

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Розробка системи керування парового пристрою для очищення овочів

Галузь знань 14 Електрична інженерія
Спеціальність 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

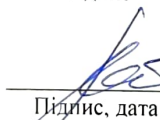
Шифр МРМА 22.00.00.000 ПЗ

Виконав студент
3 курсу група ЕТмз-21-1


Підпис

Корчинський Б.А.
Ініціали, прізвище

Керівник


Підпис, дата

д.т.н., проф. Скиба М.Є.
Ініціали, прізвище

Нормоконтролер


Підпис, дата


Ініціали, прізвище

До захисту допускаю:
Зав. кафедри МАЕЕС


Підпис, дата


д.т.н., проф. Поліщук О.С.
Ініціали, прізвище

  2022 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра машин-оперативної механіки та електр. систем
Освітній рівень магістр
Галузь знань Електрична інженерія
Шифр і назва
Спеціальність 141 Електросистеми, автоматизація та управління
Шифр і назва
Спеціалізація _____
Освітня програма Електроенергетика та машини

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри МАЕЕС

 .2020р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Корчаківський Богдан Анатолійович
Прізвище, ім'я, по батькові студента

1. Тема роботи Розробка системи керування паровою системою для опущення овочів
керівник роботи Скиба М.В., д.т.н. професор
Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом ректора університету від 1 07 2022 р. № 83

2. Строк подання студентом роботи на кафедру _____

3. Вихідні дані до роботи пристрій аналогів для вимірювання температурних процесів

Температурні параметри обробки продуктів

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

1. Огляд та аналіз істор. джерел з технології пристроїв та систем керування процесами вимірювання продуктів.

2. Розробка системи керування паровою системою.

3. Розрахунок параметрів парової системи.

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

1. Огляд пристроїв для опущення в. мас-фізичні процеси в опущенні. 2. Огляд систем керування пристроями. 3. Електрична схема. 4. Структурна схема. 5. Калібри-вальна схема. 6. Система керування пристроєм. 7. Завдання для виміру пристрою. 8. Розрахунок.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

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

7. Дата видачі завдання 1.10.22р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів (розділів) кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Приміт
1. Аналіз інформації з мережі за технічною, пристроєм та системою керування процесом очищення пропусків	1.10.22	
2. Розробка системи керування парового пристроєм для очищення фонтів	18.10.22	
3. Розрахунок параметрів парового пристрою для очищення, що підтверджує його працездатність	1.11.22р.	

Студент

[Signature]
Підпис

Корчинський Б.А.
Ініціали, прізвище

Керівник роботи

[Signature]
Підпис

Слоба В.С.
Ініціали, прізвище

АНОТАЦІЯ

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

1. Прізвище, ім'я та по батькові Корнишків Володимир

2. Тема магістерської роботи Розробка системи керування паровим пристроєм для очищення овочів

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

4. Об'єм магістерської роботи: креслень 9 арк., сторінок записки 75

5. Основні розділи розрахунково-пояснювальної записки:

1. Аналіз та оцінка інформаційних джерел технології, пристроїв та системи керування процесом очищення продуктів
2. Розробка системи керування паровим пристроєм для очищення овочів
3. Розрахунок параметрів парового пристрою для очищення овочів зро підтвердження його працездатності

Підпис студента [підпис]

"20" 12 2022 р.

РІШЕННЯ ЕК:

Протокол №3 від "20" 12 2022 р.

Оцінка проекту ЕК добре 4,5/13

Рекомендації ЕК впровадження у виробництво

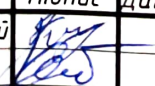
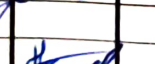

Особливі відмітки _____

Технічний секретар [підпис]

"29" 12 2022 р.

