

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Удосконалення системи керування температурним режимом побутової кавоварки

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

Шифр МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Виконав студент 2 курсу
група ЕТм-23-1


Підпис

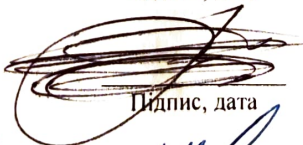
Д. А. Штогрін
Ініціали, прізвище

Керівник


Підпис, дата

В. С. Неймак
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер


Підпис, дата

О. Тимошук
Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:


Підпис, дата

В. С. Неймак
Ініціали, прізвище

Зав. кафедри МАЕЕС

17 12 2024 р.

Хмельницький 2024

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра машин і апаратів, електромеханічних та енергетичних систем

Освітній рівень магістр

Галузь знань 14 Електрична інженерія

Шифр і назва

Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Шифр і назва

Освітня програма Електропобутова техніка

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МАЕЕС

к.т.н., доц. Неймак В.С.

17 . 12 2024р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Штогрін Дмитро Анатолійович

Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Удосконалення системи керування температурним режимом побутової кавоварки

керівник роботи Неймак Віталій Станіславович, к.т.н., доцент

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

Затверджено наказом ректора університету від 26 08 2024 р. № 60

2. Строк подання студентом роботи на кафедру _____

3. Вихідні дані до роботи технічні характеристики побутових кавоварок

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

Вступ. 1. Огляд та аналіз існуючих технологічних та технічних рішень з тематики магістерської роботи. 2. Розробка удосконаленої системи керування температурним режимом кавоварки 3. Розрахунки та вибір елементів конструкції кавоварки. Перелік джерел посилання.

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

1. Кавоварки (ДО, 2А1). 2. Принципи дії кавоварок (ДТ, А1). 3. Кавоварка Scarlett SC 037 (ДІ, А1). 4. Система подачі пару та окропу кавоварки Scarlett SC 037 (ДІ, А1). 5. Кавоварка (ЕЗ, А1). 6. Плата керування кавоварки (Е1, А1). 7. Розрахунки характеристик кавоварки (РР, А1).

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи


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

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

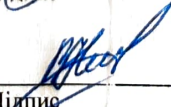
Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1. Огляд та аналіз існуючих з технологічних та технічних рішень тематики магістерської роботи.	до 30.10.24р.	
2. Розробка удосконаленої системи керування температурним режимом кавоварки	до 10.11.24р.	
3. Розрахунки та вибір елементів конструкції кавоварки	до 20.11.24р.	
4. Оформлення пояснювальної записки та графічного матеріалу	до 12.12.24р.	

Студент


Підпис

Д.А. Штогрін
Ініціали, прізвище

Керівник роботи


Підпис

В.С. Неймак
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

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

1. Прізвище, ім'я та по батькові _____

Штогрін Дмитро Анатолійович

2. Тема магістерської роботи Удосконалення системи керування температурним режимом побутової кавоварки

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

4. Об'єм магістерської роботи: креслень 8 арк., сторінок записки 70

5. В ході виконання магістерської роботи був проведений аналіз конструкцій кавоварок та технологій приготування кави. В результаті аналізу зроблено висновок про актуальність модернізації системи температурного керування кавоварки із метою покращення якості кави та зменшення енерговитрат. В розрахунково-пояснювальній записці наведено всі необхідні розробки, а також розділи, що відповідають встановленим вимогам. В першому розділі проведено огляд та аналіз існуючих технічних та технологічних рішень з тематики магістерської роботи. В другому розділі здійснюється розробка удосконаленої системи керування температурним режимом кавоварки. В третьому розділі проведено цикл необхідних розрахунків, зокрема пораховано теплоізоляцію кавоварки та необхідну її потужність, згідно із цим вибрано електронагрівач.

Підпис студента _____

" 17 " 12 2024 р.

РІШЕННЯ ЕК:

Протокол 4 від " 26 " 12 2024 р.

Оцінка проекту ЕК _____

Рекомендації ЕК _____

Особливі відмітки _____



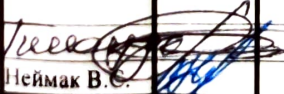

Технічний секретар _____

" 26 " 12 2024 р.

ЗМІСТ

	с.
Вступ.....	6
1 Аналіз існуючих технічних і технологічних рішень із тематики магістерської роботи.....	9
1.1 Загальні відомості.....	9
1.2 Аналіз існуючих конструкцій кавоварок.....	10
1.3 Аналіз технологій приготування кави.....	33
Висновки до першого розділу.....	43
2 Розробка удосконаленої системи керування температурним режимом кавоварки.....	44
2.1 Опис конструкції кавоварки, що прийнята базовою для розробки.....	44
2.2 Опис електричної схеми кавоварки Scarlett SC-037.....	47
2.3 Існуючі системи керування температурними режимами побутових приладів	47
2.4 Удосконалення системи керування температурним режимом кавоварки.....	50
2.5 Розробка 3-D моделі кавоварки	56
2.6 Розробка рекомендацій з ремонту кавоварки.....	57
2.7 Аналіз небезпечних факторів при експлуатації і обслуговуванні кавоварки.....	59
Висновки до другого розділу.....	61
3 Розрахунки та вибір елементів конструкції кавоварки.....	62
3.1 Розрахунок теплоізоляції кавоварки.....	62

МРМА 24.00.00.000 ПЗ

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата
Виконав		Штогрін Д.А.		
Перевір.		Неймак В.С.		
Н.контр.				
Затвер.		Неймак В.С.		

Удосконалення системи керування температурним режимом побутової кавоварки

Літера	Аркуш	Аркушів
	4	

ХНУ, гр.ЕТм-23-1

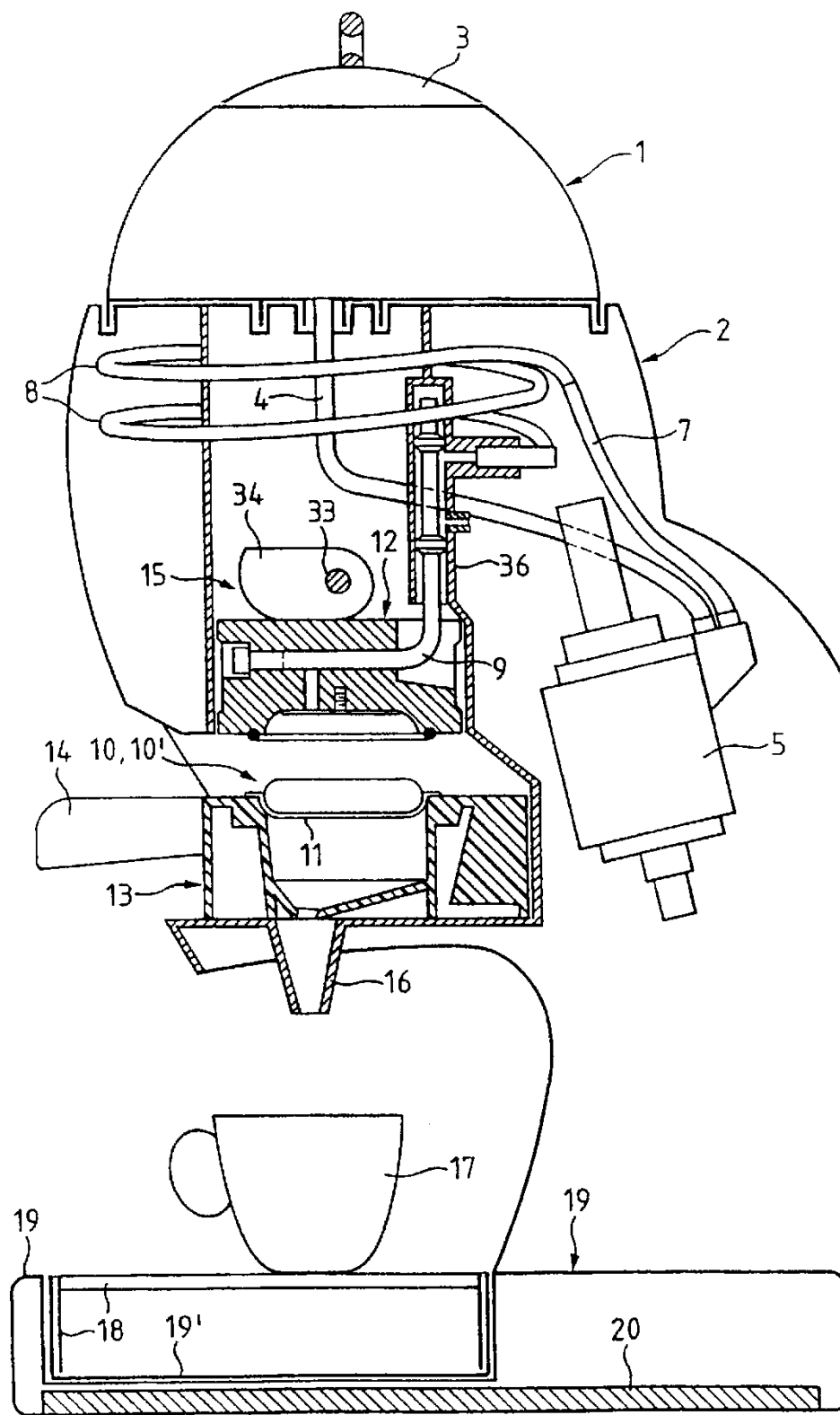


Рисунок 1.1 - Кавоварка, вертикальний переріз

Коли вода проходить через цю металеву трубку, по котушці тече змінний струм. Металева трубка нагрівається за рахунок електромагнітної індукції, а вода, що проходить через трубку, нагрівається за рахунок теплопровідності.

Частота змінного струму регулюється електронною системою управління залежно від температури води на виході (лист МРМА 24.00.00.000 ДО1, рис. 1).

Завдання полягає в тому, щоб розробити кавомашину, яка, по-перше, не відчувала б нестачі часу на попереднє нагрівання і, по-друге, не відчувала б його в режимі очікування. На рис. 1.2 показано перспективний вигляд проточного нагрівального елемента з окремими шарами.

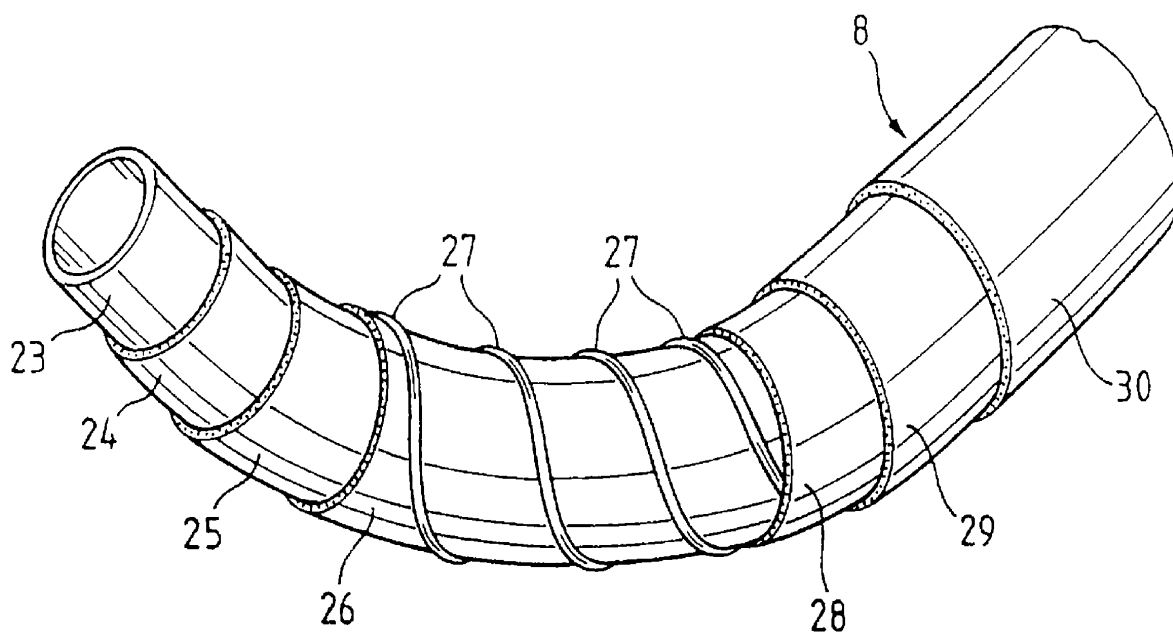


Рисунок 1.2 - Перспективний вид на нагрівальний елемент потоку води із зображенням окремих шарів

На рисунку 1.3 зображений перетин по варильній камері і її замикаючому пристрої.

