

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

Удосконалення конструкції пральної машини

Назва теми

Галузь знань 14 «Електрична інженерія»

Шифр, назва

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Шифр, назва

Шифр БРМА 23.00.00.000 ПЗ

Виконав студент 3 курсу
група ЕТс-20-2


Підпис

В.В.Григорук
Ініціали, прізвище

Керівник


Підпис, дата

проф. Білий Л.А.
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер

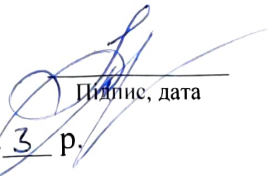

Підпис, дата

С.І. Пундик
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:

Зав. кафедри МАЕЕС

20 06 2023 р.


Підпис, дата

проф. Поліщук О.С.
Ініціали, прізвище

Хмельницький 2023

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

Освітній рівень бакалавр

Галузь знань 14 Електрична інженерія

Шифр і назва

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Шифр і назва

Спеціалізація Енергетичний менеджмент

Освітня програма _____

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАЕЕС

20.06.2023

З А В Д А Н Н Я НА БАКАЛАВРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Григорук Владислав Віталійович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Удосконалення конструкції пральної машини

керівник роботи Білий Леонід Адамович, д.т.н., професор

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

Затверджено наказом ректора університету від 1 03 2023 р. № 5

2. Строк подання студентом роботи на кафедру 20.06.23 р.

3. Вихідні дані до роботи характеристики LED стрічки

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

Вступ. 1 Огляд та аналіз технічної літератури з тематики бакалаврської роботи. 2. Розробка LED підсвітки пральної машини. 3. Розрахунок LED підсвітки пральної машини. Висновки. Перелік джерел посилань.

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

1. Пральні машини (ДО, А1). 2. Удосконалена автоматична пральна машина з LED підсвіткою барабану (ДП1, А1). 3. Блок живлення (Е3, А1). 4. Контролера LED підсвітки (ДП2, А2). 5. LED підсвітка (Е5, А2).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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


7. Дата видачі завдання _____

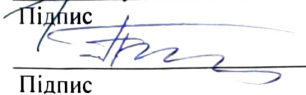
КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Огляд та аналіз технічної літератури		
2. Розробка LED підсвітки пральної машини		
3. Розрахунок LED підсвітки пральної машини		
4. Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу		

Студент

Керівник роботи


Підпис


Підпис

В.В. Григорук

Ініціали, прізвище

Л.А. Білий

Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

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


1. Прізвище, ім'я та по батькові Григорук Владислав Віталійович

2. Тема бакалаврської роботи Удосконалення конструкції пральної машини

3. Прізвище, ініціали, вчена ступінь та звання опонента _____

4. Об'єм бакалаврської роботи: креслень 5 арк., сторінок записки 49

5. Основні розділи розрахунково-пояснювальної записки: _____
1 Огляд та аналіз технічної літератури з тематики бакалаврської роботи. 2. Розробка LED підсвітки пральної машини. 3. Розрахунок LED підсвітки пральної машини.

Підпис студента 

"26" 06 2023 р.

РІШЕННЯ ЕК:

Протокол №4 від "30" 06 2023 р.

Оцінка проекту ЕК добре 4.0/5
Рекомендації ЕК _____

Особливі відмітки _____

Технічний секретар 

"30" 06 2023 р.

ЗМІСТ

стор.

Вступ.....	5
1 Огляд та аналіз технічної літератури з тематики бакалаврської роботи.....	6
1.1 Історичні відомості основних видів пральних машин.....	6
1.2 Класифікація побутового прального обладнання.....	10
1.3 Основні напрямки розвитку і вдосконалення пральних конструкцій.....	19
1.4 Модернізаційні та інноваційні впровадження пральних машин.....	19
Висновки до першого розділу.....	22
2 Розробка LED підсвітки пральної машини.....	23
2.1 Викладення основної ідеї конструкції.....	23
2.2 Конструкція пральної машини з LED підсвіткою барабана.....	25
Висновки до другого розділу.....	33
3 Розрахунок LED підсвітки пральної машини.....	35
3.1 Розрахунок дроселя.....	35
3.2 Енергетичні дослідження світлодіодів та світлодіодної стрічки у пральній машині.....	40
3.3 Схемні рішення блоків живлення для світлодіодних установок.....	43
Висновки до третього розділу.....	45
Висновки.....	46
Перелік джерел посилань.....	48

БРМА 23.00.00.000 ПЗ								
Змн	Арк	№ докум	Підпис	Дата	Удосконалення конструкції пральної машини	Літ.	Арк.	Аркушів
Розроб		Григорук В В						
Перевір		Сімей Л А					4	49
Реценз						ХНУ зр. ЕТс-20-2		
Н. Контр		Пундик С І						
Затверд		Поліщук О С						

ВСТУП

Побутова техніка, особливо пральна машина, є невід'ємною частиною нашого повсякденного життя. Завдяки постійному розвитку технологій і поступовому вдосконаленню цього обладнання ми маємо можливість отримувати якісне прання з мінімальними зусиллями.

Одним з ключових аспектів удосконалення пральної машини є освітлення, яке впливає на зручність використання, естетичність і енергоспоживання агрегату. Звичайні системи освітлення, що використовуються в пральних машинах, страждають від високого енергоспоживання, низької якості освітлення та обмеженого часу роботи.

Проте останніми роками світловипромінювальні діоди (світлодіоди) набули широкої популярності завдяки своїм перевагам, таким як висока енергоефективність, тривалий термін служби, широкий колірний спектр і динамічна керованість. Застосування світлодіодного освітлення в пральних машинах дозволяє значно підвищити якість освітлення, зменшити споживання електроенергії та продовжити термін служби.

Метою даної роботи є розробка світлодіодного освітлення для пральних машин для покращення їх функціональних характеристик та забезпечення більшого комфорту користувача. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні завдання: дослідження сучасних технологій і матеріалів для світлодіодного освітлення, розробка оптимальної системи освітлення пральних машин, розробка прототипів світлодіодного освітлення, проведення експериментальних випробувань та аналіз результатів.

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

1 ОГЛЯД ТА АНАЛІЗ ТЕХНІЧНОЇ ЛІТЕРАТУРИ З ТЕМАТИКИ БАКАЛАВРСЬКОЇ РОБОТИ

1.1 Історичні відомості основних видів пральних машин

У 1851 році Джеймс Кінг у США запатентував першу пральну машину з обертовим барабаном, а до 1857 року було зареєстровано близько 2000 патентів на пральні машини, але не всі ідеї були реалізовані та розвинені.

За деякими даними, цю пральну машину, яка здійснює комбіновану дію струменів пари і води на тканини, винайшов Девід Паркер в США.

Першим кроком у механізації прання в Європі було винайдення ручної пральної машини — дерев'яної ванни з мішалкою, встановленої на підставці і приводеної в дію ручкою.

Від швидкості обертання ручки залежить успіх процесу прання. Прототипом цієї пральної машини є масломашинна, а першим винахідником (рис. 1.1), який перетворив масломашину на пральну машину, був Карл Мілі в Німеччині в 1900 році.

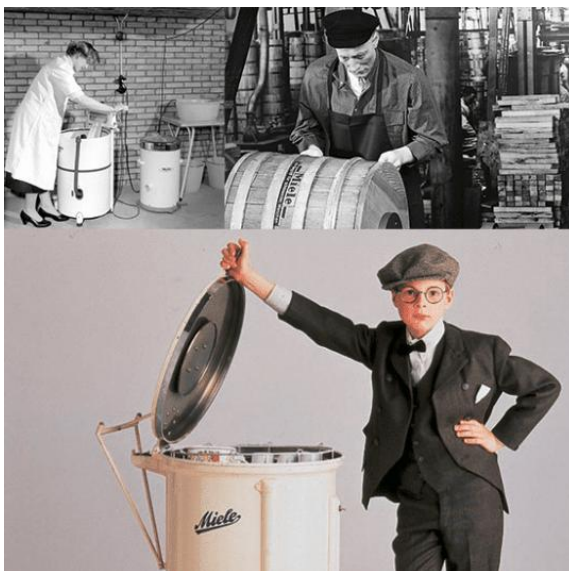


Рисунок 1.1 - Пральні машини Карла Мілі

					БРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

З'єднавши барабан з мотором за допомогою редуктора, можна зняти фізичну працю. Перший електродвигун (рис. 1.2) винайшов у 1906 році Альва Фішер у США.



Рисунок 1.2 - Перша електрична пральна машина Альва Фішера

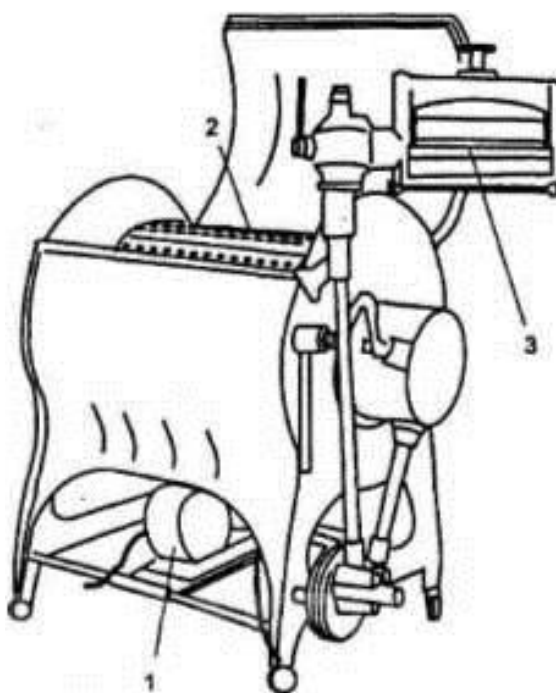


Рисунок 1.3 - Пральна машина Альви Фішера

Як показано на малюнку 1.3. На зображенні зображена пральна машина Alva Fisher, де 1 — двигун, 2 — барабан, а 3 — барабан, що обертається.

					БРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

У 1920 році налічувалося близько 1300 компаній, що виробляли пральні машини різних типів. Деякі з них працюють на бензинових двигунах, а інші використовують газові пальники для нагріву води в баку.

Між 1920 і приблизно 1925 роками були винайдені побутові пральні машини, які більше нагадували меблі, ніж промислові машини. Такі пральні машини встановлюються в спеціальних приміщеннях, гаражах, кухнях або ванних кімнатах, поблизу водопровідних кранів або каналізації.

Основним елементом такої пральної машини є циліндричний бак, розташований на вертикальній осі і закритий. Вода приводиться в рух однією або кількома лопатями, які обертаються в протилежних напрямках і приводяться в дію від електродвигуна.

Електрику також використовували для кип'ятіння води. Цей тип пральної машини отримав назву «пральна машина з активованим вугіллям» і використовується досі.

Ті маленькі пропелери з багатьма лопатями, які обертають багато лопатей і регулюють потік води, називаються «турбінами».

Різниця між барабанним і активаторним типами виникла на етапі їх народження і триває досі. Навіть сьогодні США віддають перевагу активаторному типу (рис. 1.4), а в Європі – роликовому типу (рис. 1.5).