ЗМІСТ

Вступ	6
1 Огляд та аналіз інформаційних джерел технології, пристроїв та систем керування процесами очищення продуктів.....	8
1.1 Методи очищення овочів, фруктів та інших продуктів від поверхневого шару	8
1.2 Огляд та аналіз пристроїв для очищення продуктів	13
1.3 Огляд та аналіз систем керування паровими пристроями	25
2 Розробка системи керування парового пристрою для очищення овочів	32
2.1 Розробка технологічного процесу парового пристрою для очищення овочів	32
2.2 Розробка комбінованої схеми парового пристрою для очищення овочів	34
2.3 Розробка електричної схеми парового пристрою для очищення овочів .	35
2.4 Розробка схеми керування парового пристрою для очищення овочів	37
2.5 Розробка конструкції парового пристрою для очищення овочів	45
3 Розрахунок параметрів парового пристрою для очищення овочів, що підтверджують його працездатність	50
3.1 Розрахунок корисного об'єму ємності для завантаження сировини у паровий пристрій для очищення овочів	50
3.2 Розрахунок елементів парогенератора парового пристрою для очищення овочів	51
3.2.1 Розрахунок теплових параметрів парогенератора пристрою	51
3.2.2 Розрахунок товщини стінок парогенератора пристрою для очищення овочів	53

МРМА 22.00.00.00 ПЗ									
м.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата	Розробка системи керування парового пристрою для очищення овочів	Літера	Аркцш	Аркцшів	
Виконав		Корчинський				у		4	
Перевір.		Скиба							
Ч.контр Затвер.		Мундиш С.І. Поліщук							ХНУ, гр. ЕТмз-21

3.2.3 Розрахунок нагрівального елемента парогенератора пристрою	55
3.3 Визначення пропускної здатності клапанів парового пристрою для очищення овочів	60
3.4 Розрахунок зусилля в електромагнітному клапані	62
3.5 Розрахунок та підбір запобіжного клапана парового пристрою	64
Висновки.....	72
Перелік джерел посилання	73
Додатки	74

ВСТУП

При виготовленні різноманітних продуктів харчування та напівфабрикатів у промисловості та в домашніх умовах використовують продукти, що потребують очищення від поверхневого шару (шкірки). Це різноманітні овочі, фрукти та інші плоди.

Виробництво напівфабрикатів здійснюють централізовано на спеціалізованих підприємствах або цехах, з подальшим їх використанням для виготовлення готової продукції. До овочевих напівфабрикатів відносяться картопля, морква, буряки, цибуля, капуста білокачанна, яблука, груші та інші плоди та овочі у сирому та вареному вигляді.

Очищення поверхневого шару при виготовленні напівфабрикатів з овочі та фруктів здійснюють різноманітними способами: механічним, термічним (вогнем, паром), хімічним (паролужним).

При механічному способі чищення овочів та коренеплодів застосовують машини різноманітних типів та продуктивності. Суть такого способу полягає в тому, що абразивна поверхня робочого органу очисної машини, за рахунок сил тертя, обшкрябує покривні тканини овочів та коренеплодів.

Очищення термічним способом (вогнем) полягає у видаленні покривних тканин овочів, фруктів та інших плодів внаслідок їх обпалювання при температурі 110...120°C на протязі 6...12 секунд з подальшим очищенням відшарованої шкірки у спеціальних ємкостях.

Очищення парою здійснюється під тиском 0,6...0,4 МПа на протязі 30-60 секунд. При впливові пари верхній шар овочів, фруктів та інших плодів розтріскується та легко знімається в миючих машинах.

Очищення лужним способом очищення овочів, фруктів та інших плодів полягає у впливові на них лужного середовища, руйнування поверхневого шару з подальшим його видаленням.

					<i>МРМА 22.00.00.000 ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		3

Кожен з цих способів має свої переваги і недоліки.

Під час механічного способу відбуваються втрати деякої частини основних поживних речовин, що містяться у овочах (крохмалю, азотистих, мінеральних речовин, вітамінів тощо). Значна частина їх втрачається в процесі очищення та видаляється разом з відходами.

Недоліки лужно-парового та лужного способів полягає у наступному: луг потрапляє усередину коренеплодів і частково залишається в них, незважаючи на його нейтралізацію розведеними розчинами органічних кислот; способи потребують вартісного обладнання та значних площ для реалізації технологічного процесу;

Дані способи очищення покладені в роботу пристроїв для очищення овочів, фруктів та інших плодів.