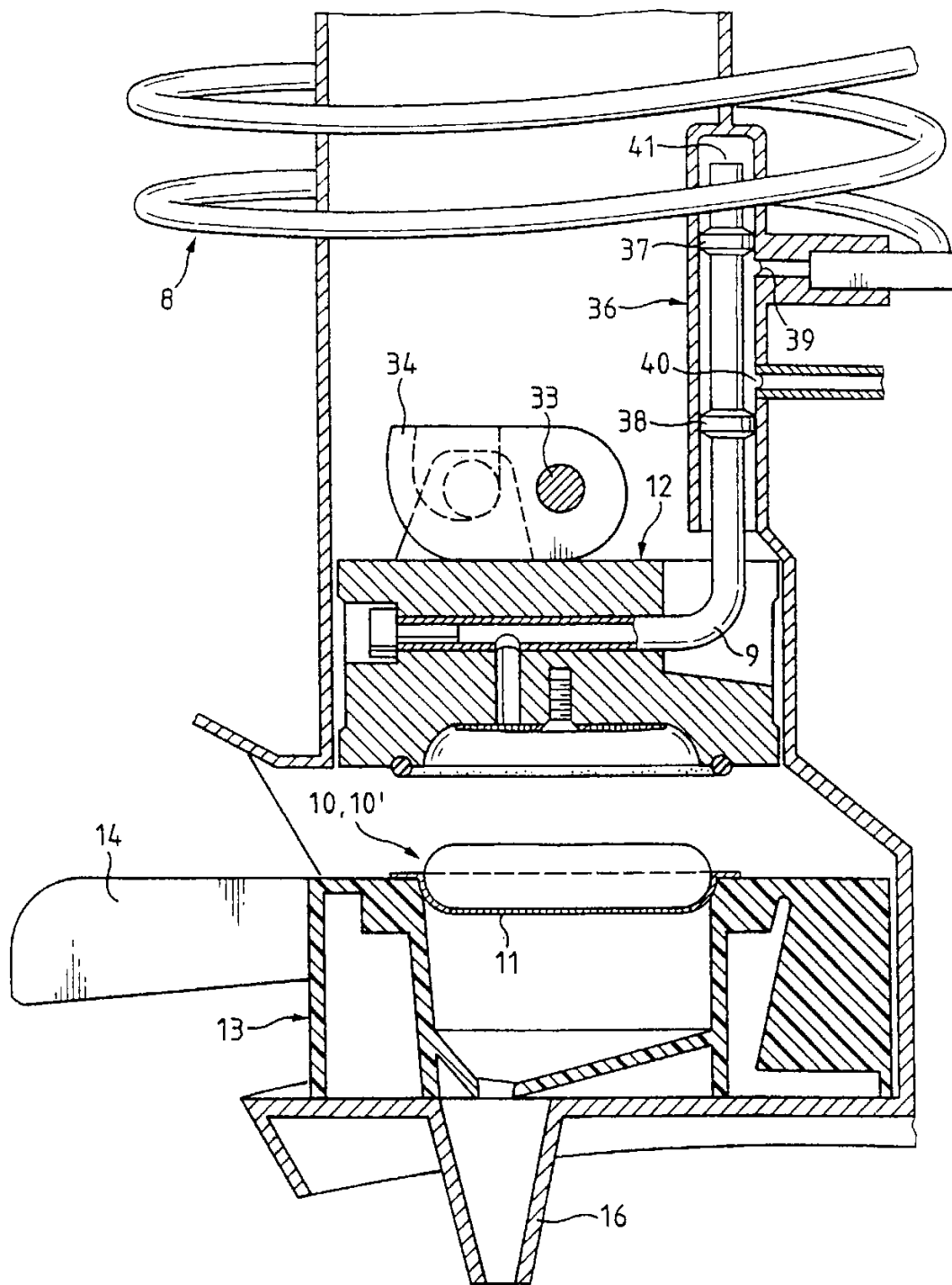


Рисунок 1.3 - Кавоварка, перетин по варильній камері і її замикаючому пристрої

На рисунку 1.4 схематично зображений вертикальний переріз кавоварки по кращому варіанті винаходу.

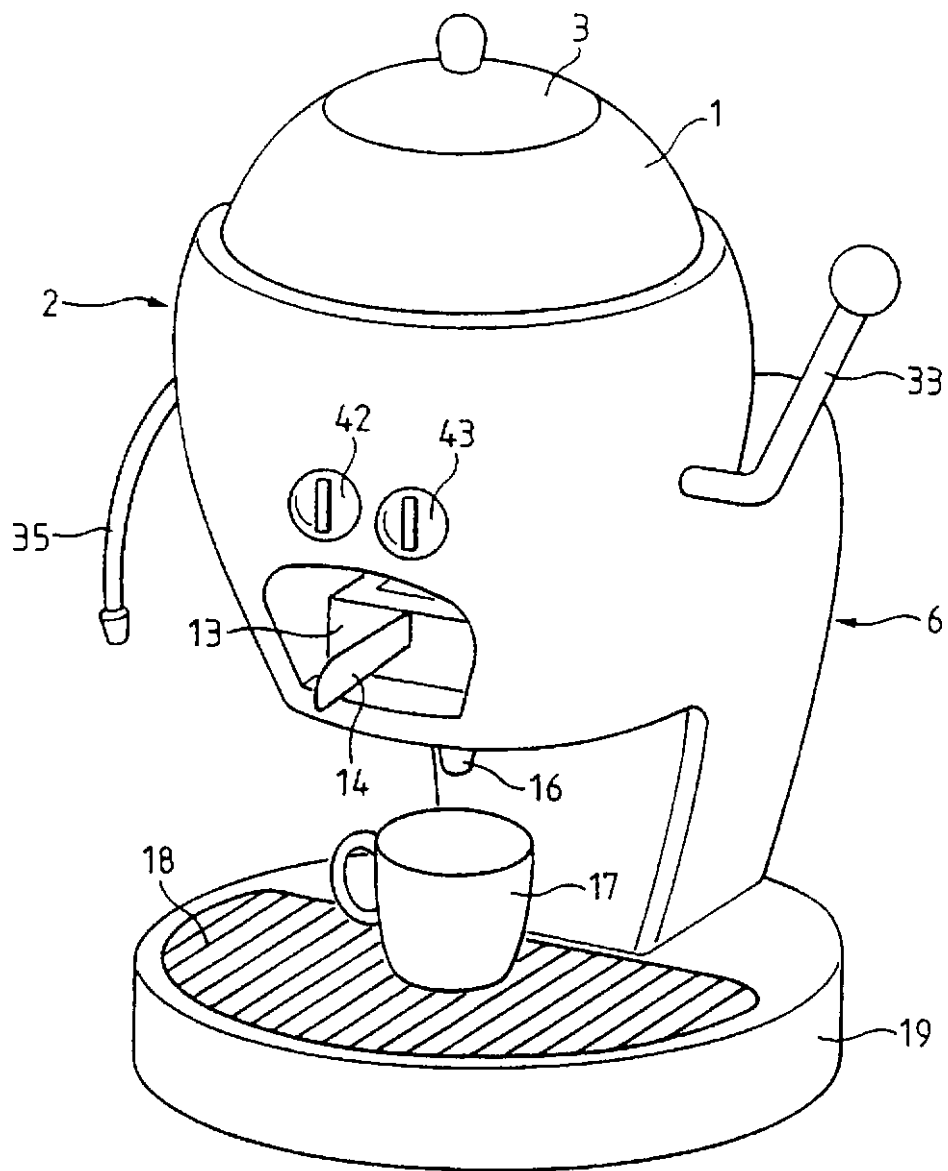


Рисунок 1.4 - Загальний вигляд кавоварки

Резервуар для води 1 встановлено у верхній частині 2 кавомашини. Резервуар для води 1 виготовлено з прозорого матеріалу, перевага якого полягає в тому, що користувач може постійно стежити за рівнем води та додавати її за потреби. За необхідності очищення резервуар для води 1 можна легко зняти.

Контейнер має кришку 3, що вільно знімається, яка може бути загвинчена або закріплена на шарнірі. На малюнках 1.5 і 1.6 показано поперечні перерізи двох чашок різного розміру.

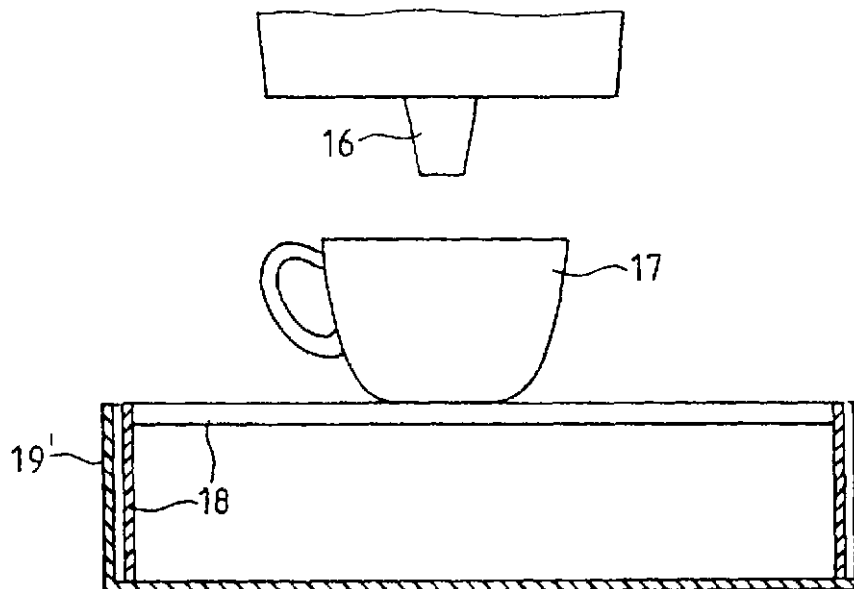


Рисунок 1.5 - Встановлення чашки невеликого розміру

Шланг або трубка 4 слугує для подачі води з резервуара 1 у насос 5. Насос може бути встановлений у горловині 6 кавомашини. По шлангу або трубці 7 вода надходить у проточний водонагрівач 8 і далі. У проточному водонагрівачі 8 вода нагрівається до необхідної температури вище 90°C або до випаровування. Проточні водонагрівачі виконані у вигляді багатошарових трубок, що живляться, наприклад, від електричної системи опалення.

Детальний опис насоса 5 і проточного водонагрівача 8 наведено далі в описі малюнків 2.5 і 2.6. Проточний водонагрівач 8 з'єднаний з варильною камерою 10 перемичкою 9, наприклад, з нержавіючої сталі. У перемичці 9 вода може охолоджуватися на кілька градусів. Екстракційна камера 10 містить мелену каву 10', через яку під тиском проходить гаряча вода або пара. Екстракційна камера 10 в основному складається з основи 11 і

кришки 12 екстракційної камери. Основа 11 камери оточена корпусом 13 з ручкою 14. Корпус 13 засувається користувачем у кавомашину і фіксується на ній за допомогою запірної пристрої 15, тим самим забезпечуючи надійну фіксацію варильної камери 10. Як варильну камеру 10, так і запірний пристрій 15 докладно описано на малюнку 2.7.

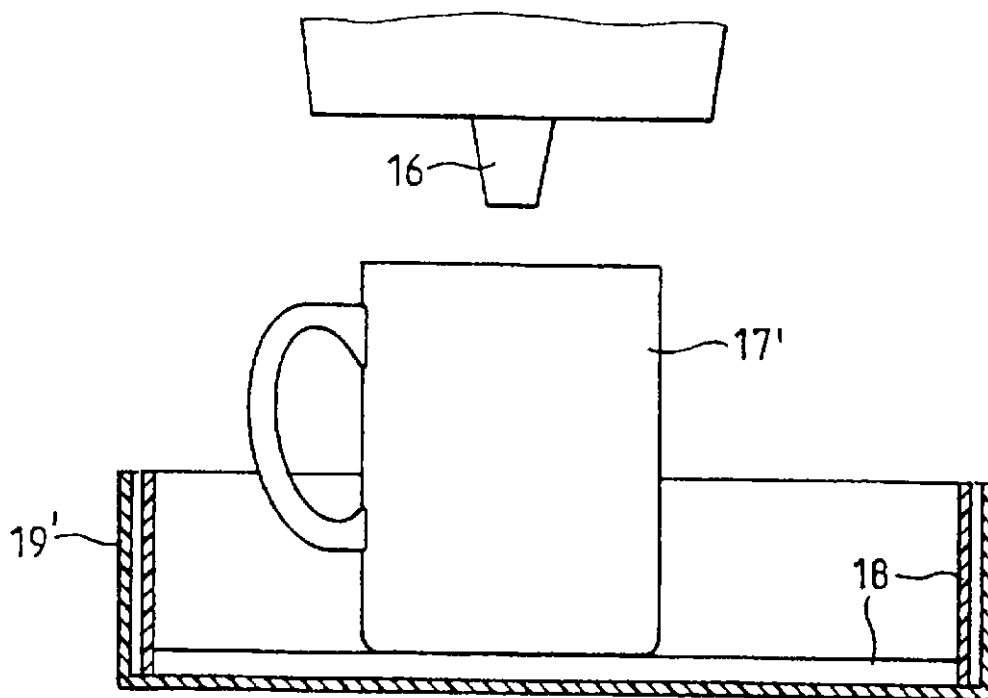


Рисунок 1.6 - Встановлення чашки великого розміру

Готова кава виходить з екстракційної камери 10 через носик 16 у чашку 17. Чашка 17 встановлена на решітці 18, яка розміщена на вставці 19', яка, своєю чергою, розміщена в основі 19. Для підвищення стійкості кавоварки підставу 19 можна зробити більш масивною, ввівши в конструкцію додаткові вантажі, наприклад, із цинкового лиття або свинцю 20. У переважному варіанті реалізації винаходу живлення кавоварки здійснюється через основу 19 за допомогою кабелю 22 зі штепсельним роз'ємом 21. На мал. 2.2 показано конструкцію проточного водонагрівача 8

у переважному варіанті здійснення винаходу. Перевага такого проточного водонагрівача 8 порівняно зі звичайними гігантськими електронагрівачами полягає в тому, що температуру нагрівання можна швидко змінювати. У результаті не потрібне попереднє нагрівання, а в режимі очікування не потрібна додаткова енергія. У переважному варіанті здійснення винаходу проточний водонагрівач 8 містить внутрішню трубку 23, по якій тече вода і яка може бути виготовлена, наприклад, з алюмінію, неіржавкої сталі або термостійкого пластику. Навколо внутрішньої трубки 23 розташований внутрішній ізоляційний шар 24-26 з електроізоляційного та термостійкого матеріалу, наприклад, хромонікелевого сплаву. Навколо нитки 27 розташований щонайменше один зовнішній ізоляційний шар 28-30, який також виготовлений, наприклад, із термостійкого пластику. Проточний водонагрівач 8 є основним компонентом опалювальної системи винаходу, і на рис. 2.8 показано всю опалювальну систему. На мал. 2.8 показано нитку розжарювання 27 усередині проточного водонагрівача 8, яка в переважному варіанті здійснення винаходу має спіралеподібну форму і вільне розташування. На вході в проточний водонагрівач 8 встановлено насос 5 із трубкою 7, нагнітальна трубка якого з'єднана з перемичкою 9. У переважному варіанті здійснення винаходу насос 5 перебуває в підвішеному стані і вібрує під час роботи як мембранний насос. Ця вібрація передається на проточний водонагрівач 8. Вібрація проточного водонагрівача 8 запобігає або зменшує утворення відкладень на внутрішній трубці 23 або сприяє видаленню відкладень з поверхні внутрішньої трубки. У переважному варіанті здійснення винаходу проточний водонагрівач 8 забезпечений схемою управління, яка забезпечує нагрівання води до необхідної температури під час кожної екстракції кави. Для цього на виході з проточного водонагрівача 8 передбачено датчик температури. Згідно з переважним варіантом

здійснення винаходу, температура T , виміряна датчиком, є параметром керування, за допомогою якого задають потужність насоса 5 і витрату води F . В іншому варіанті здійснення винаходу температура T є керованим параметром для регулювання потужності нагріву (потужності нагріву) нитки розжарювання 27. У третьому варіанті здійснення винаходу потужність насоса і потужність нагріву регулюються одночасно. Для регулювання або керування в переважному варіанті здійснення винаходу використовується мікропроцесор 32, встановлений поруч із насосом 5. Замість мікропроцесора 32 для забезпечення керування може бути використана проста електронна схема.