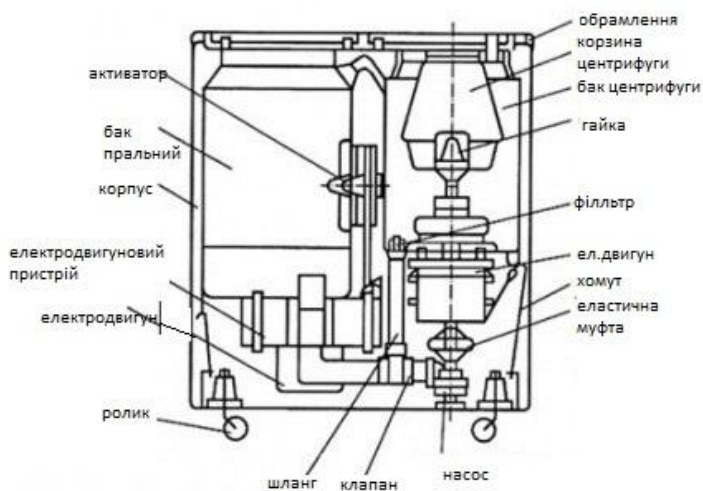
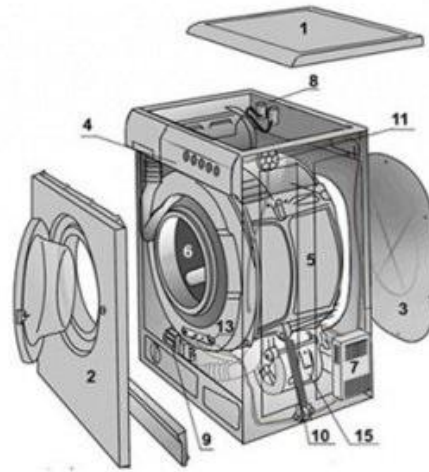


Рисунок 1.4 - Активаторний тип

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9



1. Кришка
2. Передня панель
3. Задня стінка
4. Панель керування
5. Бак
6. Барабан
7. Електричний модуль
8. Впускний клапан
9. Зливний насос
10. Амортизатор
11. Пресостат
12. Ванна для порошку
13. ТЕН
14. Ремінь
15. Ел.двигун

Рисунок 1.5 - Барабанний тип

У першій пральній машині одяг віджимався за допомогою барабана, який був винайдений у 1861 році і став невід'ємною частиною пральних машин на півтора століття. Як відомо, цей пристрій має два ролики, які обертаються в протилежних напрямках і приводяться в рух руками або за допомогою невеликого електродвигуна.

Для посилення обертання використовується відцентрова сила. Білизна поміщається в барабан з отворами в стінці і обертається на високій швидкості. При цьому вода віджимається з тканини і збирається в спеціальний резервуар на машині, звідки зливається вручну.

Ці пральні машини містять два вертикально розташовані барабани, один для прання, а інший для віджиму, так звана центрифуга.

У 1930 році в автомобілях з'явилися перші механічні таймери і зливні насоси з електропаяльниками.

У 1949 році було представлено перше програмне забезпечення для пральних машин (програми друкувались на перфокартках). Перша автоматична пральна машина була створена в США.

У 1951 році в Європі була випущена перша автоматична пральна машина.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БРМА 23.00.00.000 ПЗ

Арк.

10

У 1978 році була винайдена пральна машина з мікропроцесорною системою управління.

У середині 1990-х років були розроблені пральні машини з функціями Fussy Logic, що дозволило застосовувати велику кількість функцій.

На початку 2000-х років пральні машини були інтегровані в квартирні мережі підключеної до Інтернету техніки «розумного дому».

1.2 Класифікація побутового прального обладнання

Побутові пральні машини класифікують за різними ознаками, найважливішими з яких є: функціональне призначення, спосіб прання, номінальне завантаження сушіння білизни, ступінь механізації та автоматизації обробки тканини, тип і розташування стартера, форма і призначення стартера. раковина.

Пральні машини поділяються на кілька категорій за такими ознаками [8]:

1. За типом робочого механізму - активаторні, роликові, ультразвукові.

Активаторні шайби - це шайби, що здійснюють мильні розчини за допомогою міцних армованих пластикових лопатей. Леза даного типу пральної машини являють собою ребра, які нагадують елемент барабанного типу.

Конструкція пральної машини з активатором проста і складається з основних компонентів, таких як таймер, двигун, активатор і жолоб для білизни. Верхня частина пральної машини має відкидну або знімну кришку для завантаження одягу, а в нижній частині розміщені електродвигун і стартер.

Основним елементом машини є активатор - обертовий компонент, що забезпечує циркуляцію води. Активатор зазвичай має форму диска або

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

гвинта і встановлюється на похилому, тобто асиметричному, дні бака або на плоскому, тобто асиметричному, дні бака.

Коли пральна машина починає рух, активатор переміщує білизну в баку за годинниковою стрілкою.

По периферії активатора розташовані спеціальні короткі лопаті, що створюють додатковий потік води, який, завдяки неоднорідному вихровому потоку, рівномірно розподіляє білизну в баку.

Розглянемо принцип роботи цього типу пральної машини:

- Спочатку в бак заливається вода, мийний засіб і білизна;
- Далі вмикаємо таймер і обираємо час прання та віджимання (для моделей із центрифугою);
- Запускається двигун, приводиться в рух активатор і починається процес прання;
- Коли таймер подасть сигнал про закінчення процесу прання, вийміть білизну (її потрібно буде прополоскати вручну в окремій ємності або додати в пральну машину чистої води).

Варто зазначити, що активатори рідко ламаються, але якщо це відбувається, запасні частини легко доступні. У більшості випадків ламається мотор, таймер і пластиковий бак [7].

Барабанні пральні машини - це пристрої, в яких для виконання процесу прання використовуються електронні модулі управління в автоматичному режимі.

У барабанних пральних машинах робочим елементом є порожнистий обертовий барабан, частково занурений у пральний бак, з отворами для надходження води і виступами на внутрішній поверхні. [8]

Головною особливістю пральних машин цього типу є те, що білизна змішується з водою і мийним засобом у великому барабані, що гарантує ефективне прання і видалення забруднень.

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція пральної машини барабанного типу зазвичай включає такі компоненти:

1. Барабан - це центральна частина пральної машини, куди поміщається праний одяг. Барабан зазвичай виготовляється з нержавіючої сталі і має отвори, через які надходить вода.

2. Електродвигун, який приводить у рух барабан. Він обертає барабан під час прання та віджимання. 3.

3. Панель управління - користувальницький інтерфейс, що дає змогу вибирати режим прання, налаштування температури та часу. Панель керування може мати кнопки, сенсорний екран або комбінацію того й іншого.

4. Насос. Забезпечує циркуляцію води в процесі прання і віджимання. Також допомагає злити воду після закінчення циклу прання.

5. Нагрівальний елемент - нагрівальний елемент, який може нагріти воду до обраної температури. Корисний для прання одягу за високих температур і для видалення деяких плям.

6. Датчики для контролю рівня і температури води.

Робочий процес пральної машини барабанного типу включає такі етапи Завантаження білизни в барабан пральної машини. Барабан зазвичай має отвори або щілини, через які надходить вода. Після завантаження білизни особа встановлює необхідні параметри для прання, такі як температура і тип циклу прання. Потім пральна машина запускає потік води в барабан. Вода змішується з мийним засобом, який може бути додано вручну або автоматично з внутрішнього бака машини. Після додавання води та мийного засобу починається власне процес прання. Електромотор приводить у рух барабан, і він починає обертатися в різних напрямках. Це дає змогу воді та мийним засобам змішуватися з білизною, ефективно видаляючи бруд і плями з одягу. Після завершення процесу прання починається фаза віджимання. Барабан швидко обертається, притискаючи білизну до стінок барабана. Це

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

видаляє зайву воду з одягу, скорочує час сушіння і забезпечує швидке висихання білизни.

Ультразвукові пральні машини - це спеціальне обладнання для очищення і прання одягу, тканин і покривал. Для цього використовується ультразвук. У таких пральних машинах можна прати одяг у звичайній воді без додавання мийного засобу. Цей елемент тільки покращує результат. Кількість води і час, необхідний для прання, варіюється і безпосередньо залежить від кількості білизни.

Хвилі здійснюють жорсткий щітковий вплив на рідину, в якій замочується білизна.

Цей процес запускається високочастотною електрикою, яка перетворюється датчиками на високочастотні звукові хвилі та ультразвукову енергію. Навіть найстійкіший бруд може бути видалений із серцевини модуля перетворювача. Кавітація - це явище, за якого надзвукова енергія створює в рідині маленькі бульбашки, які швидко схлопуються. Ці бульбашки швидко збільшуються в розмірах і видаляють бруд із поверхонь і внутрішніх волокон. [9]

1. Різні способи завантаження - верхнє завантаження і фронтальне завантаження.

Вертикальні пральні машини займають менше місця і можуть бути легко встановлені в компактних ванних кімнатах. Вертикальні пральні машини наповнюються водою зверху. З цієї причини пральна машина має відкидну кришку, яка закриває барабан, куди поміщається брудна білизна. Під час прання цей отвір має бути закритий.

Пральні машини з фронтальним завантаженням мають кілька варіантів розміру люка. Чим більший діаметр, тим легше користуватися пральною машиною. Радіус отвору люка також впливає на зручність завантаження білизни. Пральні машини з фронтальним завантаженням випускаються в

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

повнорозмірних, компактних, вузьких і ультравузьких моделях і підходять для людей, які хочуть заощадити місце або мають велику житлову площу.

За сферами користування:

- побутові;
- промислові.

За способом встановлення:

- підлогові;
- настінні;
- призначені для поміщення в ємність з білизною.

За ступенем автоматизації:

- півавтоматичні;
- автоматичні.

Розподілимо пральні машини за наступними типами:

- тип ПМ. Пральні машини без віджиму, в яких механізовані тільки процеси прання і полоскання (віджимання здійснюється вручну). Пральні машини без віджимання зазвичай призначені для невеликих обсягів: сухе прання 0,75-1 кг.

- тип ПМР. Це пральні машини з ручним віджиманням, з гумовими роликками і неповною механізацією процесу прання.

ПМР випускаються двох типів:

- ПМР-1.5;
- ПМР-2.

ПМР-1,5 має циліндричну форму і миє за допомогою дискового активатора, встановленого ексцентрично на похилому дні мийного бака.

- тип ПМ. Пральні машини без віджиму, в яких механізовані тільки процеси прання і полоскання (віджимання здійснюється вручну). Пральні машини без віджимання зазвичай призначені для невеликих обсягів: сухе прання 0,75-1 кг.

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- тип ПМР. Пральні машини, в яких віджимання здійснюється вручну за допомогою гумових роликів. Існує два типи ПМР:

- ПМР-1,5;
- ПМР-2.

ПМР - РМР-1.5 має циліндричну форму і очищається за допомогою дискового активатора, встановленого ексцентрично на похилому дні мийного бака.

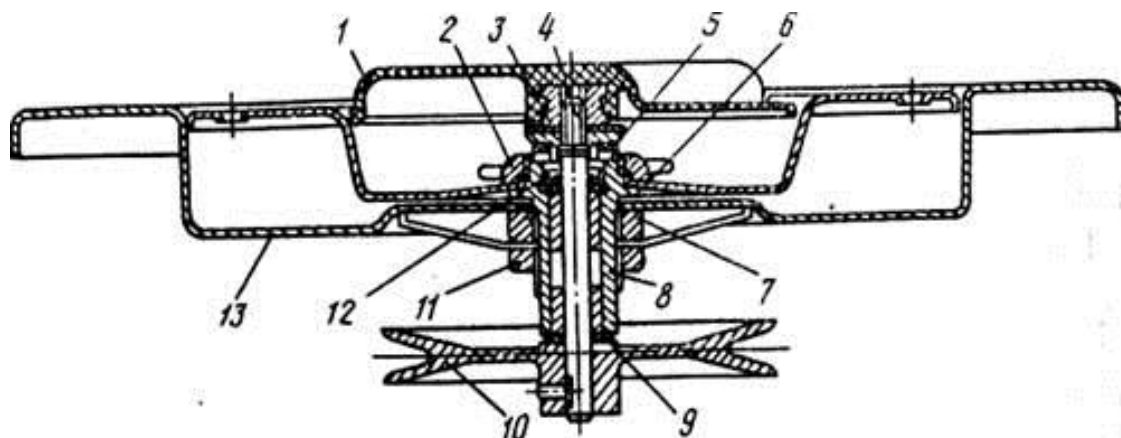


Рисунок 1.6 – Активатор

Розглянемо структуру активатора на рисунку 1.6: 1 - диск із лезом, 2 - гайка, 3 - регулювальна шайба, 4 - вісь, 5 - шайби, 6 - прокладка, 7 - гайка, 8 - опора активатора, 9 - ізолювальна шайба, 10 - шків, 11 - гайка, 12 - гумове ущільнення, 13 - резервуар для очищення.