Тому завданням магістерської роботи є розробка пристрою, конструкція якого б полегшувала роботу оператора, зменшувала відходи сировини, запобігала б втратам поживних речовин у оброблюваному продукті.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						4
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Методи очищення плодовоовочевої сировини від шкірки

Назва та суть методу

Фізичний (термічний)

Обробка поверхні плода паром під тиском при високій температурі

Пароботермічний

Гіротермічна обробка поверхні плода паром та водою

Механічний

Обробка поверхні плода абразивними поверхнями

Хімічний

Обробка поверхні плода агресивним середовищем-очисником

Випал гарячим повітрям

Короткочасна обробка поверхні плода повітрям високої температури

Комбінований

Обробка поверхні плода одночасно дубль-якими двома вище перерахованими способами

Переваги методу

1. Висока якість очистки незалежно від геометрії
2. Низький відсоток відходів
3. Збереження органолептичних характеристик плоду
4. Високі експлуатаційні характеристики
5. Екологічність

1. Висока якість очистки незалежно від геометрії
2. Високі експлуатаційні характеристики
3. Екологічність

1. Конструктивна простота
2. Нескладність експлуатації
3. Можливість регулювання глибини обробки

1. Висока продуктивність
2. Відмінна поверхнева очистка
3. Низький відсоток відходів

1. Хороша поверхнева очистка
2. Низький відсоток відходів

1. Всі вище перераховані

Недоліки методу

1. Необхідність наявності переріптої пари високого тиску

1. Зміна фізико-хімічних і структурно-механічних властивостей продукту
2. Значний відход сировини
3. Значна витрата води

1. Значний відсоток відходів
2. Залежність якості очищення від геометрії продукту

1. Значне погіршення органолептичних характеристик
2. Необхідність у наявності очисних споруд
3. Значні затрати води

1. Необхідність повітря дуже високої температури 800-1300 С
2. Низькі експлуатаційні характеристики

1. Складність конструкції через застосування одночасно різних способів очищення
2. Всі вище перераховані

Рисунок 1.1 – Методи очищування сировини від поверхневого шару

коренеплодів. Очищення методом стирання шкірки проводиться при безперервної подачі струменя води для змивання і видалення відходів виробництва.

Кількість та стан відходів залежать від способу очищення, конструктивних ознак обладнання, сорту, умов та тривалості зберігання сировини тощо. В середньому, вміст відходів при механічному очищенню становить близько 35 ... 38%.

Варто стежити за станом абразивної поверхні робочого органу очищувального пристрою. Перевантаження чи недовантаження знижують якість очищення. При перевантажуванні - збільшується тривалість перебування продукції в машині, що призводить до великих втрат за рахунок додаткового стирання і нерівномірного очищення всієї завантажуваної порції сировини. При недовантаження - відбувається зниження продуктивності та часткове руйнування тканин плодів від ударів об стінки робочої камери очищувальної машини, що викликає потемніння продукту після очищення.

Суть хімічного способу очищення полягає в тому, що овочі і деякі фрукти та ягоди (слива, виноград) обробляють нагрітими лужними розчинами, переважно розчинами каустичної соди, рідше - негашеного вапна або їдкого калію.

Сировина, що призначається до очищення, завантажуються у киплячий розчин лугу. В процесі обробки протопектин, що міститься у шкірці піддається розщепленню, зв'язки між клітинами шкірки та клітинами м'якоті - порушуються, і шкірка легко відділяється та змивається водою мийних машинах протягом 2 ... 4 хв водою під тиском 0,6 ... 0,8 МПа. Тривалість обробки плодоовочевої сировини розчином лугу залежить від температури розчину та його концентрації, а також від сорту сировини і сезону переробки.

Для зменшення витрати розчину лугу та води, для забезпечення найбільш тісного контакту розчину лугу з поверхнею овочів, полегшення подальшого відмивання лугу з продукції, в робочий лужний розчин додають поверхнево-активні речовини (ПАР). Застосування ПАР, понижує поверхневий натяг лужного розчину та дозволяє зменшити концентрацію лужного розчину у 2 рази і скоротити відходи плодоовочевої сировини при очищенні на 10...45%.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Випалення повітрям проводиться при температурі в межах 800...1300°C протягом 8...10 секунд. В цей період у підшкірному шарі плодоовочевої продукції волога майже миттєво перетворюється у пару, яка і відділяє шкірку від м'якоті оброблюваного продукту та розриває її. Випалення проводиться в обертових футерованих барабанах, що підігріваються продуктами згоряння природного газу або рідкого палива. Процес підігрівання може здійснюватися в електропечах при переміщенні продукту в лотках ланцюговим транспортером.