Датчик температури 31 і мікропроцесор 32 також необхідні для попередження користувача про наявність відкладень у проточному водонагрівачі 8. За наявності відкладень на стінках проточного водонагрівача 8 час нагрівання t за заданої потужності нагрівання збільшується. Тому висновки про наявність відкладень на внутрішній поверхні нагрівальної трубки можна зробити на підставі невідповідності між потужністю нагріву, потужністю насоса і часом нагріву t . Під час кожного виймання кави мікропроцесор перевіряє, чи не перевищує кількість відкладень максимально допустиме значення. Якщо це значення перевищено, користувач отримує звукове або світлове повідомлення. Отримавши сигнал, користувач може вжити відповідних заходів. Температура, за якої вариться кава, має значний вплив на смак напою. Винахід дає змогу заощаджувати час та енергію, але якість кави завжди має залишатися високою і не залежати від ступеня нагрівання ненагрівальних елементів 9-12, розташованих уздовж шляху води між нагрівачем потоку води 8 і меленою кавою 10. Тому тільки невелика частина енергії може бути вилучена з усього шляху між проточним водонагрівачем 8 і меленою кавою 10'. Для цього мають бути виконані дві

води також контролюється важелем 33 або кришкою екстракційної камери 12. Гаряча вода надходить до екстракційної камери і витікає з неї в чашку 17 тільки тоді, коли кришка 12 екстракційної камери перебуває в нижньому положенні. Однак, коли кришка камери 12 перебуває у верхньому положенні та камера 10 відчинена, гаряча вода або, як варіант, пара виходять із кавомашини через паропровід 35. Гаряча вода з паропроводу 35 може бути використана, наприклад, для приготування тостів, а пара - для підігріву молока. Точка, в якій потік перемикається на один із двох шляхів, знаходиться на вході в перемичку 9. Перемичка 9 розміщена в корпусі 36, ущільнена двома кільцями ущільнювачів 37 і 38 та переміщується разом із кришкою варильної камери 12. У верхньому положенні верхнє ущільнювальне кільце 37 знаходиться над входом 39 для води і запобігає потраплянню гарячої води або пари в перемичку 9, так що гаряча вода або пара потрапляють у впуск 40 паропроводу 35. У нижньому положенні верхнє ущільнювальне кільце 37 знаходиться нижче впускного отвору 39 для води, дозволяючи гарячій воді надходити у впускний отвір 41 перемички 9.

Кавомашина оснащена перемикачем 42 для вибору типу напою, що готується. Наприклад, перемикач може перебувати в положенні «експресо», «мокко», «фільтр-кава», «капучино» або в інших положеннях. Залежно від положення перемикача 42 типу кави мікропроцесор 32 обирає різну програму, відповідно до якої в кожному випадку задається температура води T і відповідна продуктивність насоса. Для різних видів кави передбачені різні типи екстракційних камер 11, які встановлюються в корпус 13 у вигляді змінних модулів. Дно екстракційної камери 11 для кави мокко або еспресо виконано у вигляді перфорованої пластини з ізоляційного матеріалу. Для приготування фільтрованої кави необхідно встановити фільтр у дно екстракційної камери 11 і передбачити злив.

Мелену каву 10' завантажують в екстракційну камеру в розгорнутому вигляді або, наприклад, упакованою в пакетики. Крім корпусу 13, важеля 33 і перемикача 42 кави, кавомашина оснащена загальним перемикачем 43. Цей перемикач має три положення, звані, наприклад, «пар», «вимкнено» і «кава», і виконує дві функції. Перша функція вмикає і вимикає кавоварку. У положенні «вимкнено» кавоварка вимкнена і не споживає енергію, на відміну від звичайних кавоварок, які перебувають у режимі очікування. Користувач визначає кількість кави, яку він хоче отримати, і переводить перемикач із положення «вимкнено» в положення «кава», а потім із положення «кава» в положення «вимкнено», щоб припинити подачу кави. Те ж саме стосується і генерації пари. Відповідно до другої функції загальний перемикач діє як термостат для відведення потоку з паропроводу 35. Якщо важіль 33 перебуває у верхньому положенні, а загальний перемикач - у положенні «пара», з паропроводу 35 витікає пара; якщо загальний перемикач перебуває в положенні «кава», витікає гаряча вода. Якщо загальний перемикач перебуває в положенні «пар», а важіль - у нижньому положенні, подача води механічно перекривається. У таблиці 3 наведено всі положення важеля і загального перемикача. Кавомашина може бути оснащена пристроєм, який автоматично регулює кількість кави. Решітка 18, на якій розташовуються чашки 17, виконана з можливістю повороту у вставці 19'. Таким чином, між краплезбірником 16 і решіткою 18 можна встановити два різні за розміром проміжки, що дає змогу розміщувати чашки 17 і 17' під кавоваркою на різній висоті. Відстань між крапельним носиком 16 і чашкою 17 має бути досить великою, інакше на поверхні кави не буде утворюватися пінка. На малюнку 1.7 показано маленьку кавову чашку 17, встановлену на решітці 18 решіткою догори, а на малюнку 2.8 - велику кавову чашку 17', встановлену на решітці 18 решіткою вниз. Таким чином, кавоварка містить резервуар для води 1,

служить також для підтримки контейнера з екстрагованою кавою. Кип'ятильник сконструйовано як посудину, що розширюється до низу і має запобіжний клапан у верхній частині для скидання надлишкового тиску пари. На рис. 1.7 показано поздовжній розріз пропонованого вузла кавоварки. Кавоварка має нижній контейнер 1 конічної форми з широким дном. Широке дно сприяє стійкості контейнера і полегшує нагрівання води. У верхній частині нижньої ємності 1 розміщено витяжну вкладку 2 з отвором у дні, яка з'єднана з нижньою ємністю через лійкоподібну трубку для гарячої води 3, прикріплену до центру. Верхня частина ємності 1 (бойлер) закрита кришкою 4, герметично з'єднаною з екстракційною вкладкою 2, у центрі якої є порожнистий виступ 5 для взаємодії з кавовим колектором 6. Дно кавового колектора 6 спрямоване всередину і розташоване в центрі заглиблення 7.

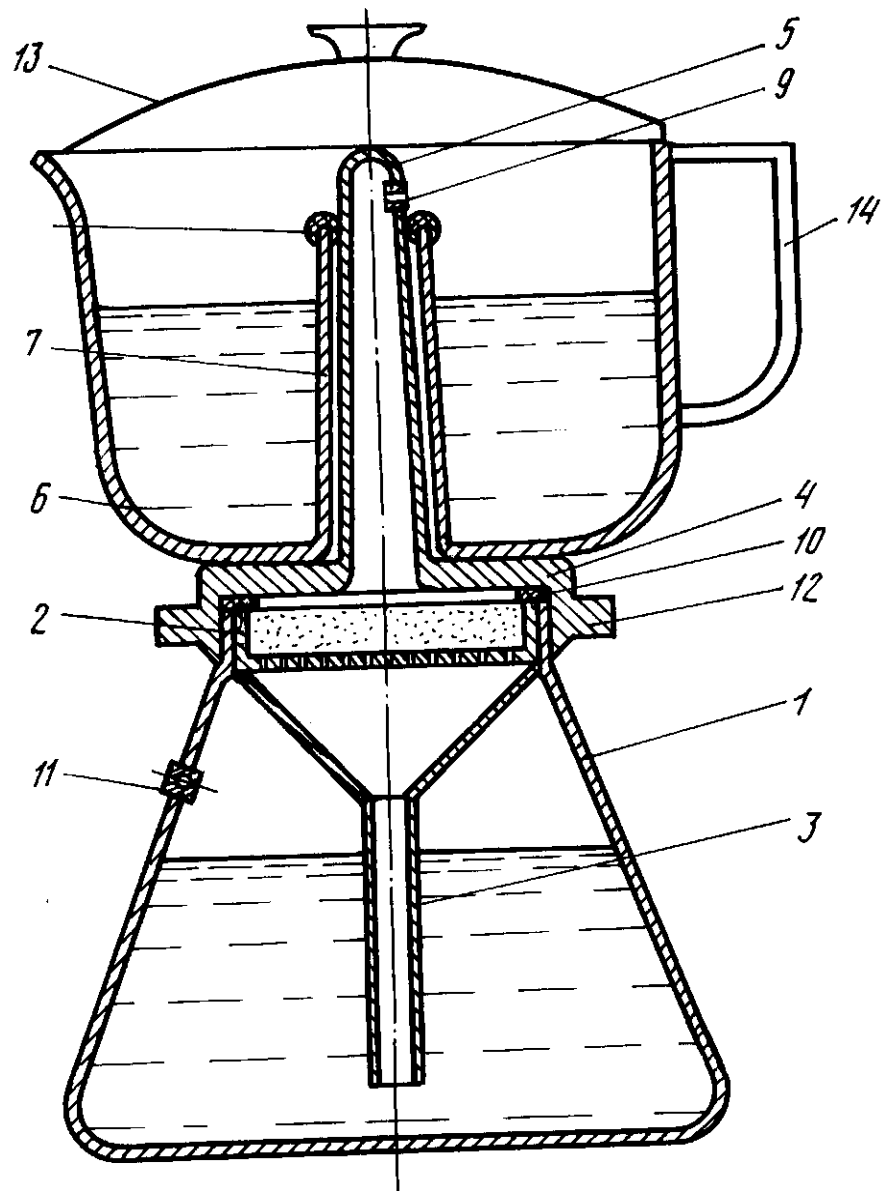


Рисунок 1.7 – Загальний вигляд кавоварки

Форма полого виступу 5 аналогічна формі заглиблення 7 на дні резервуара для зберігання кави 6. Виступ 5 кришки 4 вільно розміщується в заглибленні 7 на дні резервуара для зберігання кави. Для запобігання потраплянню рідини між поверхнями виступу 5 і заглиблення 7 встановлено ущільнювальну прокладку 8 (аркуш МРМА 24.00.00.000 ДО1, рис. 2). У виступі 5 у верхній частині ущільнювача 8 передбачено отвір 9 для зливання кави (готового напою) у збірку екстрактної кави 6. Між нижнім контейнером бойлера 1 і основою кришки 4 встановлено

компонентів шляхом сублімації та конденсації в повсякденному житті. Сутність винаходу полягає в тому, що кавоварка містить резервуар для води, трубку, з'єднану з ним клапаном, фільтр для екстракції, пристрій для зберігання напоїв, нагрівач, випарну камеру та конденсатор, що контактує з нагрівачем, причому вільний кінець трубки вміщено у випарну камеру, а конденсатор сполучено з випарною камерою паровою трубкою. Винахід належить до побутового приладу, який може бути використаний для швидкого приготування гарячої кави і, переважно, напоїв на основі лікарських рослин, при цьому вода очищається від домішок і солей. Відомі кавоварки [1] забезпечені утримувальним клапаном, екстракційним фільтром, резервуаром для напою, нагрівачем, резервуаром для води і трубками. Вода з резервуара для води надходить через клапан у трубку, де нагрівається і під дією пари, що утворюється, подається в резервуар для напою і через фільтр для екстракції. Клапан запобігає перетіканню гарячої води з трубки в резервуар для води. Однак кавоварка не очищає воду від солей, механічних домішок та інших забруднень, що містяться в питній воді. Завданням винаходу є очищення води та поліпшення її якості в процесі приготування гарячих напоїв без зниження продуктивності кавоварки та часу приготування напою. Для цього кавоварка, що має резервуар для води, трубку, з'єднану з ним клапаном, фільтр для екстракції, пристрій для зберігання напою і нагрівач, забезпечена випарною камерою, що контактує з нагрівачем, та конденсатором, причому вільний кінець трубки розташовано у випарній камері, а конденсатор з'єднано з випарною камерою паропроводом. На малюнку 1.8 показано схему пропонованої кавомашини. Резервуар для води 1 з'єднаний із трубкою 2 для зливу води через клапан 3. Трубка 2 перебуває в тепловому контакті з нагрівачем 4 і веде у випарну камеру 5. Паропровід 6 з'єднаний із конденсатором 7. Екстракційний фільтр 8 розташований над

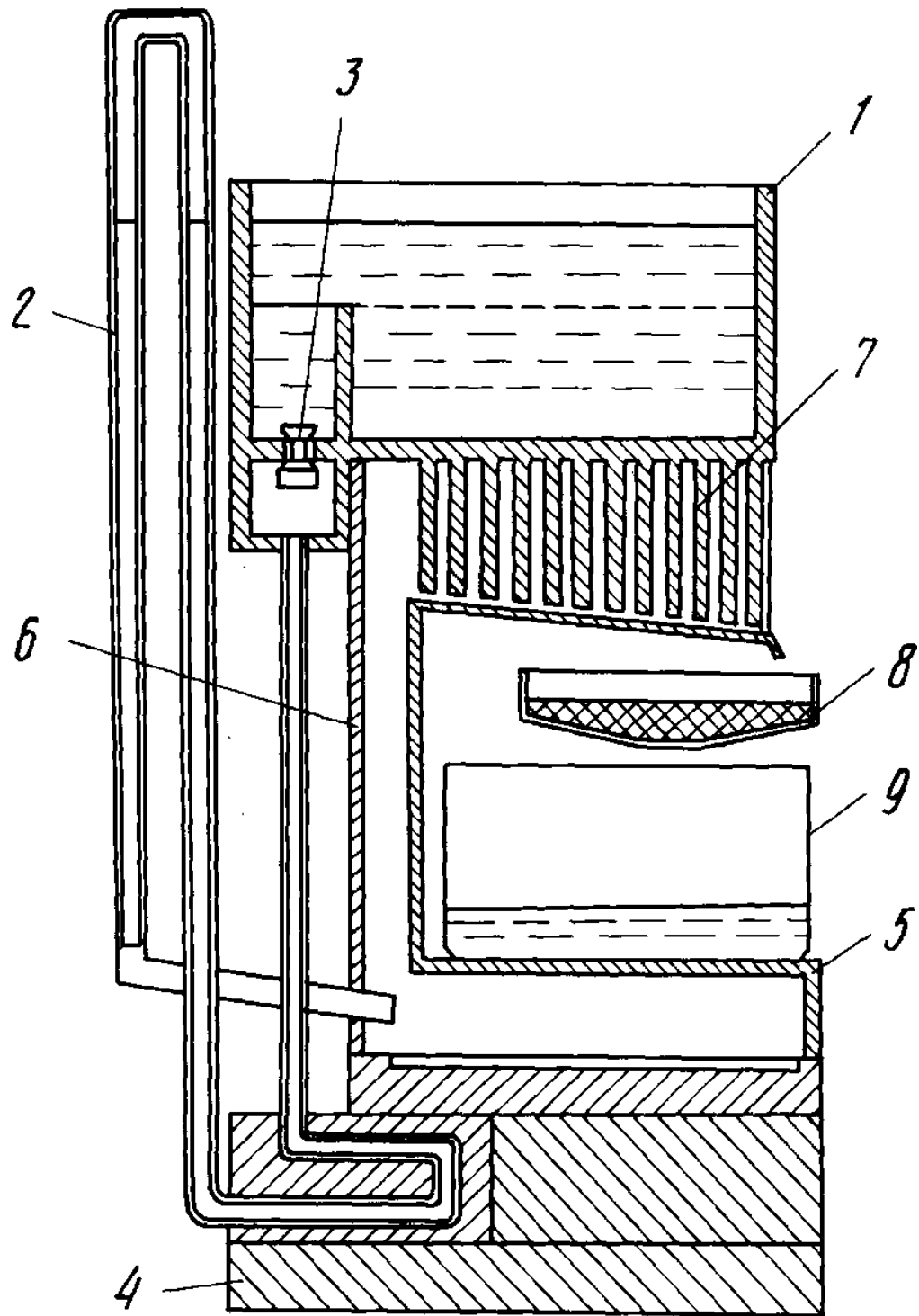


Рисунок 1.8 – Загальний вигляд кавоварки

Пропонована парова кавоварка може бути використана в повсякденному житті для одночасного кип'ятіння води та її радикального очищення від сторонніх компонентів (лист МРМА 24.00.00.000 ДО1, мал. 3). 1.2.4 Кавоварка Справжній винахід стосується сфери громадського