РМР має такі компоненти: циліндричний корпус, бак із похилим дном, дисковий активатор, віджимний пристрій, гідравлічна система, що містить шланги, які з'єднують зливні отвори бака з насосом, насос, зливний шланг, рама, електродвигун із запобіжним і пусковим пристроєм, кришка.

Елементи віджимного пристрою змінні і в неробочому стані розміщуються в мийному баку, а в робочому стані встановлюються на двох кутових кронштейнах, прикріплених до корпусу зовні.

Віджимний пристрій складається з корпусу, двох гумових роликів, пружної пружини, що створює необхідний тиск між роликками, і регульовального гвинта, що збільшує або зменшує тиск на роликкові опори.

Машини РМР-2 мають прямокутну форму і очищаються дисковими активаторами, встановленими з боків очисного бака.

Машина ПМР-2 має ті самі конструктивні елементи, що й машина ПМР-1,5. Корпус машини має прямокутну форму, а верхня частина являє собою мийний бак, виготовлений із дуплексного сплаву алюмінію і марганцю або магнію. Бак анодований для запобігання корозії. Пластиковий дисковий активатор встановлений на плоскій стінці збоку бака.

- Тип РМН. Напівавтоматичні пральні машини з обладнанням для машинного прядіння текстилю методом відцентрової сепарації. Типи напівавтоматичних пральних машин.

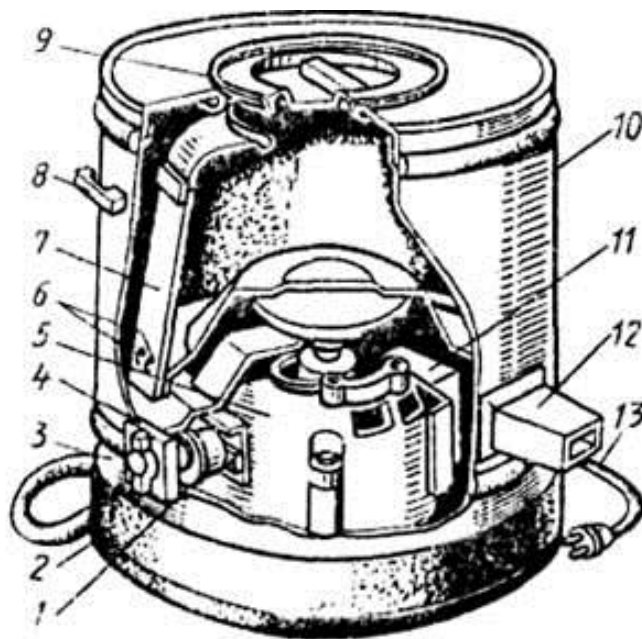


Рисунок 1.7 - Центрифуга «Цента»

За рисунком 1.7 можемо розглянути приклад будови центрифуги «Цента»: 1 -вимикач; 2 - амортизатор; 3 - ручка управління; 4 - плата для кріплення вимикача; 5 - електродвигун; 6 - отвори для зливу рідини; 7 - бак; 8

- ручки центрифуги; 9 - кришка, 10 - корпус; 11 - конденсатор; 12 - патрубков; 13 - з'єднувальний шнур.

- тип РМА. Автоматична пральна машина, в якій всі основні процеси прання механізовані, і прання здійснюється без участі людини відповідно до програми за допомогою командного пристрою [1]. Прання, замочування і полоскання здійснюються шляхом механічного перемішування білизни з мийним засобом у перфорованому барабані. Білизну віджимають центрифугуванням у тому ж барабані. Процес прання в цих машинах повністю автоматизований: залив і злив води для всіх операцій, додавання мийного засобу, замочування, прання водою, нагрітою до заданої температури в баку пральної машини, полоскання і віджимання. Різноманітні програми дають змогу прати білизну з різним ступенем забруднення, щільністю матеріалу і хімічним складом без збільшення ступеня зносу. Для автоматичного управління процесом прання з урахуванням фізичних, хімічних і механічних властивостей матеріалу автоматичні пральні машини оснащуються різноманітними пристроями контролю і регулювання процесу прання, які взаємодіють з компонентами машини в заздалегідь встановлені моменти часу. До них належать командні блоки, датчики температури, реле подачі пральної рідини і рівня пральної рідини в баку.

Прання здійснюється в барабані пральної машини за допомогою виконавчих механізмів, таких як електромагнітні клапани, електродвигуни, що приводять у рух барабан пральної машини, електронасоси та електронагрівачі.

Такі пральні машини також мають допоміжні елементи для підтримки роботи виконавчих механізмів, такі як загальні вимикачі, мікрОВимикачі для блокування кришки, конденсатори, резистори та індикаторні лампи. На рисунку 1.8 показано компоненти автоматичної пральної машини.

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

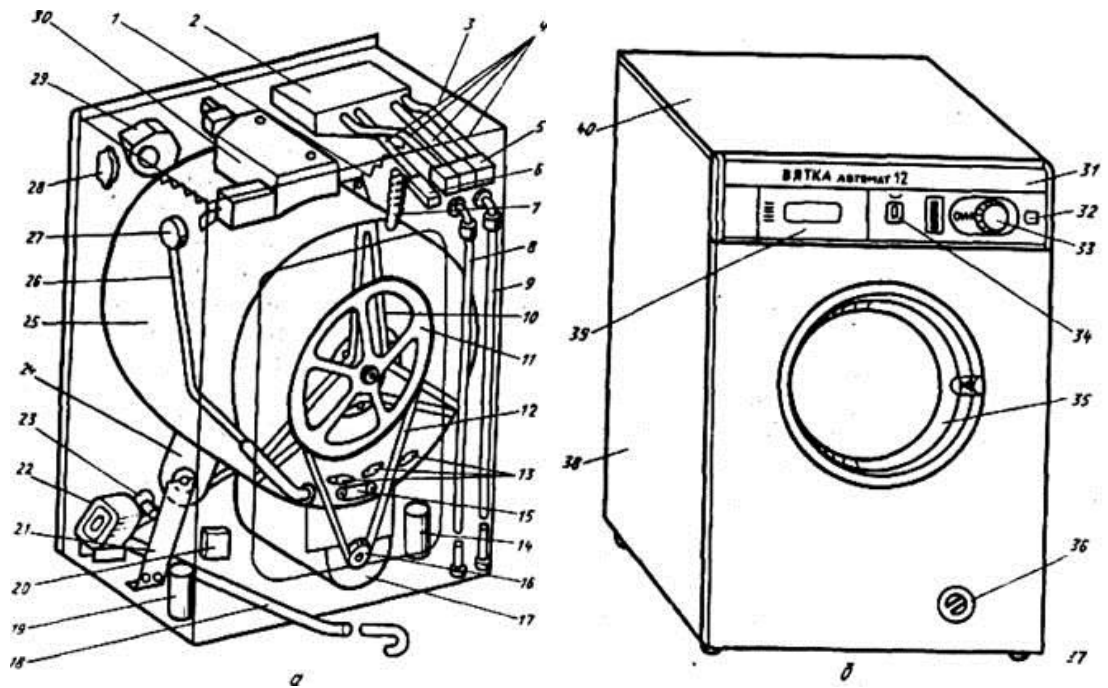


Рисунок 1.8 - Пральна машина «Вятка-автомат-12»

Розглянемо рисунок 1.8: 1-пружина; 2-дозатор; 3-упор; 4-шланг; 5 та 6-електромагнітні клапани; 7-патрубок; 8 та 9-наливні шланги; 10-хрестовина; 11 та 16-шків; 12-клиновий пас; 13-датчик-реле температури; 14 і 19-конденсатори; 15-трубчастий нагрівач; 17-електродвигун; 18-зливний шланг; 20-реле; 21-ресора; 22-електронасос; 23-фільтр; 24-пластина; 25-бак; 26-шланг; 27-реле рівня; 28-фільтр для усунення радіоперешкод; 29-командний апарат; 30-противага; 31-панель керування; 32-індикатор; 33-ручка; 34-вимикач; 35-люк; 36-кришка фільтру; 37-ніжка; 38-корпус; 39-ручка бункера дозатора; 40-кришка. [3]

Пральні машини діляться на класи:

За класом прання (якість відпирання):

- класи А, В - кращі показники відпирання;
- класи С, D, Е - середні показники відпирання;
- класи F, G - нижчі показники відпирання.

За класом віджимання (ступінь залишкової вологості білизни):

- класи А, В - кращі показники віджимання;

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

БРМА 23.00.00.000 ПЗ

Арк.

19

- класи C, D, E - середні показники віджимання;
- класи F, G - нижчі показники віджимання.

За класом енергоекономічності:

- клас A - мінімальна витрата енергії;
- класи B, C - економічна витрата енергії;
- клас D - середня витрата енергії;
- клас E - висока витрата енергії;
- класи F, G - дуже висока витрата енергії;
- класи F, G - дуже висока витрата енергії.

Типи управління пральних машин:

- Механічні - ці моделі прості у використанні та надійні. Програму можна перемикає за допомогою поворотного перемикача, а всі параметри встановлюються до початку процесу прання, наприклад, кількість обертів, віджимання, тип тканини і температура. Однак цей тип обладнання має лише мінімальну кількість необхідних функцій і не завжди підходить для користувача.

- Електронні - забезпечують високий ступінь контролю над обладнанням. Усі налаштування, такі як частота полоскання, температура і швидкість, задаються автоматичними програмами. Цими налаштуваннями можна легко керувати за допомогою сенсорних дисплеїв, встановлених на всіх електронних приладах.

1.3 Основні напрямки розвитку і вдосконалення пральних конструкцій

Основними вдосконаленнями пральних машин є мінімізація енергоспоживання, підвищення надійності та довговічності, а також зниження вартості. Побутові пральні машини часто працюють у режимі неповного завантаження, перучи менше білизни, ніж передбачено

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

конструкцією машини. Це не вигідно з точки зору споживання води, мийного засобу та енергії.

Розробка більш ефективної технології прання дала змогу прати велику кількість білизни за короткий час. Механізми пральних машин були вдосконалені шляхом створення більш складних конструкцій барабанів. Постійно розробляються нові мийні засоби, зокрема миттєві мийні засоби та мийні засоби для холодної води. Також розробляються нові програми та алгоритми прання. Основним недоліком автоматичних пральних машин є втрата енергії, оскільки барабан під час прання неодноразово змінює напрямок руху разом із білизною. Енергія, що вивільняється під час гальмування барабана, може бути акумульована і використана для прискорення в протилежному напрямку.

1.4 Модернізаційні та інноваційні впровадження пральних машин

Вчені та виробники пральних машин постійно намагаються розробити функції пральних машин, щоб полегшити життя людей.