1.2 Огляд та аналіз пристроїв для очищення продуктів

Розглянувши технологічні передумови очищення плодоовочевої продукції від поверхневого шару, можна зробити висновки, що найбільш оптимальним процесом для очищення є комбінований спосіб – паро- водотермічний.

Тому основну увагу при інформаційному огляді пристроїв та систем керування процесами очищення продуктів буде пошук обладнання, що використовують у свої роботі саме цей спосіб.

Існують універсальні машини для очищення овочів, фруктів, випускає фірма Imperial Machine Company Limited (Англія). Універсальні очисні машини типу PPF (фірм.FIMAR, Італія) застосовуються для очищення овочів, коренеплодів та різноманітних морепродуктів, зокрема мідій. Можливість роботи машин на двох швидкостях дозволяє вибрати найбільш оптимальний режим обробки продукту з урахуванням його особливостей. До прикладу, машина PPF-5 забезпечує продуктивність до 100 кг/год, при одноразовому завантаженні 5кг та потужності електродвигуна 0,37 кВт (PPF-10 - 300 кг/год, ОЗ - 10 кг, Р=0,55 кВт; PPF-18 - 500 кг/год, ОЗ - 18 кг, Р = 0,9 кВт).

Також на ринку існують установка для волого- і термічної обробки харчових сипучих продуктів, що використовують у технологічному процесі пару для видалення верхнього шару продукту. Установка для волого-термічної обробки харчових сипучих продуктів призначена для приготування зернових продук-

					MPMA 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

тів харчової концентратної промисловості, наприклад, для виробництва проварених круп, а також для бланшування продуктів рослинного походження.

Агрегат складається з корпусу 1, газорозподільної мережі 2, завантажувальних бункерів 3 і розвантажувальних бункерів 4, повітропроводу 5, розподільників пари 6, циліндра 7, широко-площинного сопла прогину 8 і коромисла 9 (рис. 1.2) [2].

Корпус у верхній частині являє собою напівциліндр, з одного боку якого є патрубок 10 для видалення охолоджуючої рідини, а з іншого боку гнучкий шланг 11 для подачі рідини у вигляді роси. Корпус з'єднується з завантажувальними бункерами 3 і вивантажувальним 4 готового продукту. У завантажувальному бункері 3 є дозатор 12 секторного типу. Корпус оснащений системою комунікацій для подачі розпиленої рідини, а також з'єднаний з лінією подачі теплоносія (насиченого пара). [2].

Газорозподільна сітка 2 виконана у вигляді перфорованих пластин 17, шарнірно з'єднаних між собою на осях 16. Газорозподільна мережа з обох сторін має шарнір 18 на рамі 19 розвантажувального бункера 20 (рис. 1.3 та 1.4).

Під газорозподільною решіткою паралельно осі 16 знаходиться порожнистий циліндр 7, який жорстко закріплений маточинами 13 на осях 14. Осі 14 мають втулки 15, які рухаються в кільцеподібних пазах торцевих стінок корпусу 1 (рис.1.4). Осі 14 також з'єднані з коромислом 9, які здійснюють коливальний рух порожнистого циліндра 7 з подальшим круговим переміщенням у верхнє положення. Коромисло 9 з'єднаний з приводом.

Установка для волого-термічної обробки харчових сипучих продуктів працює наступним чином. Зміна частоти коливального руху циліндра 7 передбачає задану інтенсивність заливки частинок по перфорованих пластинах 17 газорозподільної решітки і, отже, перемішування дисперсного матеріалу. Причому ширина перфорованих пластин 17, діаметри осей 16 і порожнистого циліндра 7 підібрані таким чином, щоб забезпечити досить рівномірне перемішування продукту в процесі волого-термічної обробки. [2].