харчування, а саме - приготування кави Винахід стосується пристрою для приготування кави. Відома кавоварка, що складається з бойлера з розташованим у його верхній частині витяжним патрубком, який має трубки, спрямовані вгору й униз, і збірки екстрагованої кави, нижня частина якої має трубчасту гільзу, так що трубка, спрямована вгору, входить у гільзу і вільно розташовується на бойлері, розміщена на бойлері. У відомих кавоварках рукав забруднюється рідиною, що розбризкується або розпилюється [1]. Щоб запобігти забрудненню кавоварки під час роботи, діаметр гільзи обирають таким чином, щоб між нею і трубкою був мінімальний зазор. Трубка забезпечена знімним ковпаком з осьовими і радіальними каналами для проходження кави. Зовнішня кришка ковпака відгинається, щоб закрити верхню частину втулки. На малюнку 1.9 показано вигляд пропонованої кавоварки в осьовому поперечному перерізі, а на малюнку 1.10 - зовнішній вигляд частин, відокремлених одна від одної. Вона містить у собі бойлер 1, фланцевий дисковий елемент 2, який може бути прикручений до входу або виходу бойлера, і витяжну вкладку 3, що утворює чашу 4 для вивантаження готової кави. Воронка 5 з кавовим фільтром 6 встановлена на різьбі між бойлером 1 і дисковою частиною 2. Дискова частина 2 з'єднана з трубкою 8, що виходить угору з нижньої частини дискової частини та з'єднана з лійкою 5 і фільтром 6.

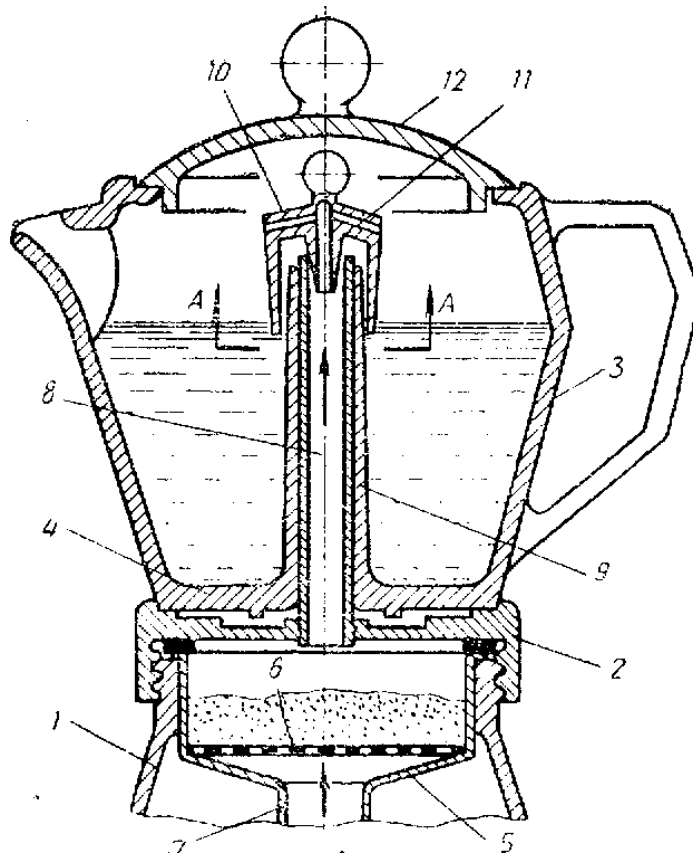


Рисунок 2.9 – Загальний вигляд кавоварки

Витяжна вкладка має втулку 9, що закриває трубку 8. На вільному кінці трубки 8 закріплений ковпачок 10 з осьовими і радіальними канавками 11 для проходження кави. Ковпачок встановлений таким чином, що його бічні стінки оточують гільзу 9 (лист МРМА 24.00.00.000 ДО1, рис. 4). Кавоварка оснащена кришкою 12. Кавоварка працює таким чином. Гаряча вода надходить із бойлера 1 по елеваторній трубці 7 і проходить через кавовий порошок на фільтрі 6 у решітці 5. Рідина проходить через трубку 8 у ковпак 10 і витікає через радіально розташовані канали 11 на вкладиш 3. Трубка 8 щільно прилягає до гільзи 9, тому рідина не може потрапити в гільзу, коли вона витікає з каналу 11. Потім вкладиш 3 знімається з дискової секції 2 і трубки 8. Після цього можна приступати до розливу готового напою. Після повторного закріплення вкладиша 3 на

трубці 8 і диску 2 кавоварка готова до наступної операції, коли буде відновлено екстракцію меленої кави.

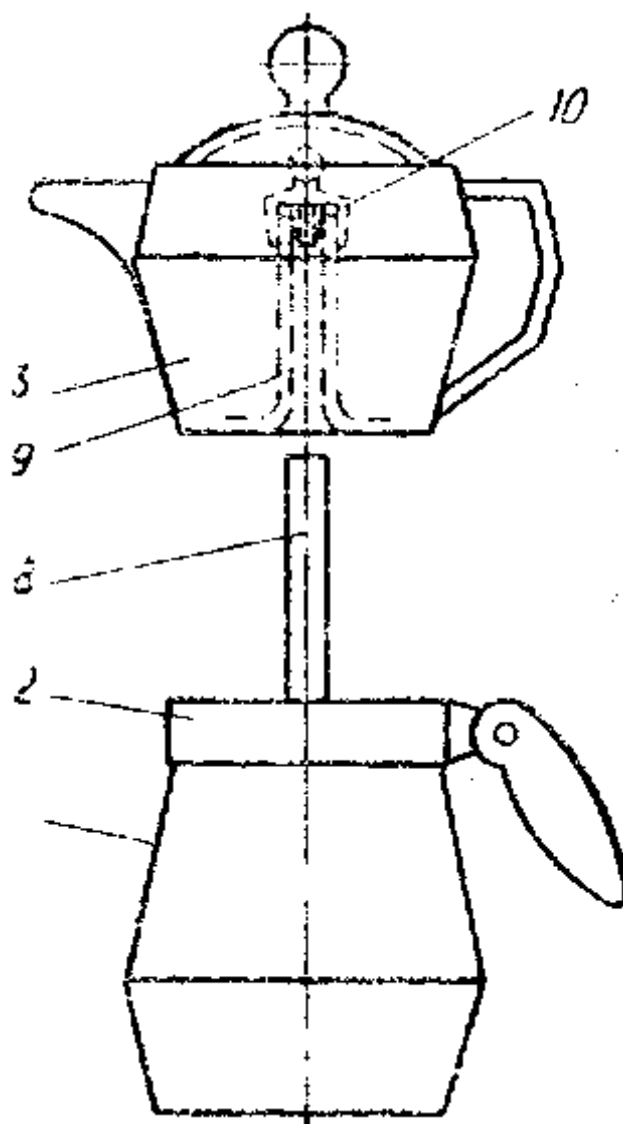


Рисунок 1.10 - Зовнішній вигляд кавоварки із розділеними частинами

Кавоварка, що складається з бойлера з екстракційною вкладкою, яка має спрямовані вгору і вниз трубки у верхній частині, та збірки екстракційної кави з трубчастою гільзою в нижній частині, вільно розташованою на бойлері так, щоб спрямовані вгору трубки входили в гільзу, кавоварка під час роботи. Для запобігання забрудненню діаметр

суміші пари і води) і потрапляє у фільтр 5, де міститься частина меленої кави. Готовий кавовий напій надходить у колбу 6. Піддон, на який ставиться колба, може містити нагрівальний елемент для підтримання напою в гарячому стані. Для аерації (спінювання) молока при приготуванні капучино передбачена спеціальна насадка 7, а пара подається через трубку 8 при відкритті крана 9. Кран також служить для скидання надлишкового тиску після закінчення роботи приладу (лист МРМА 24.00.00.000 ДТ).

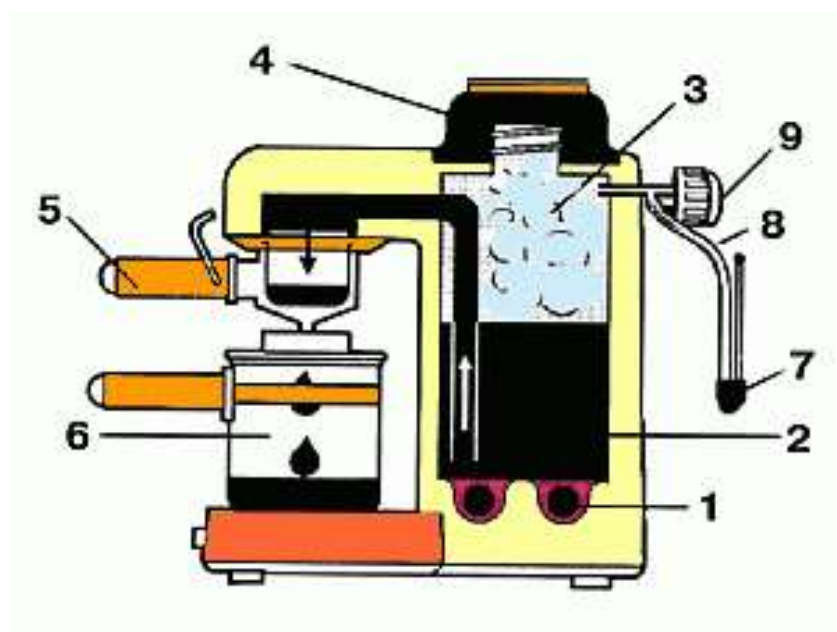


Рисунок 1.11 – Принцип дії каварки ESPRESSO

Недоліком цього типу каварок є тривалий час, необхідний для приготування кави. Це пов'язано з необхідністю нагріву та кип'ятіння всієї води в резервуарі. У результаті тиск не перевищує 3 бар. Як правило, така система використовується в компактних каварках з невеликим резервуаром. Як приклад можна навести Ufesa PE 7110 Troppo, Krups Espresso Mini 963, Krups II Primo 972, Unit UCM-810 і DeLonghi BAR 6.

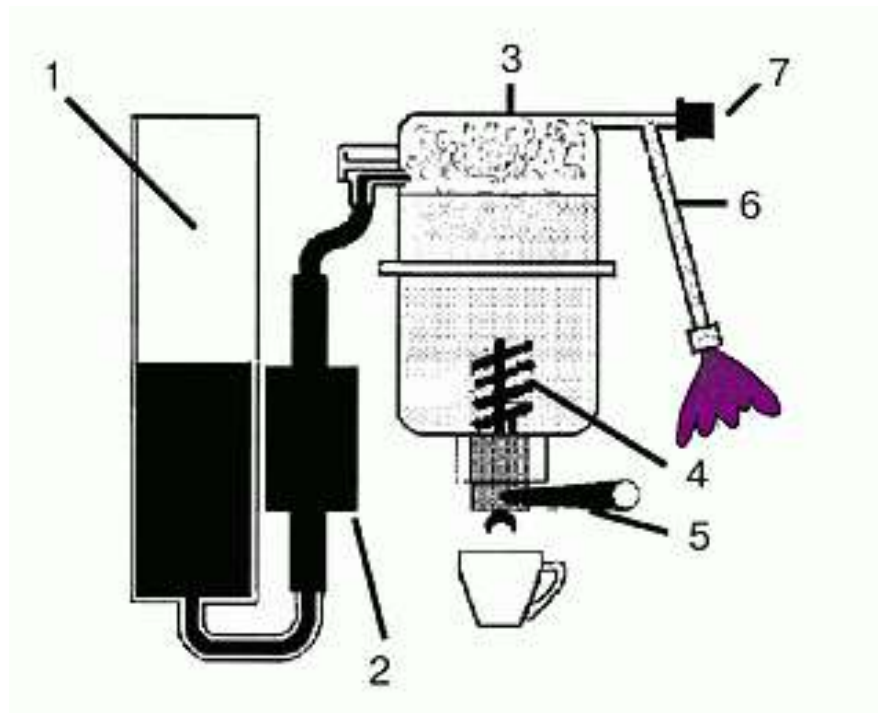


Рисунок 1.12 – Кавоварки з нагнітальним насосом і бойлером

Наявність дозуючого насоса дає змогу домогтися більш високого рівня тиску (9-17 бар залежно від потужності насоса) без кип'ятіння всього об'єму води, що заливається в резервуар кавомашини. Одну із систем кавомашини з нагнітальним насосом і бойлером (спеціальною ємністю для генерації пари) показано на мал. 1.13. Частину води з резервуара 1 спрямовують нагнітальним насосом 2 до бойлера 3, де вода закипає й утворюється пара. У котлі встановлено нагрівальний елемент 4. Кип'ячена вода або суміш пари та води надходить у фільтр разом із меленою кавою 5. Для приготування капучино у верхній частині бойлера є трубка 6 для виходу пари і паровий кран 7. До кавоварок такого типу належать, наприклад, Krups Novo Compact 989 і Krups Novo Compact Latte 882.