Сучасні пральні машини мають спеціальну конструкцію барабана, яка знижує рівень шуму і не пошкоджує матеріали. Поверхня має опуклі комірки з отворами. На поверхні так званих "сот" утворюється водяна плівка, і контакт між барабаном і білизною під час обертання зводиться до мінімуму. В результаті білизна не дряпається і не линяє, а одяг залишається у відмінному стані навіть після багаторазових циклів прання. Пральні машини AI самостійно вимірюють вагу білизни в барабані та обирають режим прання. Користувачеві не потрібно розраховувати кількість мийного засобу, необхідну для певної кількості білизни, або вибирати програму.

Стефан Марченко, керівник напряму споживчої електроніки компанії "Самсунг Електронікс Україна", каже: "Сьогодні технології повинні бути в унісон з користувачем і всіляко полегшувати його життя".

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

На конференції IFA 2017 у Берліні компанія Samsung Electronics представила нову пральну машину з революційною технологією QuickDrive. [6]

Технологія QuickDrive скорочує час прання на 50% і енергоспоживання на 20% без шкоди для якості прання. Унікальна конструкція барабана Q-Drum складається з барабана і тарілки, яка обертається незалежно одна від одної в задній частині. Пластини, що обертаються, створюють новий вектор руху вздовж осі барабана.

Цей подвійний ефект забезпечує ефективно і швидко видалення бруду, а також делікатне і дбайливе прання будь-яких тканин.

Пральна машина також оснащена іншими корисними технологіями Samsung, як-от EcoBubble, що покращує якість прання завдяки перетворенню порошку на піну, полегшуючи його проникнення в тканину й ефективно працюючи навіть у холодній воді.

Під час прання технологія QuickDrive пропонує низку нових функцій: інтелектуальний помічник Q-rator забезпечує три ключові функції, які роблять прання зручнішим

- Планувальник прання - дає змогу користувачеві встановити час закінчення прання, що дає йому більше часу для планування свого дня.

- Рецепт прання - автоматично рекомендує відповідний цикл прання на основі інформації про колір, матеріал і ступінь забруднення, введеної користувачем.

- Майстер домашнього догляду - дистанційно контролює роботу системи прання і попереджає користувача про проблеми, щоб допомогти швидко їх усунути.

За допомогою мобільного додатка Q-rator можна контролювати налаштування пральної машини та процес прання.

Пральні машини з QuickDrive оснащені інноваційною функцією AddWash, яка дає змогу додавати білизну в барабан під час прання. Однак

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

дверцята AddWash відчиняються тільки за температури барабана нижче 50 °С. Функція AddWash дає змогу додавати пральні порошки та пом'якшувачі тканини в машину під час прання. Поєднання Q-rator і AddWash робить процес прання простішим і легшим.

Цифрова технологія інверсії Samsung знижує рівень шуму та енергоспоживання, подовжує термін служби пральної машини і забезпечує чудове прання і догляд за одягом. Серія Samsung WW7800M пропонує безліч енергозберігаючих функцій, включно з економією до 50% за одне прання, що порівняно більше, ніж найвищий стандарт енергоефективності, A++. WW7800 також має керамічний нагрівач + нагрівач із новим покриттям, що зменшує утворення накипу на 55% порівняно зі звичайними керамічними нагрівачами, подовжуючи термін служби WW7800" [6].

Висновки до першого розділу

У даному розділі розглянуто історію перших пральних конструкцій, що полегшили виконання побутових справ. Детально розглянуто будову різних видів пральних машин за їх будовою, складовою, способами завантаження, за сферами користування, за типами управління, класами тощо. Ці пристрої мають дві основні частини: бак для прання та двигун для обертання бака. Опрацьовано основні напрями розвитку і вдосконалення конструкцій пральних машин. Досліджено інновації та модернізацію будови і функцій пральних машин задля забезпечення комфорту та полегшення життя користувачів.

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

2 РОЗРОБКА LED ПІДСВІТКИ ПРАЛЬНОЇ МАШИНИ

2.1 Викладення основної ідеї конструкції

Підсвічування барабана - це інноваційна ідея у виробництві пральних машин, яка дає низку переваг і робить пральні машини зручнішими у використанні.

По-перше, підсвічування барабана створює привабливий зовнішній вигляд. Ви можете вибрати одну з безлічі кольорових лампочок, щоб надати настрої і стиль вашій пральній машині. Вони також матимуть гарний вигляд у темряві або при поганому освітленні. Підсвічування барабана також може створити особливу атмосферу або настрої під час прання. Наприклад, ви можете вибрати м'яке, розслаблююче освітлення для створення спокійної атмосфери або яскраве, енергійне освітлення для підняття настрою. З підсвічуванням барабана вміст пральної машини добре видно під час завантаження та вивантаження білизни. Вміст барабана добре видно, що полегшує перевірку того, що весь вміст перебуває всередині і нічого не пропало. Світло також служить для сигналізації про завершення циклу прання. Наприклад, коли цикл прання завершено, підсвічування змінює колір або блимає, щоб попередити користувача про закінчення прання.

У підсвічуванні використовуються світлодіодні елементи (LED), що забезпечують різні кольори та світлові ефекти; світлодіоди енергоефективні та мають тривалий термін служби. Вони можуть бути встановлені всередині барабана пральної машини для отримання рівномірного, яскравого освітлення.

Електроніка пральних машин з підсвічуванням містить безліч компонентів і функцій для керування освітленням барабана.

Основні аспекти електроніки, використовуваної в пральних машинах з поліпшеним підсвічуванням:

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. контролер. Контролер є основним елементом електроніки пральної машини. Він керує роботою пральної машини і контролює функцію підсвічування. Контролер містить мікроконтролер або мікропроцесор, який керує різними аспектами роботи пральної машини, включно з підсвічуванням.

2. датчики. Датчики вимірюють різні параметри, які впливають на роботу пральної машини. Датчики реагують на цикл прання та налаштування пральної машини. Інформація, отримана від датчиків, використовується для керування освітленням відповідно до поточних умов прання.

3. керування освітленням. Можливість керувати кольором, яскравістю та ефектом освітлення барабана. Керування освітленням здійснюється за допомогою датчика, що визначає рух дверцят, і мобільного додатка. Освітлення вмикається під час відчинення дверцят і вимикається під час їх зачинення. За допомогою програмного забезпечення, встановленого на контролері, можна задавати різні сценарії освітлення і змінювати кольори, режими миготіння тощо.

4. індикатор стану: світловий або електронний елемент, який вказує на стан мийки або підсвічування. Наприклад, індикатор може спалахувати, коли пральна машина працює, вказувати стадію прання або показувати обраний колір підсвічування.

5. можливість підключення: пральні машини можуть мати можливість підключення до інших пристроїв за допомогою бездротових технологій, таких як Wi-Fi, Bluetooth або NFC. Це дає змогу керувати підсвічуванням барабана за допомогою смартфона або іншого пристрою, що підтримує відповідний додаток.

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Конструкція пральної машини з LED підсвіткою барабана

Розглянемо основні компоненти, що впливають на роботу пральної машини з підсвічуванням барабана. Як відомо, основним компонентом пральної машини є барабан, який зазвичай виготовляється зі сталі або пластику та має отвір, через який надходить вода. У пральних машинах з підсвічуванням барабана є вбудований світлодіод, який висвітлює внутрішню частину барабана під час роботи.

Мотор - це внутрішній компонент пральної машини, який приводить у рух барабан. Він приводить у рух барабан і забезпечує різні режими прання, як-от прямий, зворотний хід і зміна швидкості. Двигун зазвичай з'єднаний з барабаном ременем або прямою передачею. Двигун під'єднаний до джерела живлення і керується контролером або мікроконтролером.

Електронний блок управління - це компонент пральної машини, який керує всіма функціями і режимами роботи. Він отримує сигнали від користувача через панель управління і керує двигуном, водяним насосом та іншими важливими компонентами. У пральних машинах з підсвічуванням барабана електронний блок управління також керує світлодіодним підсвічуванням барабана.

Панель керування - це зовнішня частина пральної машини, де розташовані кнопки, перемикачі та дисплеї. За допомогою панелі керування користувач може обирати різні режими прання, температуру, швидкість віджимання та інші налаштування. У пральних машинах з підсвічуванням барабана панель керування також має налаштування для підсвічування барабана, як-от регулювання яскравості та вибір кольору світлодіодів. Панель керування під'єднана до мікроконтролера, який обробляє введені команди.

У пральних машинах з підсвічуванням барабана використовуються спеціальні світлодіоди, встановлені в барабані. Ці світлодіоди висвітлюють

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

барабан під час роботи пральної машини і можуть бути відрегульовані відповідно до вподобань користувача.

Під час розрахунку рівня освітлення пральної машини необхідно враховувати низку чинників, щоб забезпечити відповідність вимогам зручності та ефективності. Стандарти освітлення: не існує спеціальних стандартів освітлення для пральних машин, але для типових місць рекомендується рівень освітлення 300-500 люкс.

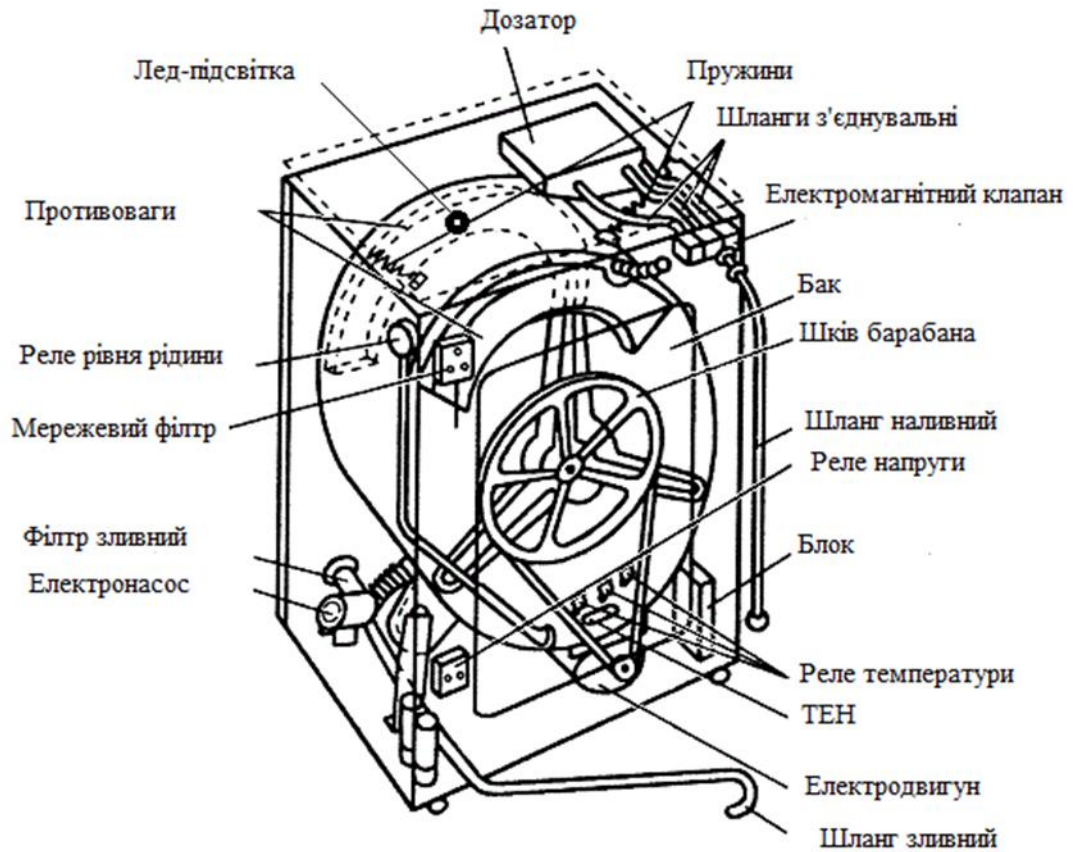
Люкс - це одиниця освітленості, яка показує кількість світла, що падає на плоску поверхню. Розташування джерела світла: важливо розташувати джерело світла так, щоб жодна частина пральної машини не була затінена або недостатньо освітлена. Рівномірна яскравість забезпечує видимість кожної деталі та комфортне керування пральною машиною. Регулювання яскравості Яскравість підсвічування можна регулювати, щоб вибрати оптимальний рівень освітлення відповідно до вподобань користувача.

