість є оптимальною для забезпечення високої якості миття при мінімальних енергетичних витратах. Це дозволяє досягти балансу між ефективністю очищення посуду та економією часу і енергоресурсів, що є значущим для повсякденного використання.

Розрахункові показники свідчать про високий рівень ресурсощадності та продуктивності розробленої посудомийної машини. Водоспоживання знижено до технологічного мінімуму завдяки замкненому контуру. Споживання електроенергії оптимізоване і відповідає вимогам класу енергоефективності А+. Продуктивність пристрою задовольняє як побутові,

так і невеликі професійні потреби, що робить модель універсальною для широкого кола користувачів.

Висновки до третього розділу

У результаті розрахунків встановлено, що найбільше енергії під час роботи посудомийної машини витрачається на нагрів води — близько 0,525 кВт·год за цикл. Насосна система з продуктивністю $5 \cdot 10^{-5}$ м³/с і напором 15 м забезпечує ефективну циркуляцію води при потужності приводу до 25 Вт. Також, ми підраховали, що посудомийна машина використовує лише 9 літрів води за цикл, що в п'ять разів менше, ніж при ручному митті. Загальне споживання електроенергії становить 0,85 кВт·год, що відповідає класу енергоефективності А+.

										Лист
Зм.	Акв.	№ докум	Підпис	Дата	БРМА 25.00.00.000 ПЗ					

оптимальних результатів була врахована ціла низка факторів, що забезпечують роботу машини при мінімальних витратах ресурсів.

Вибір потужності нагрівального елемента базувався на розрахунках, що забезпечують швидке нагрівання води до необхідної температури (звичай 50–70°C) за мінімальний час, щоб не тільки забезпечити ефективне миття, але й зменшити споживання енергії. Потужність нагріву була оптимізована таким чином, щоб забезпечити швидкість миття посуду без перевитрат енергії на додаткове нагрівання води або втрати тепла.

Продуктивність насосної системи ретельно розрахована для забезпечення стабільного потоку води в межах оптимального тиску, що дозволяє забезпечити рівномірний розподіл води по всьому посуду. Розрахунок враховував різні режими роботи машини, включаючи інтенсивне миття, попереднє промивання та фінальне ополіскування. Головною задачею було досягнення високої ефективності насоса при мінімальних витратах енергії.

Застосування теплообмінників для повторного використання тепла з попередніх циклів дозволяє додатково зменшити витрати енергії. За рахунок цього загальна енергоефективність машини значно вища, ніж у існуючих моделях, що робить її економічно вигідною для споживачів.

Водоспоживання також знижене завдяки використанню спеціальних розпилювачів та регулювання тиску води, що дозволяє досягати ефективного миття з мінімальними витратами води. Програмні алгоритми в машині автоматично адаптують кількість води в залежності від розміру завантаження, що дозволяє заощаджувати ресурс навіть при митті повного завантаження.

Усі ці характеристики дозволяють значно зменшити витрати енергії та води, роблячи нову модель не лише ефективнішою у порівнянні з існуючими аналогами, але й екологічно доцільною. Це дає змогу споживачам скоротити витрати на експлуатацію при одночасному підвищенні якості миття та швидкості процесу.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Хто придумав посудомийну машину ? [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://publish.com.ua/hi-tech/khto-pridumav-posudomijnu-mashinu.html>
2. "Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2137-15>
3. Рекомендовані норми оснащення закладів громадського харчування (Наказ Міністерства економіки та з питань європейської інтеграції України) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0035-03>
4. "Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення" [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2137-15>
5. Конвісер І.О., Бублик Г.А., Паригіна Т.Б., Григор'єв Ю.М. Устаткування закладів ресторанного господарства [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://knute.edu.ua/file/NjY=/c7f1dd6b6e2a653d7a31e8b93f8a2f0e.pdf>
6. Устаткування закладів ресторанного господарства. Опорний конспект лекцій. Бобильова М. Г. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://www.ukroposvita.ua/files/publications/restaurant_equipment_2014.pdf
7. Шаповал С.Л. Устаткування закладів ресторанного господарства (Механічне устаткування) [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://knute.edu.ua/file/NjY=/mechanical_equipment_shapoval_2010.pdf
8. Стале виробництво в галузі побутової техніки // Європейська конференція зі сталого розвитку технологій [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.sustainabletech.eu/proceedings/2023/sustainable-manufacturing-white-goods>