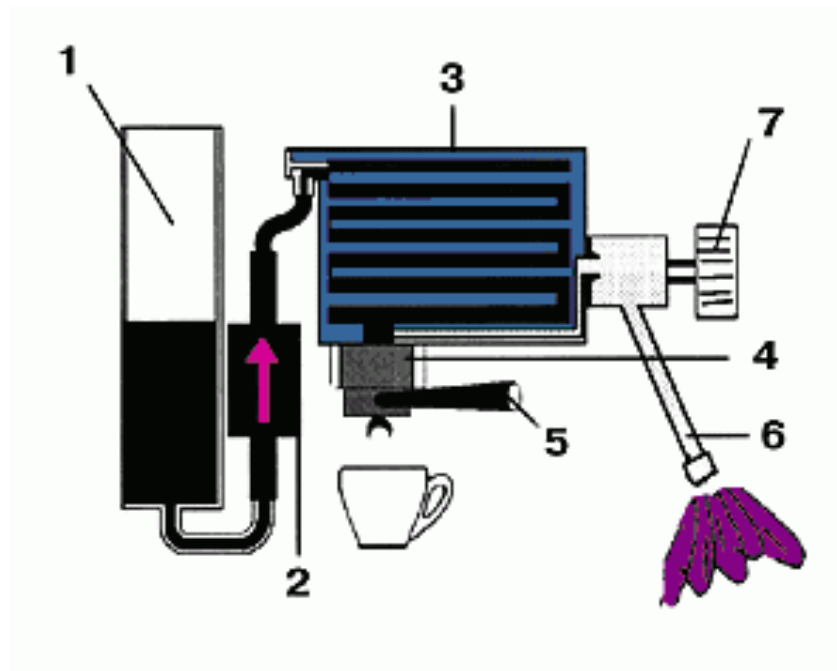


Рисунок 2.13 - Кавоварка з термоблоком

Останніми роками дедалі більша кількість кавоварок з помповими бойлерами замінюють бойлер термоблоком - нагрівальним елементом, оснащеним каналами для води, внутрішня поверхня яких має спіралеподібну форму. Залежно від режиму роботи кавомашини потужність, що підводиться до води, яка протікає лабіринтом каналів термоблока, достатня або для доведення води до кипіння (режим еспресо), або для отримання сильної пари (режим пари). Завдяки розвиненій поверхні підведення тепла вода нагрівається дуже швидко, і час приготування кави скорочується.



Рисунок 1.14 - Кавоварки із двома нагнітальними насосами фірми DeLonghi

Схему кавомашини цього типу показано на малюнку 1.14. Частина води з резервуара 1 подається інфузійним насосом 2 у тепловий блок 3. Звідти гаряча вода або пара надходять у диспенсер 4, який оснащений фільтром, що містить мелену каву 5. Для приготування капучино з вихідного отвору термоблока є трубка для випускання пари, що виходить при відкритті крана 7. Об'єм внутрішнього проточного каналу термоблока вибирається залежно від кількості приготованої кави на одну чашку. До кавоварок такого типу належать Rowenta ES-15, Krups Espresso Novo 964, Krups Nespresso 986 і Krups Espresso Maximo 863. Деякі кавомашини оснащені двома інфузійними насосами, які можуть готувати еспресо і капучино одночасно (моделі BAR-M 200 і BAR-M 110). У цьому разі для приготування капучино використовується спеціальний дозатор I.F.D. (Instant Floss Dispenser). На відміну від описаного вище способу, де пару подають у зовнішню ємність із молоком, тут молоко заздалегідь заливають у спеціальний резервуар усередині кавомашини, а диспенсер I.F.D. подає пінисте молоко безпосередньо в чашку (рис. 1.11). Конструкцію кавомашини з дозувальним насосом і термоблоком можна розглянути на прикладі серії

кавоварок Krups Espresso Novo 2000. До моделі 885, про яку йтиметься нижче, існувала модель 988, конструктивно схожа з нею. Зовнішній вигляд кавомашини показано на мал. 1.15: 1 - головний вимикач живлення, 2 - світловий індикатор живлення, 3 - світловий індикатор температури і 4 - двопозиційний механічний перемикач еспресо або пари.

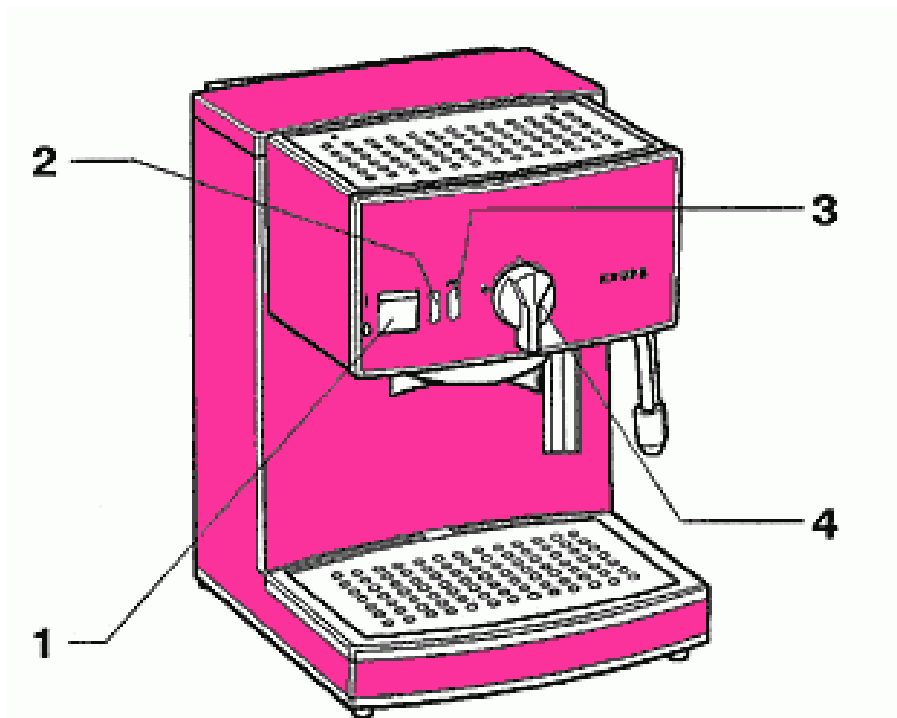


Рисунок 1.15 Зовнішній вигляд кавоварки серії Espresso Novo 2000

Елементи конструкції кавоварки (корпус) показані на рисунках 1.16 та 1.17

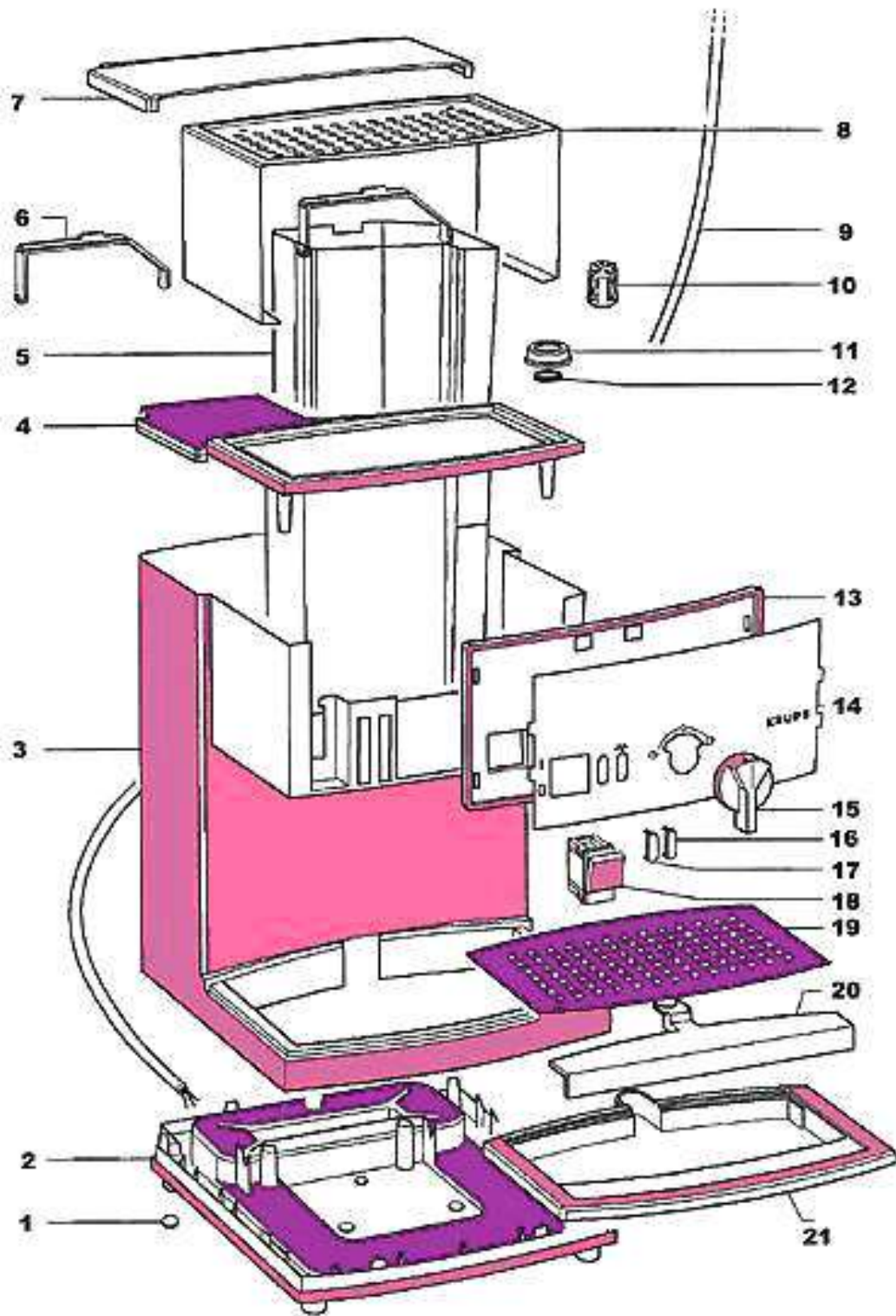


Рисунок 1.16 – Елементи конструкції кавоварки (корпус)

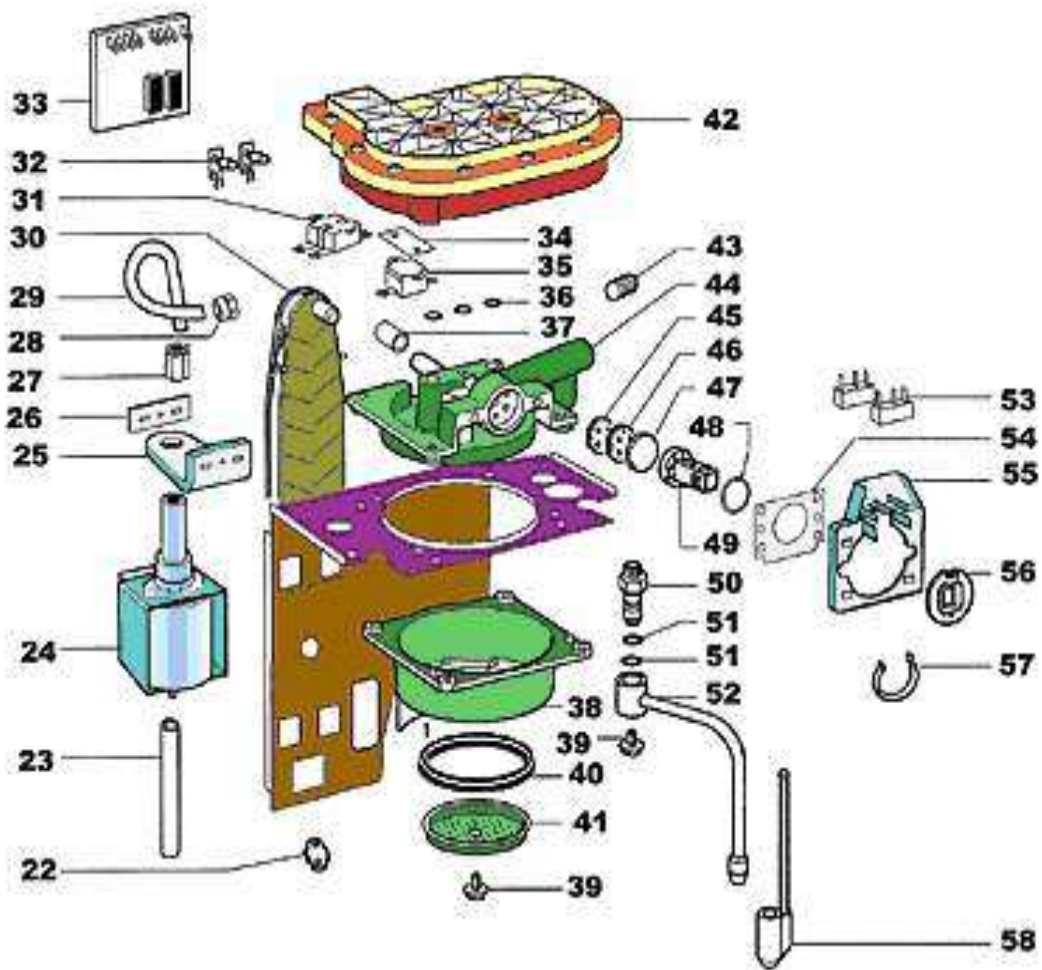


Рисунок 1.17 Елементи конструкції кавоварки

На малюнках 1.16 і 1.17 показано: 1... Ноги, 2... Підставка, 3... Корпус, 4... Верхня кришка, 5... Резервуар для води, 6... Ручка бака, 7... Кришка бака, 8... Верхня панель з нержавіючої сталі, 9... Кабель живлення, 10... Фільтр для води, 11... Ущільнювальна прокладка, 12... Сальник клапана, 13... Передня панель, 14... Декоративна кришка з нержавіючої сталі; 15... Ручка перемикача режимів, 16 і 17 ... Кришка індикатора, 18... Головний вимикач живлення, 19... Сітка, 20... Зливний отвір для пролитої на підставку води, 21 ... Піддон для збору води, 22... Фіксатор шнура живлення, 23... З'єднувальна трубка, 24... Розвантажувальний