Наприклад, деяким людям зручніше працювати за нижчого рівня яскравості, тоді як іншим для кращого огляду потрібен вищий рівень яскравості. Енергоефективність: під час вибору рівня освітлення для пральних машин важливо також враховувати енергоефективність джерела світла. Енергоефективні світлодіодні лампи (LED) можуть знизити споживання енергії та продовжити термін служби пральної машини. Уподобання користувача: під час вибору оптимального рівня освітлення для пральної машини слід враховувати особисті уподобання. Якщо яскравість пральної машини регулюється, користувач може змінити рівень освітлення відповідно до своїх потреб і комфорту. Програмне забезпечення для проектування освітлення може бути використане для виконання розрахунків освітлення, щоб визначити оптимальну кількість і розташування джерел світла для досягнення бажаного рівня освітлення в пральній машині. Беручи до уваги ці фактори, можна забезпечити комфортне та ефективне освітлення

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

в пральній машині, що відповідає особистим уподобанням користувача, вимогам безпеки та енергоефективності.

Розглянемо інноваційний дизайн пральної машини зі світлодіодним освітленням на рисунку 2.1. У манжеті над барабаном розташоване світлодіодне освітлення, під'єднане до панелі керування.



Рисунк 2.1 - Будова пральної машини з LED підсвідкою

2.2.1 Принципи роботи та будова світлодіода

Світлодіоди – це напівпровідникові діоди з рп-переходами, які генерують сильне некогерентне випромінювання при подачі постійного струму. (рис. 2.2).

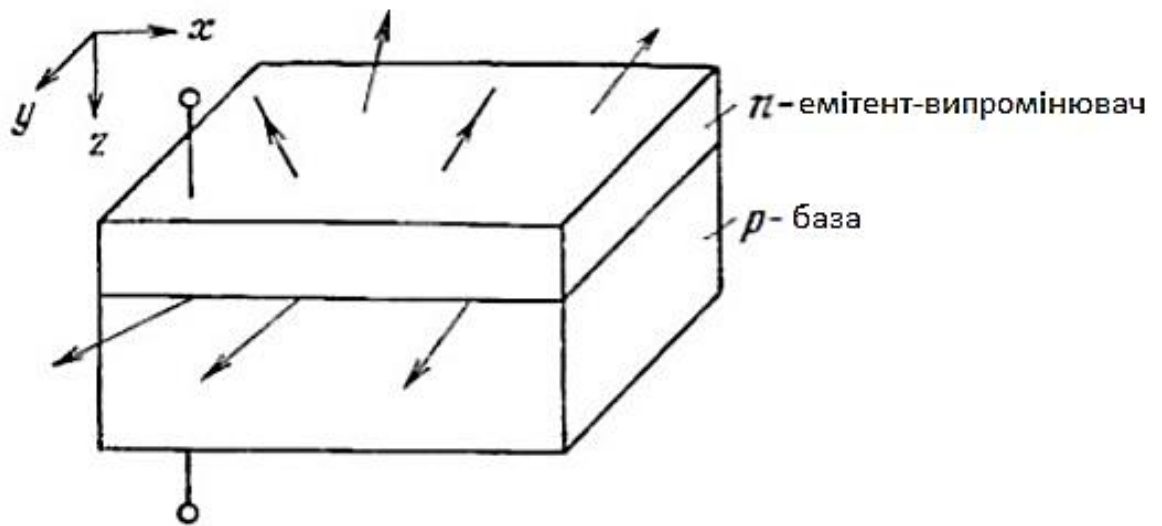


Рисунок 2.2 - Світлодіодна структура, що випромінює світло

Робота світлодіода заснована на спонтанній рекомбінаційній емісії надлишкових носіїв заряду, інжекттованих в активну область світлодіода (рис. 2.3).

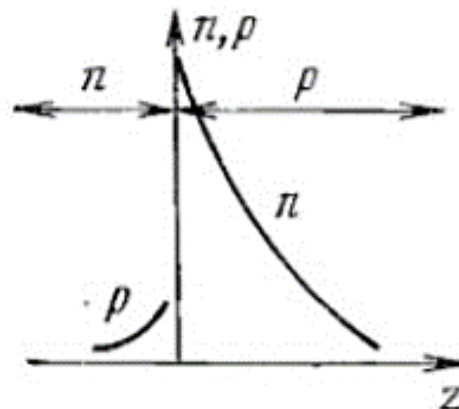


Рисунок 2.3 - Носії, інжекттовані під час прямого зміщення, накопичуються у базі світлодіода, а носії просочуються в емітер

Процес інжекції відрізняється тим, що при низькій щільності струму концентрація інжекттованих носіїв n (або p), пропорційна постійному прямому струму $I_{пр}$, тоді як випромінювана потужність розраховується за формулою $P_{випр} \sim n$ (або p).

Формула $n(p) \approx \sqrt{I_{пр}}$, що використовується при великій щільності струму, але при цьому $P_{випр} \approx np$, отже як і раніше $P_{випр} \approx I_{пр}$. Тому у широкому діапазоні значень $I_{пр}$ ват-амперна характеристика LED-діодів є лінійною (рис. 2.4).

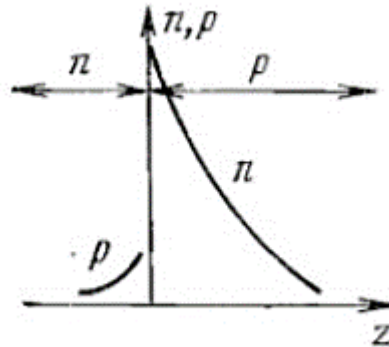


Рисунок 2.4 - Ват-амперна характеристика світлодіода.

2.2.2 Принципи роботи та будова світлодіода

Світлодіоди - це напівпровідникові діоди з рп-переходами, які створюють сильне некогерентне випромінювання під час подавання постійного струму (рис. 2.5).

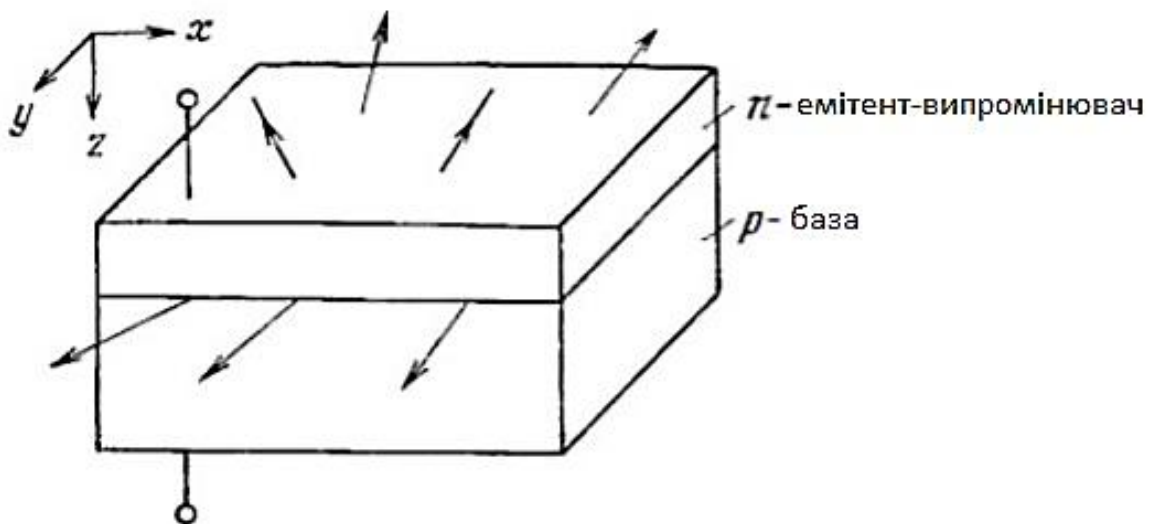


Рисунок 2.5 - Світлодіодна структура, що випромінює світло

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Робота світлодіода, що базується на спонтанній рекомбінаційній люмінесценції надлишкових носіїв заряду, інжектованих в активну область LED-діода. (рис. 2.6).

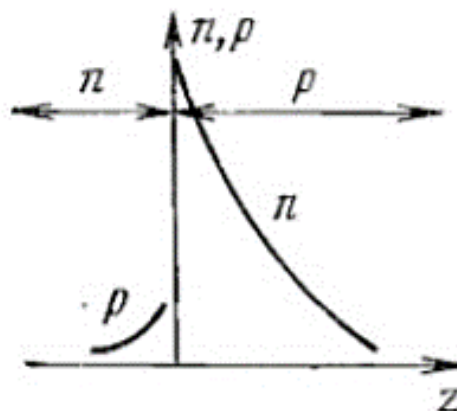


Рисунок 2.6 - Носії, інжектовані під час прямого зміщення, накопичуються у базі світлодіода, а носії просочуються в емітер

Процес інжекції різниться тим, що при низькій щільності струму концентрація інжектованих носіїв n (або p), пропорційна постійному прямому струму $I_{пр}$, тоді як випромінювана потужність розраховується за формулою $P_{випр} \sim n$ (або p).

Формула $n(p) \approx \sqrt{I_{пр}}$, що використовується при великій щільності струму, але при цьому $P_{випр} \approx np$, отже як і раніше $P_{випр} \approx I_{пр}$. Тому у широкому діапазоні значень $I_{пр}$ ват-амперна характеристика LED-діодів є лінійною (рис. 2.7).

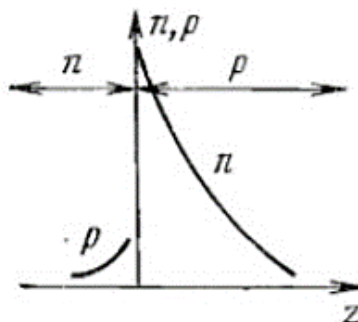


Рисунок 2.7 - Ват-амперна характеристика світлодіода

2.2.3 Видимі світлодіодні діапазони

Параметри світлодіодів розраховуються за ВАХ (вольт-амперною характеристикою). Різниця полягає в лінійній роздвоєності ВАХ, що зумовлено відмінністю в ширині забороненої зони використовуваних матеріалів. Що коротша хвиля випромінювання, то більше пряме падіння напруги на світлодіоді та його енергетичні втрати (рис. 2.3.1). ВАХ зі зворотною гілкою мають нижчу допустиму зворотну напругу. Тому під час використання в колах із високою зворотною напругою послідовно зі світлодіодом має бути під'єднаний звичайний діод..

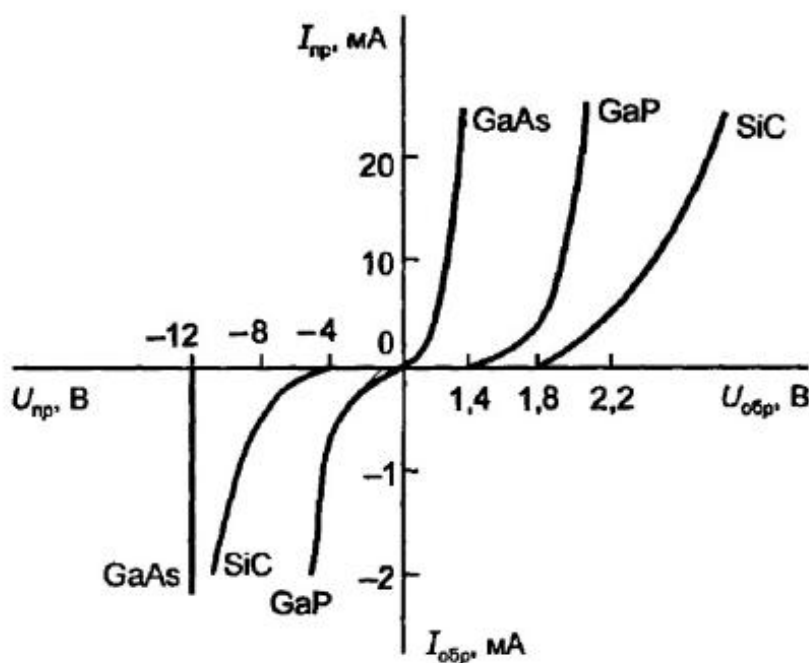


Рисунок 2.8 - Вольт-амперні характеристики світлодіодів із різних матеріалів

Випромінювання світла світлодіодами - ефективний процес. Це відбувається тому, що майже вся електрична енергія, що проходить через світлодіод, перетворюється на світло, а не на тепло, як в інших типах джерел

світла. Це робить світлодіоди надзвичайно енергоефективними та більш довговічними, ніж звичайні лампи.

Випромінювання світлодіодів характеризується спрямованістю, яка визначається конструкцією світлодіода і наявністю або відсутністю лінзи.

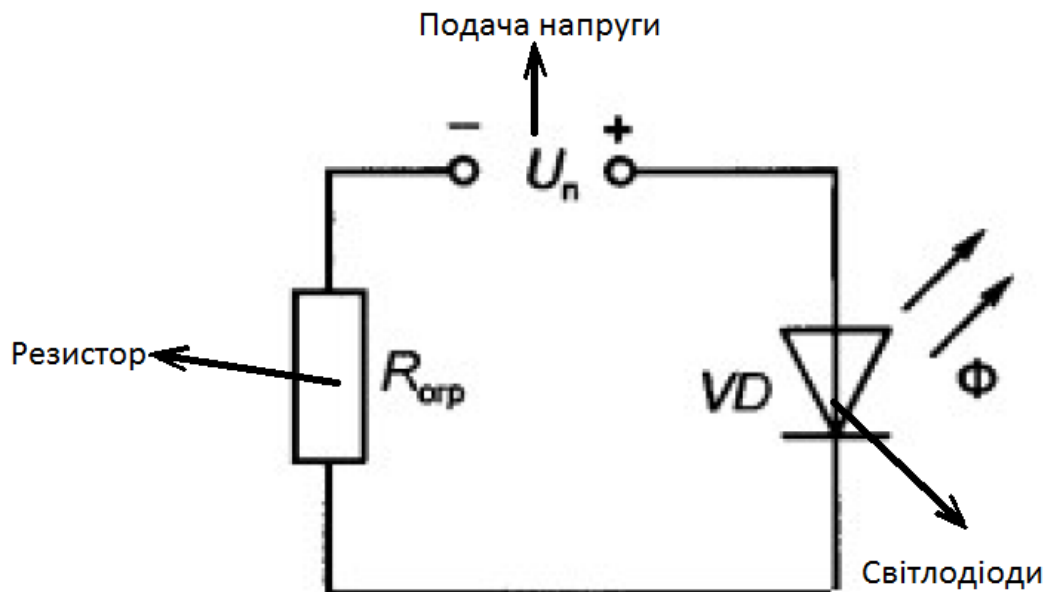


Рисунок 2.9 – Схема живлення світлодіода

У схемах із використанням джерел живлення, резисторів і світлодіодів спостерігаються такі взаємодії:

Джерело живлення: мережа живлення забезпечує постійний струм або постійну напругу в ланцюзі. Ця мережа є джерелом постійного струму (DC) або постійної напруги (DV). Наприклад, джерело живлення забезпечує напругу 5 вольт або струм 20 міліампер (мА).

Резистори: резистори є обмежувальними елементами в ланцюзі і використовуються для обмеження струму, що протікає через світлодіоди. Резистор встановлюється послідовно зі світлодіодом. Опір резистора розраховується за законом Ома ($R = U / I$), де U - напруга живлення, а I - струм, який ви хочете пропустити через світлодіод. Резистор знижує напругу, що подається на світлодіод, до безпечного рівня і допомагає регулювати його яскравість.

Світлодіоди: Світлодіоди - це основні світловипромінювальні елементи схеми; вони починають випромінювати світло, коли через них проходить достатній струм і подається потрібна напруга. Колір світла залежить від матеріалу і конструкції світлодіода.

Таким чином, джерело живлення забезпечує напругу або струм у ланцюзі. Резистори обмежують струм, що проходить через світлодіоди, і забезпечують безпечну роботу. Величина струму залежить від опору резистора і напруги живлення; коли струм проходить через світлодіод, світлодіод випромінює світло відповідно до своїх властивостей і напруги живлення. Резистори допомагають контролювати струм, що протікає через світлодіод, для оптимальної яскравості та терміну служби; світлодіоди випромінюють світло тільки за умови протікання потрібного струму та подачі потрібної напруги.

Взаємодія між джерелом живлення, резистором і світлодіодом забезпечує безпечне і стабільне живлення світлодіода, роботу за заданого струму і випромінювання світла потрібної яскравості та кольору.

Висновки до другого розділу

У даному розділі викладено основну ідейну конструкцію LED-підсвітки. Досліджено основні деталі, що необхідні для вдосконалення пральної машини із світлодіодною підсвіткою: контролер, датчики, управління освітленням, індикатори стану тощо.

Визначено основні переваги підсвічування барабану, а саме те, що підсвічування барабана покращить видимість вмісту пральної машини під час завантаження та розвантаження. Ви зможете краще побачити, що знаходиться всередині барабана, це допоможе впевнитись чи усі речі у баку та чи немає чого лишнього. Підсвітка може виконувати функцію нагадування про завершення циклу прання.

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

Розроблено графічне зображення пральної машини із LED-підсвідкою у пральному баку. З'ясовано, що для реалізації LED-підсвітки в електричній моделі пральної машини знадобляться такі електричні компоненти: LED-діоди, резистори, транзистори, конденсатори, електронна плата, драйвер та блок живлення.

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						35
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

3 РОЗРАХУНОК LED ПІДСВІТКИ ПРАЛЬНОЇ МАШИНИ

3.1 Схематичне проектування підключення світлодіодної стрічки

Проектування світлодіодних стрічок - важливий крок у створенні систем освітлення для різних застосувань; проектування з'єднань світлодіодних стрічок вимагає ретельного планування та розгляду різних аспектів, як-от функціональні вимоги, джерело живлення, контролер, установлення та проводка.

Розглянемо загальну потужність стрічки. Вона залежить від двох змінних: типу світлодіодів і їхньої кількості. А саме, для яскравого світла у вас буде три світлодіоди типу 5050 (малюнок 3.1) і потужність 0,72 Вт. Для яскравого світла у вас буде три світлодіоди типу 5050 (малюнок 3.1) і потужність 0,72 Вт.

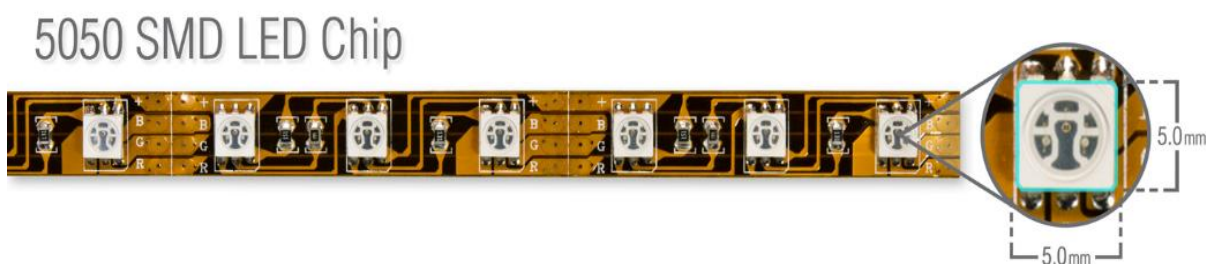


Рисунок 3.1 - Будова світлодіодної стрічки

На рисунку 3.1 зображено панель керування світлодіодною підсвіткою із LED-діодами.

Оскільки, потужність одного метра стрічки - 7,2 Вт із 30 діодами на 1 метрі.

Отже, $10 \text{ метрів} * 7,2 \text{ Вт} = 72 \text{ Вт}$ - потужність, яку споживає стрічка.

У цій конструкції, припускаючи, що в промивному бачку знаходяться три світлодіоди і стрічка завдовжки 10 см, споживану потужність розраховують так

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

7.2 Вт – 30 діодів

x Вт – 3 діода

Необхідна потужність для роботи світлодіодної стрічки:

$$x = \frac{7,2 \text{ Вт} * 3 \text{ д}}{30 \text{ д}} = 0,72 \text{ Вт}$$

Визначте потужність світлодіодів. Для цього помножте потужність світлодіодів на довжину стрічки.

Це означає, що потужність, необхідна для джерела живлення, становить

$$0,72 \text{ Вт} * 10 \text{ см} = 7,2 \text{ Вт}$$

Вирахуємо витрату електроенергії світлодіодів задля цього припустимо, що стрічка працюватиме у місяць 20 днів по 1,5 години у день.

Тоді витрати складуть:

$$7,2 \text{ Вт} * 1,5 \text{ год} * 20 \text{ дн} = 0,216 \text{ кВт} * \text{год}$$

Таким чином, 0,216 кВт*г - це споживання електроенергії пральною машиною зі світлодіодним освітленням у середньому протягом одного місяця [10].

Блоку живлення необхідний запас потужності у 20-30%. В іншому разі він швидко перегорить через перевантаження.

Потужність нашої конструкції становить 7,2 Вт, тому запас потужності блока живлення для запобігання перевантаженням становить

$$7,2 \text{ Вт} + 30\% = 9,36 \text{ Вт}$$

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

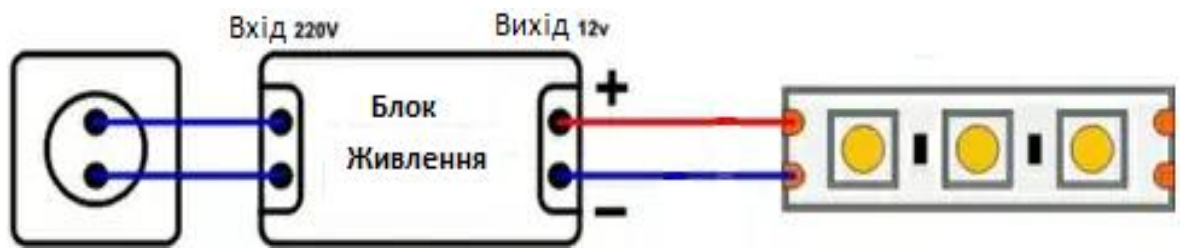


Рисунок 3.2 - Схематичне зображення підключення світлодіодної стрічки

На рисунку 3.2 показано під'єднаний до мережі 220 В блок живлення потужністю 9,36 Вт. Світлодіодна стрічка з трьома світлодіодами під'єднана до блока живлення за допомогою дротів. [11]

Потужність розподіляється рівномірно, тому знайдіть потужність на см стрічки:

$$\frac{9,36 \text{ Вт}}{10 \text{ см}} = 0,936 \text{ Вт/см}$$

Після того як відома середня потужність на 10 см, можна застосувати потужність, споживану кожним світлодіодом. Оскільки в стрічці три світлодіоди, потужність на світлодіод становить 0,312 Вт/см.

$$\frac{0,936 \text{ Вт/см}}{3} = 0,312 \text{ Вт/см}$$

Знаючи потужність, необхідну для світлодіодної стрічки (0,72 Вт), розрахуємо робочу напругу, необхідну для кожного світлодіода.

$$0,72 \text{ Вт} : 3 \text{ світлодіода} = 0,24 \text{ Вт}$$

Давайте скористаємося законом Ома, щоб визначити струм, необхідний для кожного світлодіода.