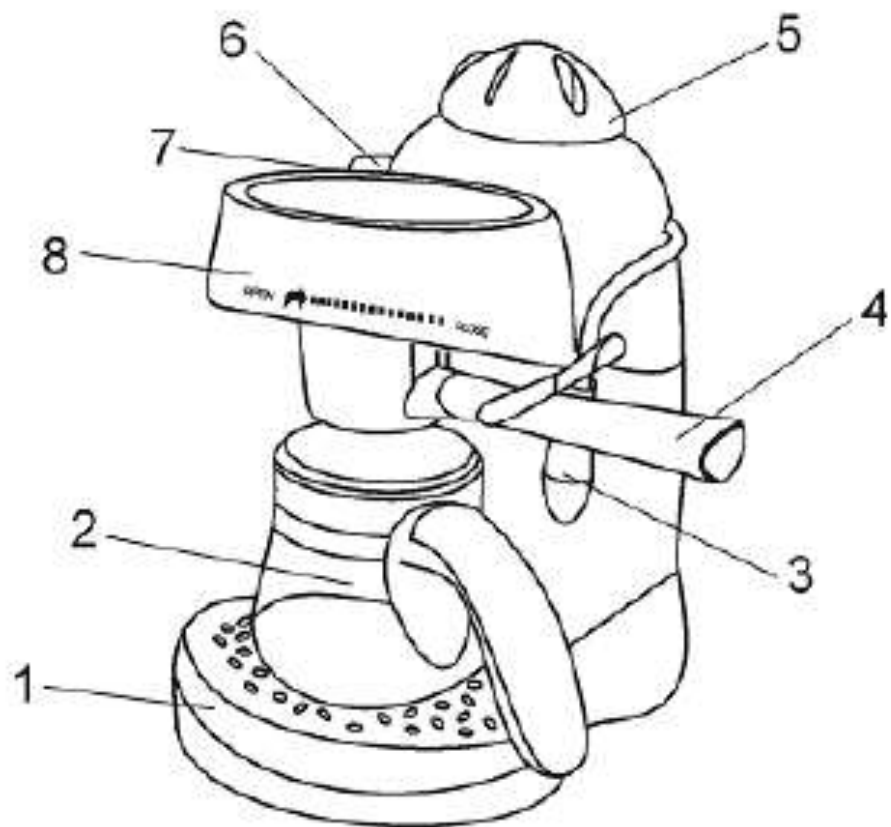


Рисунок 2.1 - Загальний вигляд кавоварки Scarlett SC-037

Під час екстракції не знімайте тримач фільтра і не відкривайте кришку, поки вода проходить через мелену каву під тиском пари. Капучино - це те саме, що й кава еспресо, але з гарячою молочною піною. Щоб приготувати каву капучино: - Налийте в кухоль кількість молока, необхідну для утворення піни. Кружка має бути досить великою, оскільки піни буде втричі більше, ніж молока; - повторіть усі дії, описані в розділі «Приготування кави еспресо»; - налейте каву в колбу; - опустіть парову насадку в молоко та поверніть перемикач режимів роботи в положення «-»; - коли утвориться достатня кількість кави. Коли утвориться достатня кількість піни, поверніть перемикач режимів роботи в положення «OFF» і відключіть прилад від електромережі. - Скляна колба не повинна бути тріснутою або розбитою. - Не ставте скляну ємність поруч із

гарячими газовими або електричними плитами, а також у мікрохвильову піч. - Під час приготування кави залиште прилад вимкненим приблизно на 10 хвилин. Промийте контейнер і обполосніть фільтр, поки кавоварка остигає. Для забезпечення безперебійної роботи приладу необхідно кожні 2-3 місяці (залежно від жорсткості води, що використовується) видаляти накіп, що утворюється в ньому. Для цього використовуйте 2 чайні ложки розчину лимонної кислоти на 0,5 літра теплої води. Очищайте елемент носика і фільтр для меленої кави після кожного використання кавоварки. Якщо ситечко та кільце ущільнювача сильно забруднені, очистіть їх щіткою. Якщо парове сопло засмітилося, прочистіть його голкою. Технічні характеристики кавоварки Scarlett SC-037 Електроживлення: 220-240 В, ~50 Гц Максимальна потужність 800 Вт.

2.2 Опис електричної схеми кавоварки Scarlett SC-037

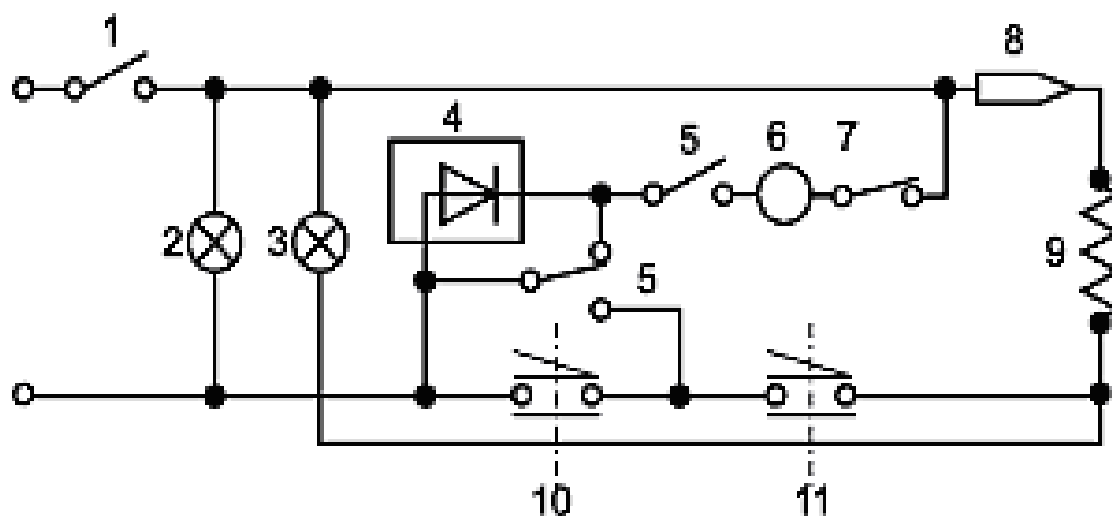


Рисунок 2.2 – Електрична схема кавоварки Scarlett SC-037

Принципова схема кавомашини Scarlett SC-037 показана на малюнку 2.2 і складається з мережевого вимикача 1, індикаторної лампи 2 для ввімкнення приладу, індикаторної лампи температури 3, фільтра перешкод 4, вимикача 5,

інфузійного насоса 6, захисного обмежувача насоса 7, запобіжника 8, нагрівального елемента 9, термостата 10 (режим кави) і термостата 11 (режим пари).

2.3 Існуючі системи керування температурними режимами побутових приладів

Для удосконалення системи керування температурним режимом кавоварки було розглянуто ряд існуючих конструкцій, що показані на рисунках 2.2 – 2.6.

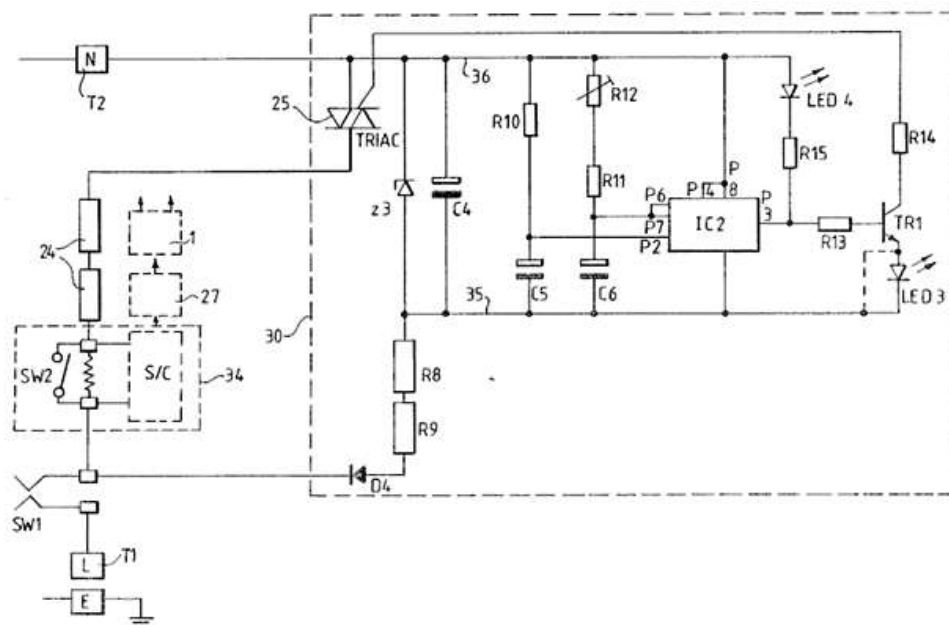


Рисунок 2.3 – Схема електрична принципова з терморегулятором на основі терморезисторного датчика (R4) і керуванням електронагрівачами за допомогою симістора

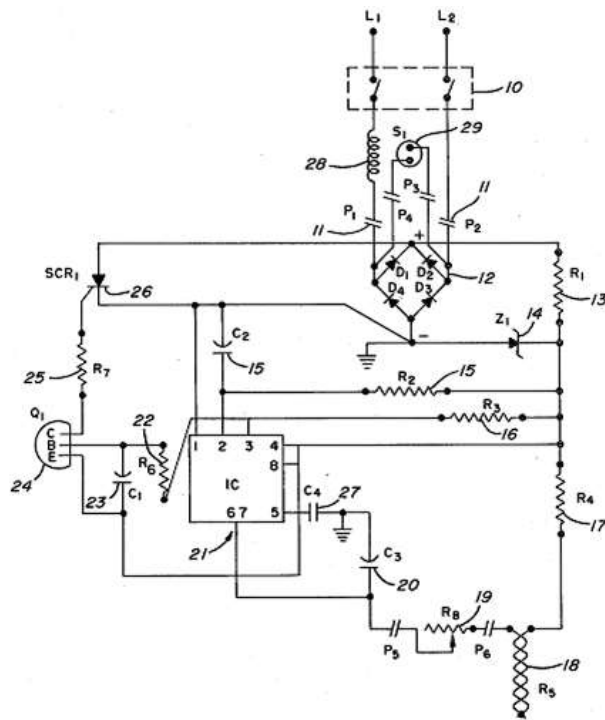


Рисунок 2.4 - Схема електрична принципова системи контролю температури з термопарою і тиристорним управлінням потужністю нагрівача

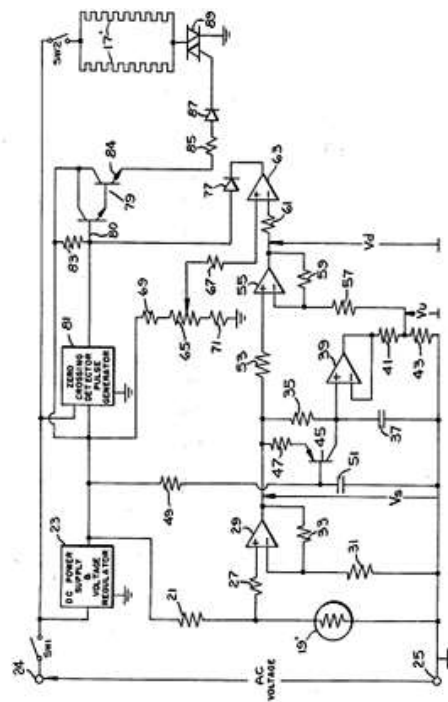


Рисунок 2.5 – Електрична принципова схема системи регулювання температури на основі симістора

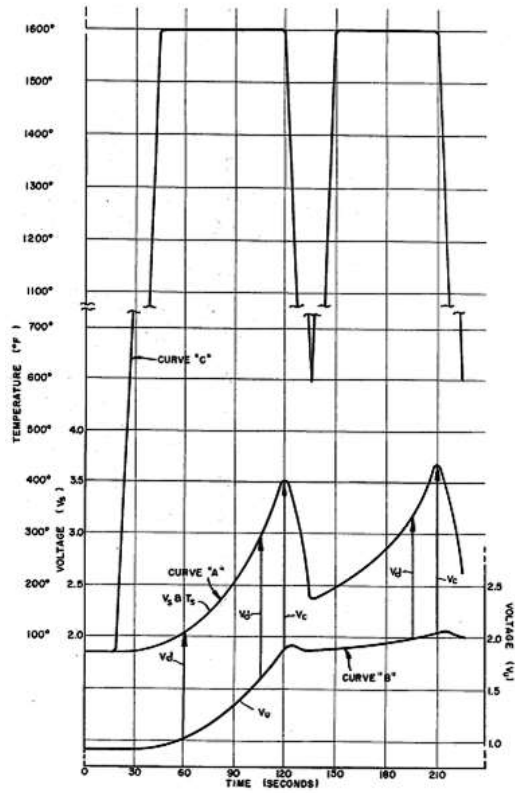


Рисунок 2.6 – Діаграма, що пояснює принцип регулювання температури симісторним керуванням нагрівачем

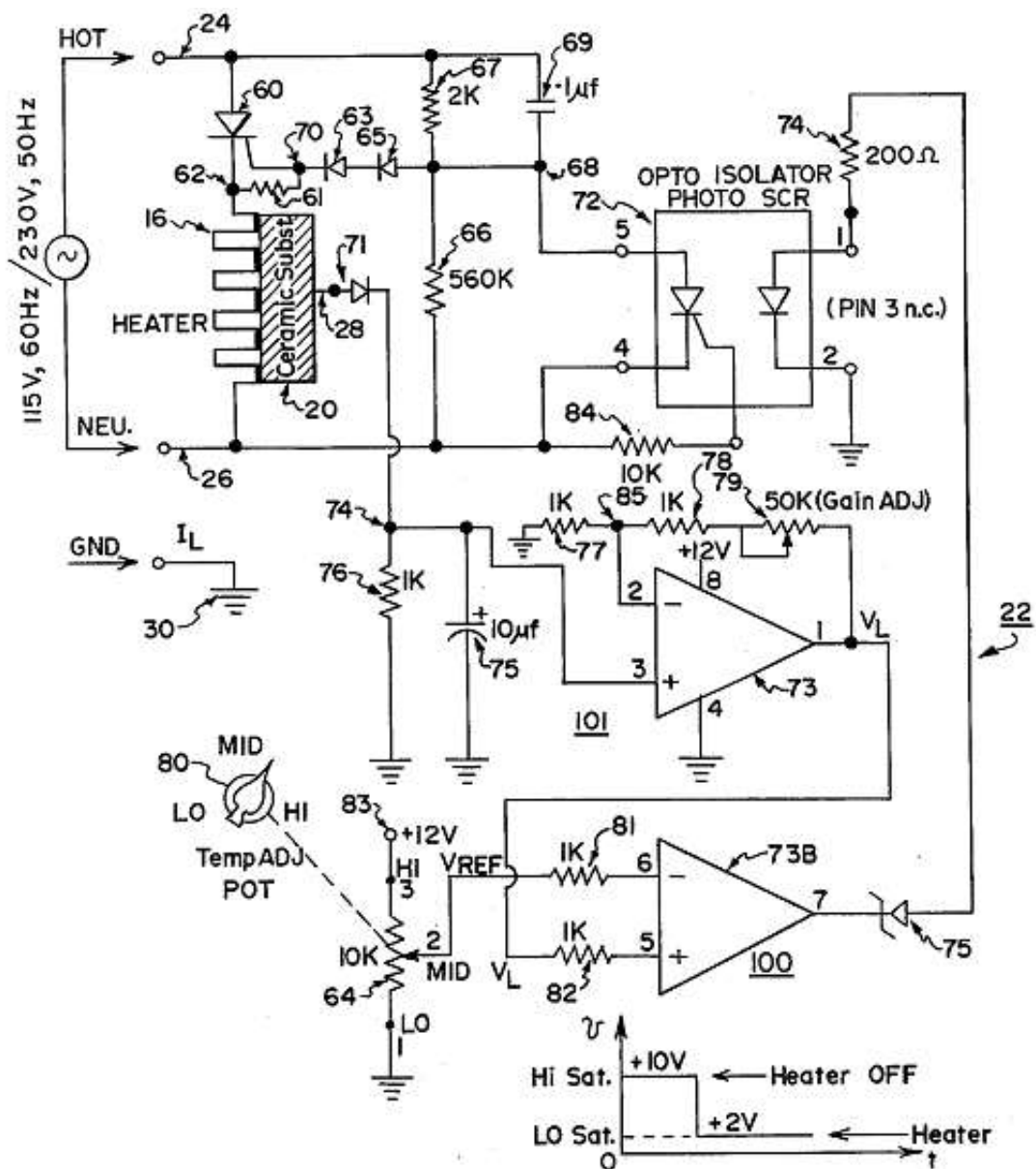


Рисунок 2.7 – Електрична принципова схема системи регулювання температури на основі ємнісного датчика (схема з оригіналу патента US4092520)

2.4 Удосконалення системи керування температурним режимом кавоварки

Силова частина електричної схеми кавоварки і система її електромеханічного управління (рисунок 2.8) залишаються без змін.

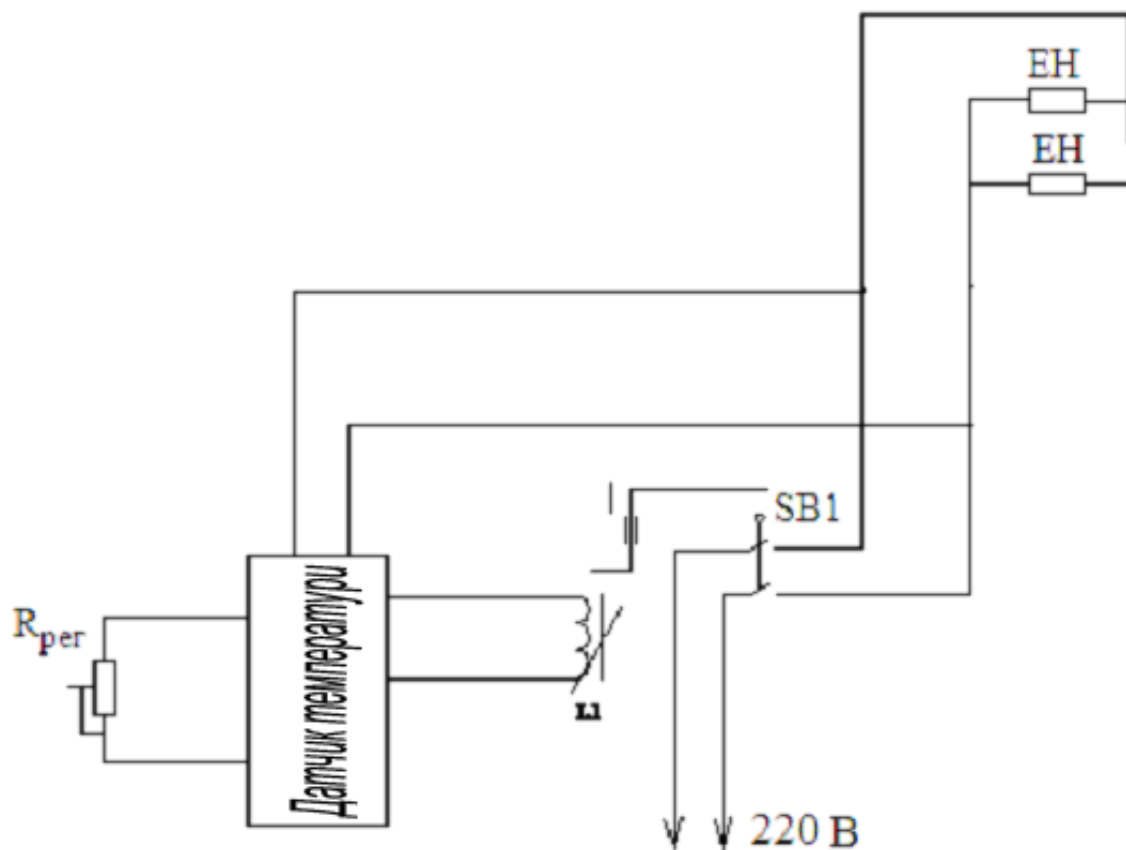


Рисунок 2.8 – Схема електрична принципова силового керування кавоварки

Ми купуємо дрібну кухонну техніку, щоб полегшити собі життя. Приємно увімкнути вранці кавоварку або мікрохвильову піч і не турбуватися про те, що вода закипить, кава не звариться, щось заклинить або не спрацює, сніданок підгорить або не буде готовий. Для цього необхідно, щоб кожна деталь обладнання була продумана і працювала правильно. Блок-схему кавомашини показано на малюнку 2.9 (аркуш МРМА 24.00.00.000 Е1). На малюнку 2.10 показано схему температурного контролю розробленої кавомашини (аркуш МРМА 24.00.00.000 Е3).

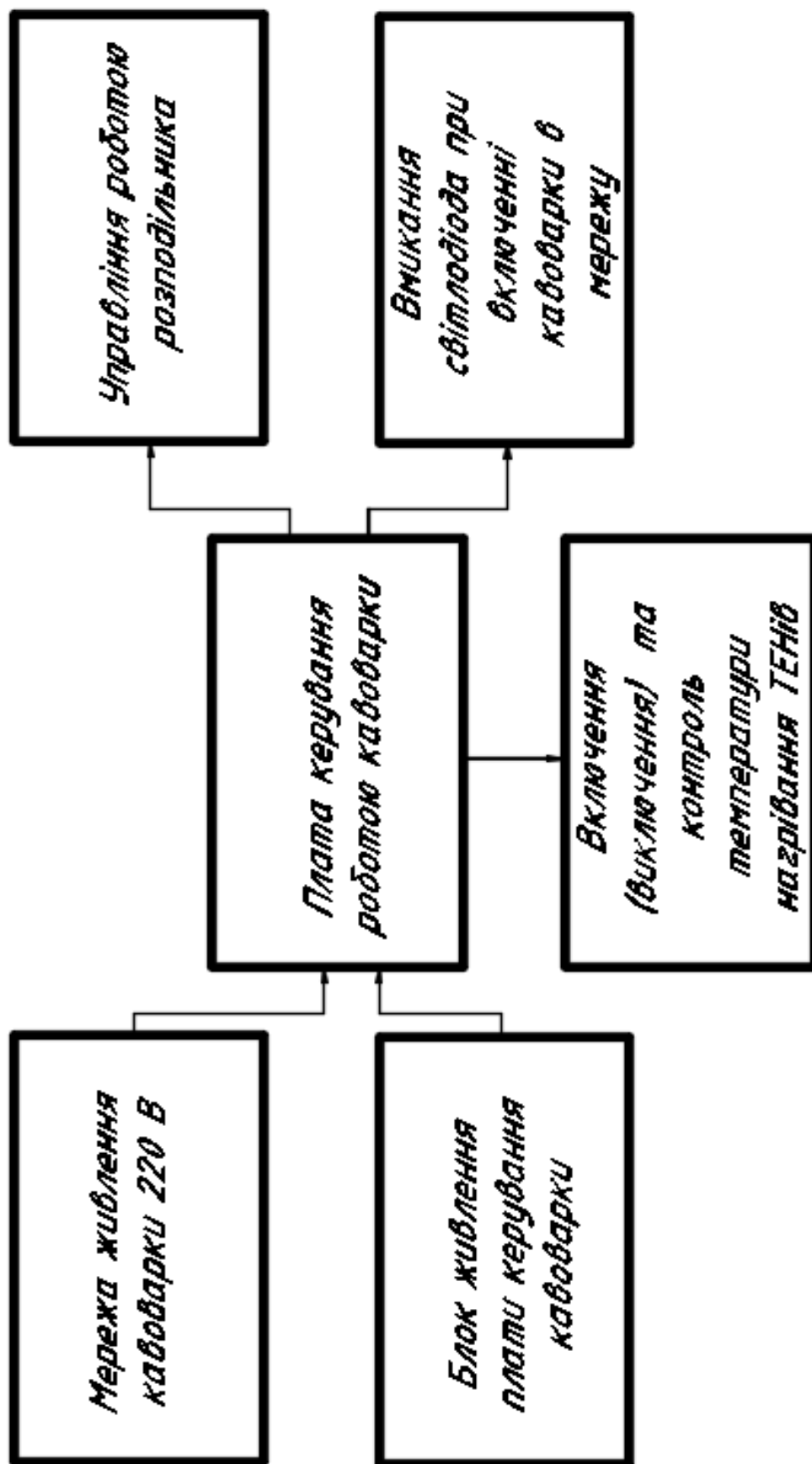


Рисунок 2.9 - Електрична структурна схема кавоварки

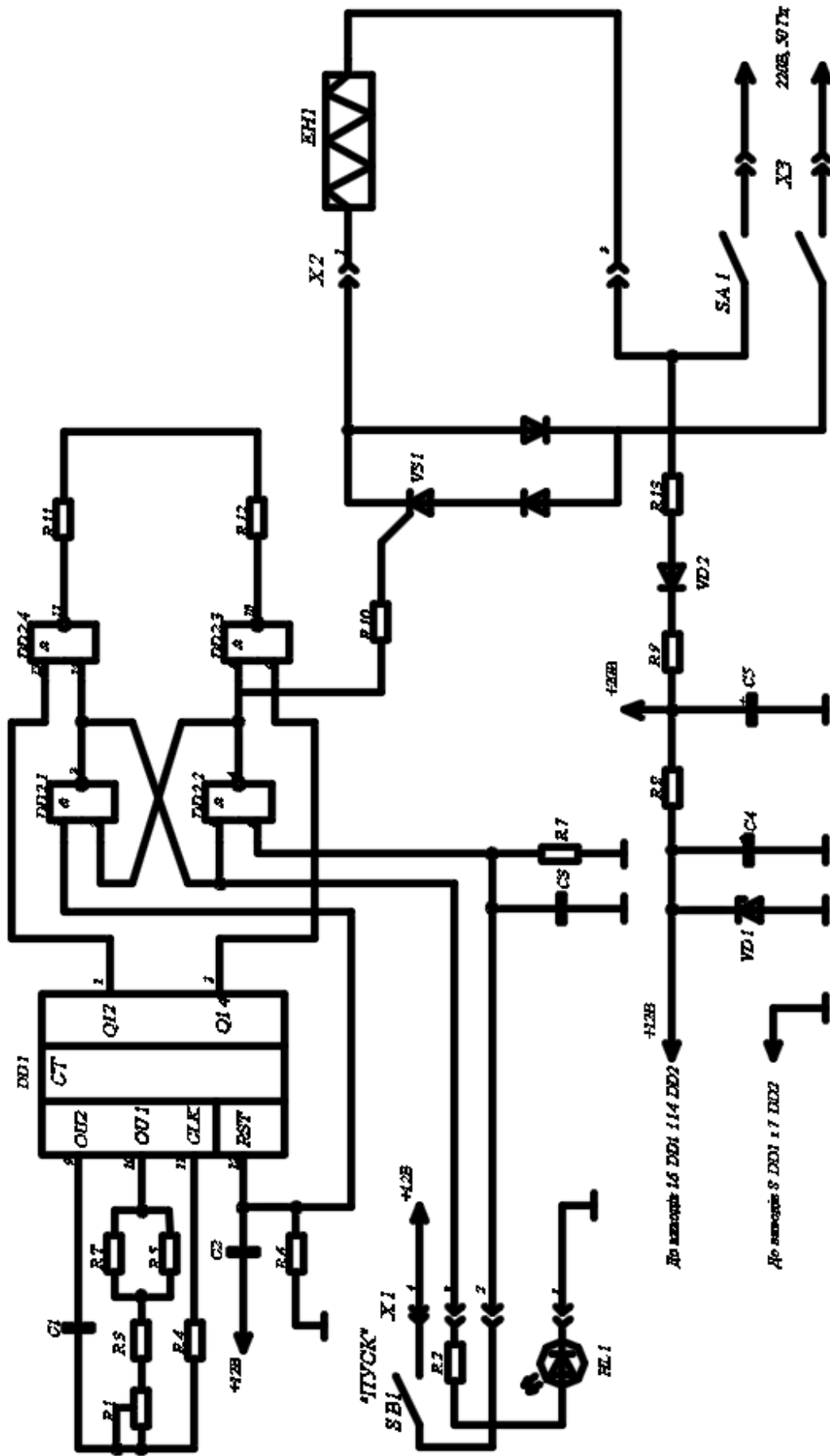


Рисунок 2.10 - Електрична принципова схема кавоварки

З метою удосконалення системи керування температурним режимом і відповідно певних конструктивних змін, для наочності, було створено 3-D модель кавоварки у системі параметричного моделювання SolidWorks, що показана на рисунку 2.11.