Закон Ома говорить, що струм (I) дорівнює відношенню напруги (V) до опору (R); якщо припустити, що опір світлодіода становить 20 Ом, то струм, необхідний для кожного світлодіода, можна розрахувати за формулою:

$$I = \frac{V}{R}$$

Підставте ці дані у формулу, щоб знайти струм, необхідний для кожного світлодіода:

$$I = \frac{V}{R} = \frac{0,24 \text{ Вт}}{20 \text{ Ом}} = 0,012 \text{ або } 12 \text{ мА.}$$

Ефективність світлодіода характеризується залежністю параметрів світлового випромінювання від постійного струму, що протікає через прилад. Залежність потоків випромінювання F і W від постійного струму I_p називається характеристикою випромінювання (рис. 3.3).

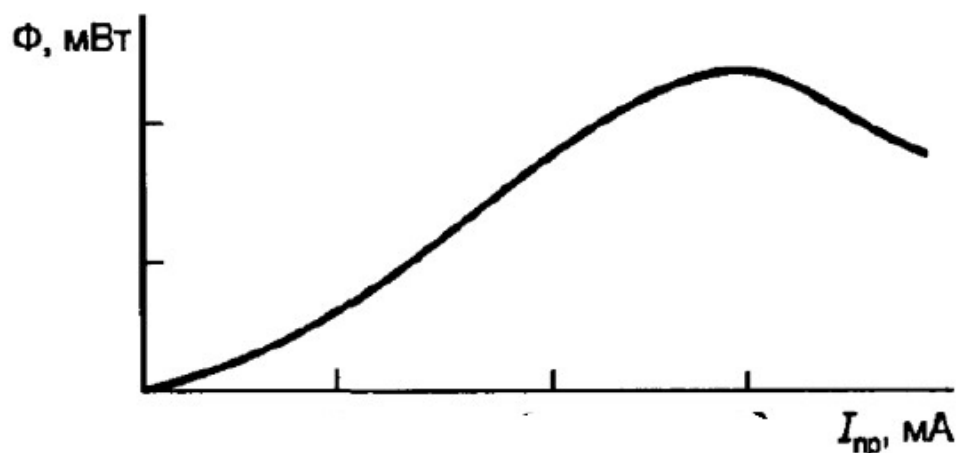


Рисунок 3.3 - Характеристика випромінювання світлодіода

Залежність світлового потоку (Φ) світлодіода від постійного струму (I_{dc}) може бути описана законом Ламберта-Біра таким чином:

$$\Phi = \eta * \Phi_e * I_{пр}$$

де Φ - потік випромінювання світлодіода в ваттах (Вт);

η - електрична ефективність світлодіода (відношення випромінюваного світла до витрати електричної потужності);

Φ_e - електролюмінесцентний квантовий видача світлодіода (відношення кількості фотонів, які випромінюються, до кількості рекомбінованих носіїв заряду);

$I_{пр}$ - прямий струм, що протікає через світлодіод, в амперах (А).

Знайдемо потужність відрізка стрічки за формулою:

$$P = \frac{(U * I * N)}{K}$$

де P – необхідна потужність відрізка стрічки, Вт;

U – напруга живлення виробу, В;

I – сила струму у одному світлодіоді даного типу, А;

N – число діодів у 10 см стрічки, шт.;

K – кількість діодів у одній секції, шт.

$$P = \frac{(9.36 \text{ Вт} * 0,012 \text{ А} * 3)}{3} = 0,11232 \approx 0,11 \text{ Вт}$$

Це означає, що споживана потужність для 10-сантиметрової стрічки становить 0,11 Вт.

Давайте скористаємося формулою для розрахунку кількості енергії, яку споживає це підсвічування за 1,5 години роботи в нормальному режимі:

					БРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$Q = \frac{(L * P * t)}{1000}$$

де Q – об'єм спожитої енергії, кВт*год;

L – довжина стрічки, укладеної у контур підсвічування, см;

P – потужність 10 см стрічки, Вт;

t – час роботи підсвічування, години.

$$Q = \frac{(10 \text{ см} * 0,11 \text{ А} * 1,5 \text{ год})}{1000} = 0,00165 \text{ кВт} * \text{год}$$

Знайдемо об'єм спожитої енергії за місяць:

$$0,00165 \text{ кВт} * \text{год} * 30 \text{ днів} = 0,0495 \text{ кВт} * \text{год}$$

Оскільки ця величина досить мала, підсвічування не призводить до значного збільшення енергоспоживання. Це є перевагою переоснащення пральних машин світлодіодним освітленням. [11]

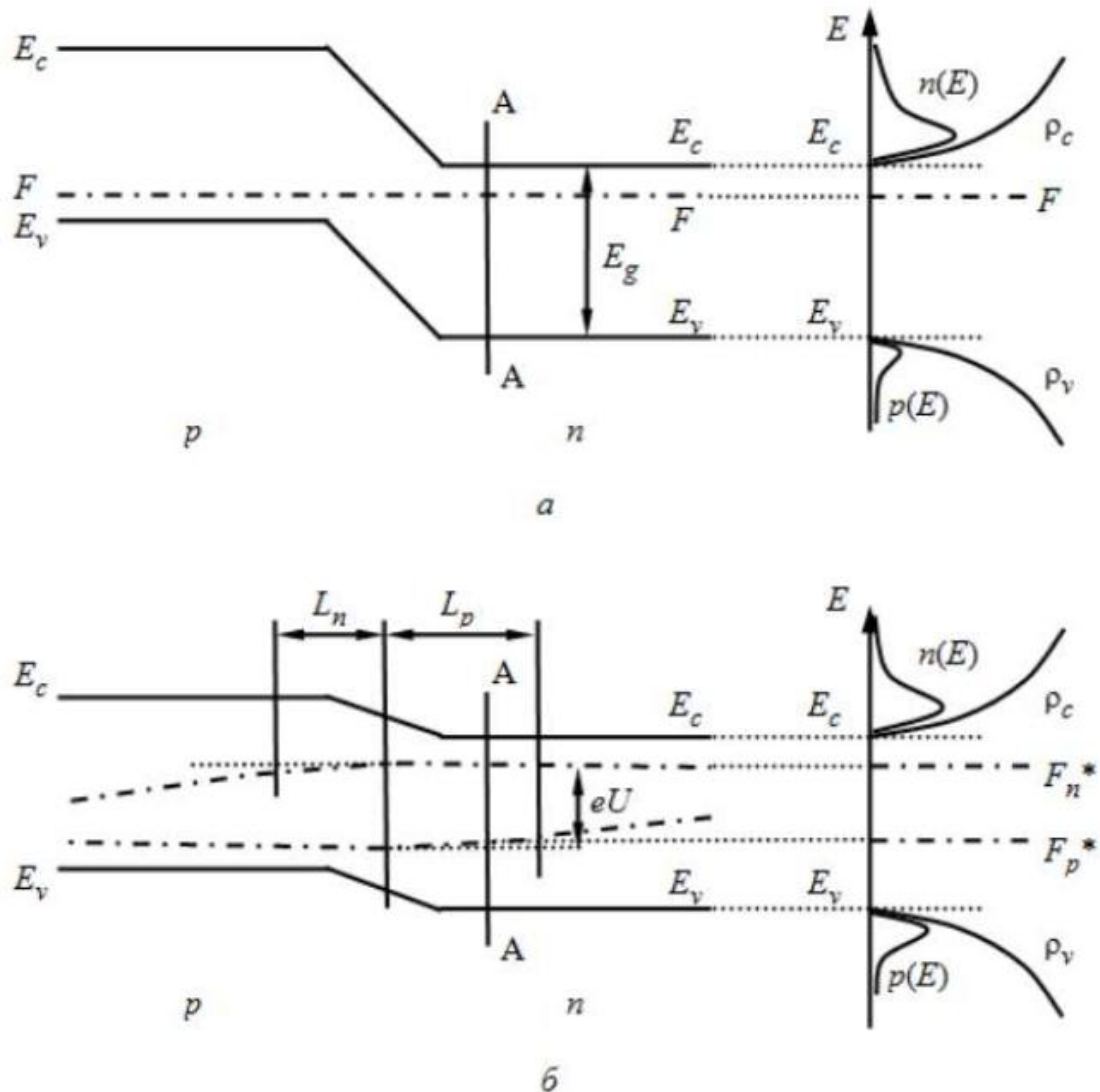
3.2 Енергетичні дослідження світлодіодів та світлодіодної стрічки у пральні машині

Світлодіоди характеризуються великою кількістю робочих довжин хвиль, низькою інерційністю, високою надійністю і низьким енергоспоживанням.

Світлодіоди часто використовують у таких технічних галузях, як освітлення, лазерне збудження, оптичний зв'язок і дисплеї. Довжину хвилі випромінювання світлодіодів можна змінити, змінивши вміст легуючих

					БРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

елементів у матеріалі сплаву. Енергетичну діаграму р-n-переходу показано на рисунку 3.4.



а - зовнішня напруга відсутня; б - прикладена позитивна напруга
Рисунок 3.4 - Діаграми енергетичних р-n-переходу та енергетична дисперсія електронів і дірок по енергіях

За відсутності зовнішньої напруги (а на рис. 3.4) у переході А-А спостерігається висока концентрація електронів і низька концентрація дірок.

Існує потенційний бар'єр, який перешкоджає дифузії носіїв заряду у відповідну область. Під час прикладання позитивної напруги наявний потенційний бар'єр зменшується на eU (б на рис. 3.4), унаслідок чого

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

електрони з n-осередку починають інжектуватися в р-осередку, а дирки з р-осередку - у n-осередку. У результаті рекомбінації концентрація неосновних носіїв зменшується експоненціально в міру їхньої дифузії з об'ємного зарядового простору. Відстань, на якій концентрація інжекттованих носіїв зменшується в e разів, називається глибиною проникнення. Це довжина L_n для матеріалів р-типу і L_p для матеріалів n-типу.

Величина постійної напруги U , прикладеної до напівпровідникової структури, визначає інтенсивність інжекції неосновних носіїв з pn-переходу. Оскільки потенційний бар'єр ніколи не буває негативним, максимальна напруга $[U]_{max}$ визначається випрямленням енергетичної смуги, коли потенційний бар'єр зникає під дією зовнішнього магнітного поля. Як видно з малюнка 3.4 3.4, $eU_{max} \approx E_g$, а робоча напруга зазвичай становить від 1 до 4 В. Під час протікання струму напруга частково падає на контактах і базі, і робочий струм становить від 0,1 до 300 мА. Його величина залежить від площі pn-переходу й обмежується нагріванням.

Основною характеристикою напівпровідникових джерел світла є світлова віддача, яка являє собою ККД світлодіода і показує, скільки електричної енергії перетворюється на світлову.

$$\eta \approx \frac{\hbar\omega_{max}}{eU_{роб}} \eta_e$$

де η_e – зовнішній квантовий вихід випромінювач;

$\hbar\omega_{max}$ – енергія фотона, яка відповідає екстремуму спектра випромінювання;

$U_{роб}$ – зовнішня напруга.