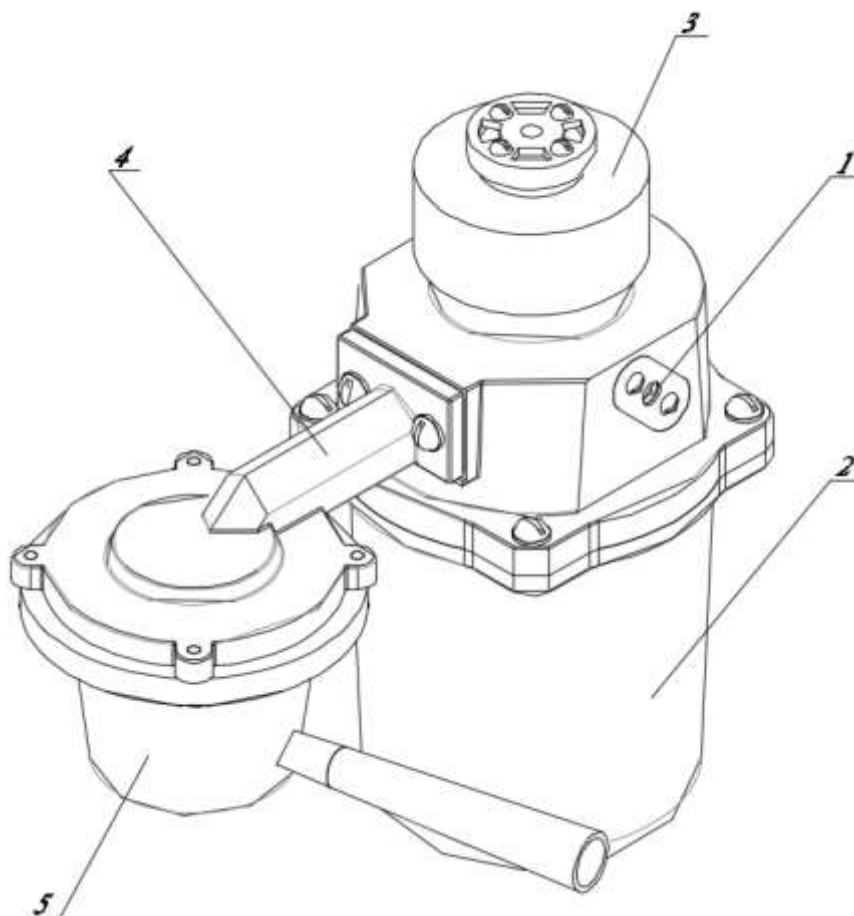


Рисунок 2.11 – 3-D модель кавоварки у системі параметричного моделювання SolidWorks (система подачі окропу та пару)

На рисунку 2.11 позначено: 1 – канал подачі пару, 2 – бак, 3 – кришка, 4 – канал подачі окропу, 5 – ємність із кавою (лист МРМА 24.00.00.000 ДІ).

Дану модель можна застосувати для дослідження системи подачі пару кавоварки Scarlett SC 037 за допомогою спеціалізованих модулів, зокрема FloWorks для поліпшення функціональних характеристик.

2.6 Розробка рекомендацій з ремонту кавоварки

Характерні несправності й способи їх усунення

У таблиці 2.1 наведені характерні несправності кавоварок даного типу й способи їх усунення.

Таблиця 2.1 Характерні несправності кавоварок ESPRESSO і способи їх усунення

Несправність	Причина	Метод усунення
Кава недостатньо гаряча	1. Нагрівання не закінчено 2. Несправний термостат 3. Якість помолу зерен не відповідає напою, що приготується	1. Дочекатися відключення світлового індикатора нагрівання. 2. Замінити термостат 3. Кава не повинна бути помелений занадто дрібно. Скористатися меленим кава для кавоварок ESPRESSO
Кава занадто гаряча	Термостат погано закріплений або несправний	1. Затягти гвинти кріплення термостата. 2. Замінити термостат
Кавоварка не працює (немає нагрівання при включенні в мережу)	Несправний термоблок	Замінити термоблок
Кава не випливає з дозатора	1. Несправний нагнітальний насос 2. Засмічені канали термоблока 3. У каналах кавоварки утворювався накип	1. Перевірити й при необхідності замінити нагнітальний насос 2. Прочистити канали термоблока 3. Провести очистку від накипу
Збій роботи	1. Несправна друкована	1. Перевірити й при

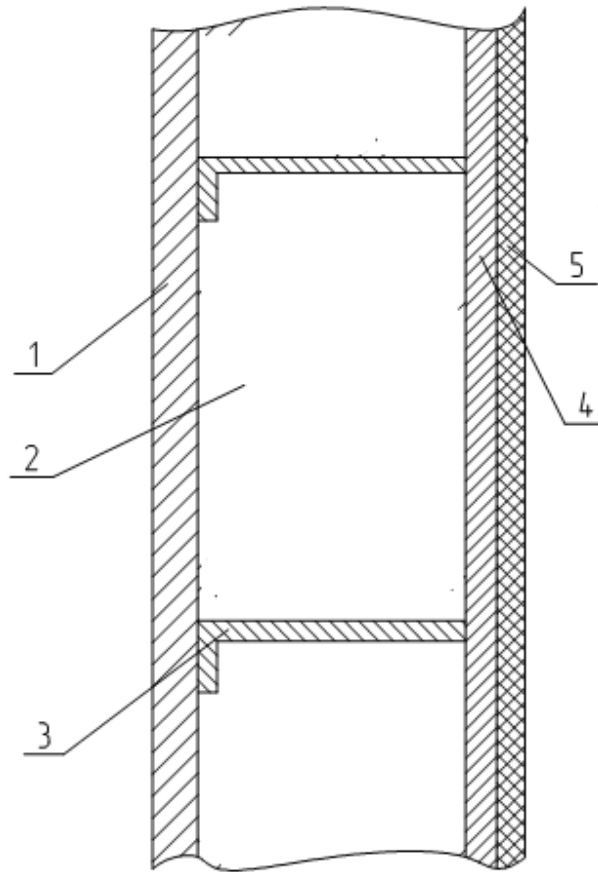
друкованої плати в режимі «пар»	плата 2. Невірно приєднані контакти в проводці, що йде до насоса 3. Несправний перемикач режимів	необхідності замінити друковану плату 2. Відновити правильний порядок контактів 3. Замінити перемикач режимів
Не включаються світлові індикатори	1. Світлові індикатори погано закріплено в патронах 2. Світлові індикатори несправні 3. Несправна друкована плата	1. Перевірити фіксацію світлових індикаторів 2. Замінити світлові індикатори 3. Замінити друковану плату
При роботі кавоварки або після того, як вона виключена, із трубки подачі пари безупинно тече вода	Протікання через керамічні диски	Очистити або замінити керамічні диски
Кава протікає по периферії тримача фільтра	1. Ушкоджене ущільнювальне кільце дозатора 2. Ущільнювальне кільце забруднене частками меленого кава	1. Замінити ущільнювальне кільце 2. Очистити ущільнювальне кільце
Витік води з кавоварки	1. Ушкоджене ущільнення резервуара для води 2. Нещільна посадка сполучних трубок 3. Ушкоджене ущільнення дозатора 4. Ушкоджені ущільнювальні прокладки	1. Перевірити й при необхідності замінити ущільнення резервуара 2. Перевірити посадку трубок 3. Перевірити й при необхідності замінити ущільнення 4. Перевірити й при необхідності замінити прокладки

Шум при роботі нагнітального насоса	<ol style="list-style-type: none"> 1. Резервуар для води порожній 2. Перетиснена трубка подачі води 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Замінити резервуар 2. Усунути пережим трубки
Недостатнє піноутворення при аерації молока	<ol style="list-style-type: none"> 1. Засмічені трубка або насадка подачі пари 2. Молоко перебуває в холодній посудині 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Прочистити трубку або насадку 2. Перед аерацією прогріти посудина для молока

2.7 Аналіз небезпечних факторів при експлуатації і обслуговуванні кавоварки

Ступінь захисту від ураження електричним струмом. Вимоги до безпеки побутових приладів залежать від низки факторів. У результаті було розроблено класифікацію приладів за ступенем захисту від ураження електричним струмом, і побутові прилади розділено на п'ять класів: 0, 0і, і, іі та ііі. До класу 0 відносяться прилади, в яких всі частини, що торкаються, відокремлені від активних частин робочою ізоляцією і відсутній заземлювальний пристрій. До класу 0і належить обладнання, в якому всі дотичні частини відокремлені від активних частин робочою ізоляцією, а дотичні металеві частини з'єднані із заземлювальним затискачем на зовнішній стороні обладнання. Таке обладнання під'єднують до електромережі за допомогою гнучкого кабелю або шнура без заземлювального провідника з посиленою вилкою без заземлювального контакту, і його не можна ввімкнути в розетку із заземлювальним контактом. До класу І належать прилади, у яких усі частини, до яких можна доторкнутися, відокремлені від активних частин подвійною або посиленою ізоляцією і не мають заземлювального пристрою. Якщо прилади з подвійною або посиленою ізоляцією оснащені затискачами або контактними заземлювальними провідниками, вони класифікуються як прилади класу 0і або І. Тому електричні побутові кавоварки належать до класу ІІ за вимогами електробезпеки. Спільним

недоліком їхньої конструкції є те, що в разі порушення цілісності електронагрівача існує ризик ураження електричним струмом, якщо пошкоджений ніхромовий дріт відірветься і торкнеться металевих частин тіла. Також існує ризик ураження електричним струмом і можливих опіків рук у разі необережного поводження з приладом. Для запобігання цим небезпекам корпус побутових електричних кавоварок виготовляють із полімерного термопластичного матеріалу з підвищеною термостійкістю, а також оснащують пристроєм, що перешкоджає потраплянню рук у завантажувальну порожнину. Побутові електричні кавоварки з огляду на масштаби їхнього встановлення є переносними приладами, а тому схильні до ризику пошкодження від ударів під час використання. У результаті горючі матеріали можуть стикнутися з увімкненим нагрівачем або статися коротке замикання, що призведе до пожежі. Для запобігання подібних проблем у кавоварці використовується дуже короткий електричний шнур (до 0,5 м), який може повиснути або висмикнутись із розетки, якщо впаде зі столу. Побутові електричні кавоварки за умовами експлуатації належать до категорії приладів, що не обслуговуються, оскільки оснащені пристроєм, який автоматично відключається через певний час. Залежно від способу перетворення електричної енергії побутові електрокавоварки належать до електронагрівальних приладів. Залежно від режиму роботи побутові електричні кавоварки належать до приладів короткочасної дії. Тому побутові моделі заборонено експлуатувати в режимі нон-стоп, наприклад, на підприємствах громадського харчування, щоб уникнути термічного пошкодження пластикового корпусу.



1 – поверхня кавоварки; 2 – повітряний зазор; 3 – стійки;
4 - металева оболонка; 5 – пластик

Рисунок 3.1 – Схема теплової ізоляції кавоварки

В якості термоізоляційного матеріалу в кавоварці виступає його корпус, що виготовлений з термостійкого пластику (лист МРМА 24.00.00.000 РР).

При температурі робочих органів до 150°C a_2 визначається:

$$a_2 = 9.76 + 0.07\Delta t, \quad (3.2)$$

де Δt - різниця температур поверхні стінки апарата і навколишнього повітря,

$$\Delta t = t - t_2 = 50 - 20 = 30.$$

$$C_0 = 5,6686 \frac{Вт}{м^2 \cdot К^4}, \quad (3.8)$$

$$C = 0,8 \cdot 5,6686 = 4,534 \frac{Вт}{м^2 \cdot К^4};$$

$$E = 4,534 \cdot (200/100)^4 = 72,544 \text{Вт}/м^2;$$

де $S_{Ж}$ - площа поверхні кавоварки, з якої відбувається випромінювання;

$$S_{Ж} = S_{СТ} + S_{ДН}, \quad (3.9)$$

де $S_{ДН}, м^2$ - площа днища кавоварки;

$$S_{ДН} = 2 \cdot 0,2 \cdot 0,25 = 0,1 м^2,$$

z - кількість площин випромінювання, $z = 2$ оскільки випромінювання відбувається з обох сторін кавоварки;

$S_{СТ}$ - площа стінок кавоварки;

$$S_{СТ} = 2 \cdot 0,25 \cdot 0,25 = 0,125 м^2;$$

$$S_{Ж} = 0,1 + 0,125 = 0,225 м^2;$$

$$P_B = 0,225 \cdot 72,544 = 16,32 \text{Вт};$$

$$P_{ТМАХ} = 843,6 + 16,3 = 859,9 \text{Вт}.$$

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАННЯ

1. Кваліфікаційна робота: методичні рекомендації та настанови для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» / О.С. Поліщук, С.В. Смутко, В.С. Неймак. – Хмельницький: ХНУ, 2024. – 31 с.

2. Устаткування для сервісного обслуговування електропобутової техніки : навч. посіб. : [для студентів спец. "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" освіт. програми "Електропобут. техніка"] / М. Й. Бондаренко, Т. І. Кулік ; М-во освіти і науки України, Київ. нац. ун-т технологій та дизайну. — Київ : КНУТД, 2019. — 267 с. : іл., табл. — Бібліогр.: с. 267.

3. Прилади побутові та аналогічні електричні. Безпека : [пер. з англ.], Ч. 1. Загальні вимоги (EN 60335-1:2012; A11:2014; AC:2014; A13:2017, IDT; IEC 60335-1:2010, MOD). — Київ : ДП "УкрНДНЦ", 2019. — VIII, 147 с., включ. обкл. — (Національний стандарт України).

4. Інноваційна техніка для побуту : навч. посіб. [для викладачів та студентів закл. вищої освіти, які навчаються за спец. 076 "Підприємництво, торгівля та біржова діяльність"] / Доманцевич Н. І. ; Центр. спілка спожив. т-в України, Львів. торг.-екон. ун-т. — Львів : Вид-во Львів. торг.-екон. ун-ту, 2018. — 117 с. : іл., табл. — Бібліогр.: с. 110–113.

5. Електропобутова техніка : підруч. для студентів ВНЗ / І. В. Петко, О. П. Бурмістенков, Т. Я. Біла, М. Є. Скиба. – Хмельницький : ХНУ, 2017. – 213 с. : іл., табл. – Бібліогр.: с. 211.

6. Методичні вказівки до виконання розрахункової роботи з навчальної дисципліни "Технологія виробництва електропобутової техніки" для студентів електротехнічних спеціальностей усіх форм навчання / М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т" ; [уклад. О. М. Гречко]. — Х. : НТУ "ХПІ", 2015. — 59 с. : іл., табл. — Бібліогр.: с. 59.