Ефективність залежить від структури світлодіода і типу використовуваного переходу. Для збільшення світловіддачі більша частина

					БРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

енергії, що виділяється під час рекомбінації носіїв, має бути спрямована на випромінювання.

Значення коефіцієнта оптичного виходу являє собою ефективність випромінювання, генерованого в активній області, що випускається кристалом. Оскільки напівпровідники і повітря мають різні показники заломлення, тільки невелика частина світла, що випромінюється світлодіодами, визначається критичним кутом відповідно до наведеної нижче формули:

$$\theta_{кр} = \arcsin \frac{1}{n}$$

Плоскі структури широко використовуються завдяки своїй простоті та низькій вартості. Вони використовуються в багатьох оптоелектронних виробках, таких як індикатори та оптопарі. Коли верхній омичний контакт перетворюється на тонку смугу, постійний струм локалізується, активна ділянка швидко звужується, а крайове випромінювання, що генерується рп-переходами на гранях кристала, стає домінуючим.

3.3 Схемні рішення блоків живлення для світлодіодних установок

Блок живлення світлодіодів (БЖ) є найважливішим компонентом напівпровідникового джерела світла.

Він має значний вплив на функціональність, світловий потік і надійність системи освітлення. Крім світлового потоку і колірної температури, під час розроблення систем освітлення важливі й інші характеристики, як-от електробезпека, ефективність, коефіцієнт потужності, пульсації світлового потоку, ЕМС і вартість.

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналіз джерел живлення для світлодіодних світильників, що випускаються багатьма компаніями, показує, що схему джерела струму визначають за необхідною вихідною потужністю світильника: за потужності менше ніж 20 Вт зазвичай обирають зворотний коректор коефіцієнта потужності (ККМ) зі стабілізацією вихідного струму. Для більш високих вихідних потужностей використовують незалежні КРМ і незалежні перетворювачі зі стабілізацією вихідного струму та гальванічною розв'язкою входу і виходу на основі схем зворотного зв'язку типу LLC, прямого зворотного зв'язку або резонансного зворотного зв'язку.

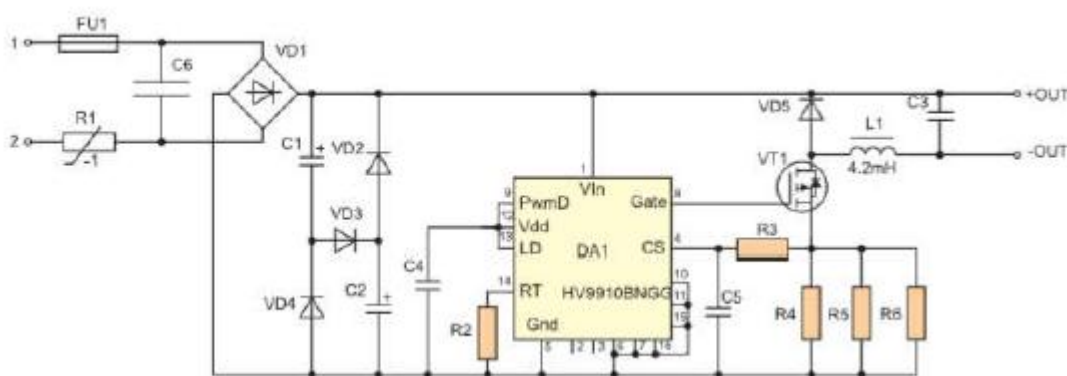


Рисунок 3.5 - Реалізація джерела живлення на основі мікросхеми HV9910

Ланцюжок C1-VD2-VD3-VD4-C2 - пасивний ККП. Вихідний струм задається резисторами R4, R5, R6. C3 - вихідний фільтруючий конденсатор.

Управління освітленістю можна регулювати в діапазоні 0-10 В (0 = 0%, 10 В = 100%).

Інвертуючий каскад зібрано на операційному підсилювачі (рис. 3.6).

Неінвертуючий вхід підтримується на рівні "віртуальної землі" 2,25 В за допомогою дільників напруги з резисторами 120 кОм і 100 кОм. Якщо вхідна напруга дорівнює нулю, напруга на операційному підсилювачі має бути 4,5 В, щоб підтримувати інвертуючий вхід на рівні 2,25 В. Якщо вхідна напруга дорівнює 10 В, напруга ділиться до 4,5 В за допомогою дільника і

підсилювача на резисторах 1k2 і 1k0. За невеликої модифікації цієї схеми можна отримати керуючу напругу в діапазоні 1-10 В.

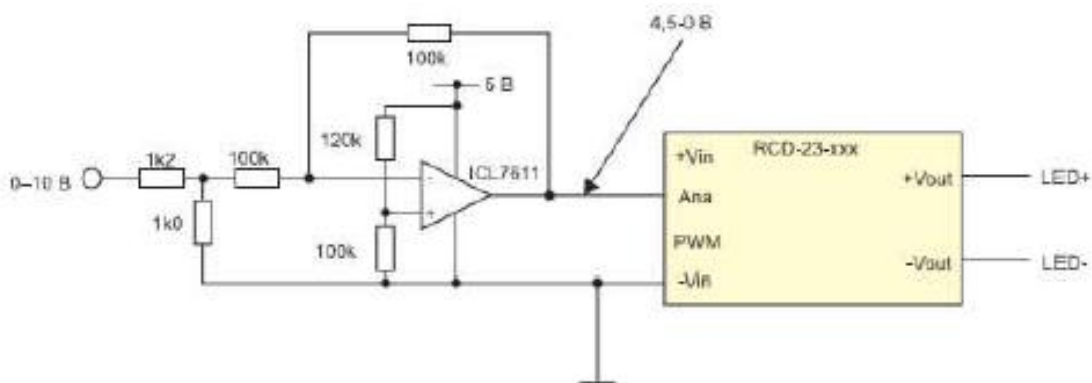


Рисунок 3.6 - Схема управління освітленістю в діапазоні 0-10 Вт

Висновки до третього розділу

У данному розділі було розроблено схеми задля детального розбору та доведення практичного використання вдосконалення пральної машини підствідкою світлодіодів. Дані розрахунки та графічні зображення довели справність виконаної конструкції, світлодіодної стрічки із LED-підсвіткою.

ВИСНОВКИ

У результаті роботи над бакалаврською роботою було розглянуто історію появи перших пральних машин, що полегшували виконання домашніх обов'язків. Було детально розглянуто конструкцію, складові частини, способи завантаження, сфери використання, типи керування та класи різних типів пральних машин. Ці машини мають два основні компоненти: пральний бак і двигун, що обертає пральний бак. Визначено основні напрямки розвитку та вдосконалення конструкції пральних машин. Розглянуто інновації та модернізацію структури й функцій пральних машин для забезпечення комфорту та зручності користувача.

Представлено базовий концептуальний дизайн світлодіодного підсвічування; досліджено основні компоненти, необхідні для вдосконалення пральних машин зі світлодіодним підсвічуванням: контролер, датчики, управління освітленням, індикація стану тощо.

Однією з основних переваг підсвічування барабана є те, що підсвічування барабана покращує видимість вмісту під час завантаження та вивантаження пральної машини. Воно дає чітке уявлення про те, що знаходиться в барабані, і допомагає перевірити, чи все є у ванні для прання, і чи нічого не пропало. Підсвічування також служить нагадуванням про завершення циклу прання.

Було розроблено ілюстрацію пральної машини зі світлодіодним підсвічуванням у пральному баку. Було встановлено, що для реалізації світлодіодного освітлення в електричній моделі пральної машини необхідні такі електричні компоненти: світлодіоди, резистори, транзистори, конденсатори, електронна плата, драйвери та джерело живлення.

Для доказу практичного застосування було розроблено детальний аналіз поліпшення роботи пральної машини шляхом додавання світлодіодів і принципова електрична схема. Ці розрахунки та ілюстрації підтвердили

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

правильність конструкції та ремонтпридатність світлодіодної стрічки зі світлодіодним підсвічуванням.

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
						48
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Григоренко І. В. Розробка LED-освітлення для побутових пристроїв: технології та перспективи // Електротехніка і електромеханіка. – 2018. – № 6. – С. 37-42.
2. Жуковський В. М., Коваль В. І., Лукашук І. Ю. Світлодіодна техніка: принципи, технології, застосування. – К.: Техніка, 2016. – 424 с.
3. Корнійчук Ю. О., Козак І. В. Використання світлодіодних джерел світла в побутовій техніці // Електроніка та системи управління. – 2019. – № 4 (60). – С. 67-72.
4. Кушнірук О. І., Мельничук А. І. Дослідження та вдосконалення світлового модуля пральних машин // Технічні науки в Україні. – 2017. – № 4 (61). – С. 85-90.
5. Мазур В. В., Дударенко О. В. LED-освітлення пральних машин: стан та перспективи розвитку // Електротехніка і електромеханіка. – 2017. – № 2. – С. 44-49.
6. Нестеренко М. І., Григор'єва Л. О., Степанов А. В. Дослідження технологій LED-освітлення для пральних машин // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Нові рішення в сучасних технологіях. – 2018. – № 35. – С. 100-107.
7. Петров В. В., Герасимчук Л. Ю. Дослідження параметрів LED-підсвітки пральних машин // Електроніка та системи управління. – 2019. – № 3 (59). – С. 87- 94.
8. Савченко О. В., Білоус Ю. В., Ковальчук І. М. Вплив LED-підсвітки на споживання енергії пральної машини // Технології та дизайн. – 2020. – № 2. – С. 49-53.
9. Соколенко Л. М., Гречанюк В. О. Аналіз властивостей LED-підсвітки для пральних машин // Вісник Прикарпатського національного університету імені Василя Стефаника. Технічні науки. – 2017. – № 2 (3). – С. 98-103.

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

10. Тарасюк О. М., Марущак М. В., Мельник Л. І. Використання LED-підсвітки в пральних машинах з метою зменшення впливу на навколишнє середовище // Технології та інжиніринг. – 2019. – № 1. – С. 95-100.

11. Усачова Н. І., Кравченко В. І., Григорович О. М. Стан та перспективи застосування LED-підсвітки в пральних машинах // Енергетика. Електротехніка. Енергозбереження. – 2020. – № 3 (22). – С. 43-48.

12. Федорчук В. М., Карпенко О. В., Литвинчук С. М. Вдосконалення LED-підсвітки пральних машин з використанням мікроконтролера // Електротехніка і комп'ютерні системи. – 2018. – № 27. – С. 123-128.

13. Черненко В. П., Кириченко С. М., Литвинов О. І. Розробка оптимальної конструкції LED-підсвітки для пральних машин // Електротехніка і електромеханіка. – 2016. – № 3. – С. 65-70.

14. Шульга О. В., Григоренко І. В., Лебідь В. П. Вплив параметрів LED-підсвітки на комфортність користування пральною машиною // Вісник Житомирського державного технологічного університету. – 2017. – № 2 (79). – С. 101-106.

15. Шустова Л. О., Вознюк О. В., Кравець О. М. Розробка оптимальної системи LED-підсвітки для пральних машин // Електроніка та системи управління. – 2018. – № 1 (49). – С. 42-47.

16. Юрченко О. О., Литвинчук С. М., Ткаченко О. В. Ефективність використання LED-підсвітки в пральних машинах // Енергетика, електротехніка, електромеханіка. – 2019. – № 3. – С. 86-91.

17. Ярмолюк В. М., Литвинчук С. М., Федорчук В. М. Використання LED-підсвітки в пральних машинах для забезпечення екологічної безпеки // Вісник Криворізького національного університету. – 2020. – № 2 (55). – С. 80-85.

					<i>БРМА 23.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					БРМА 23.00.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		