					MPMA 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						11
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

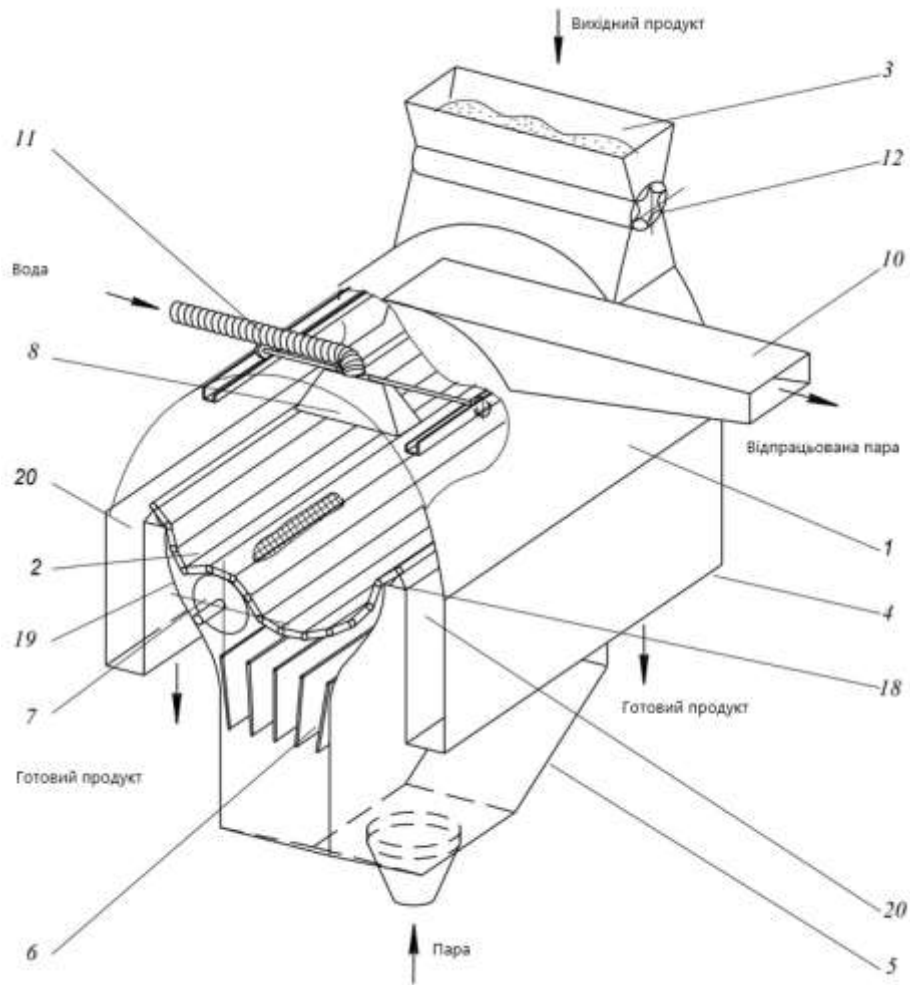


Рисунок 1.2 — Установа для волого-термічної обробки виробів

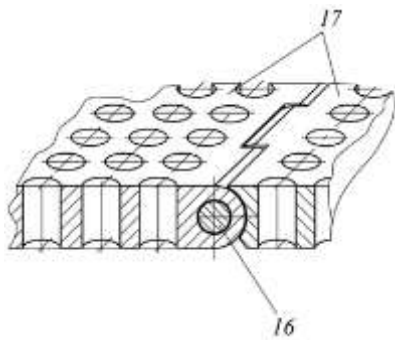


Рисунок 1.3 - Перфорована пластина
монтажного вузла

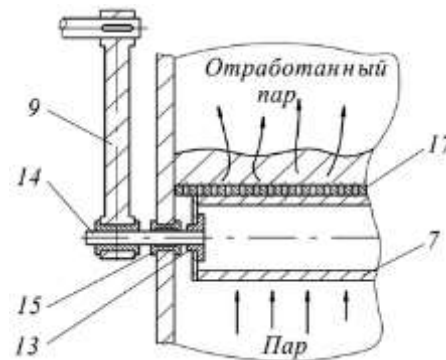


Рисунок 1.4 - Порожний механізм
приводу циліндрів

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 22.00.00.000 ПЗ

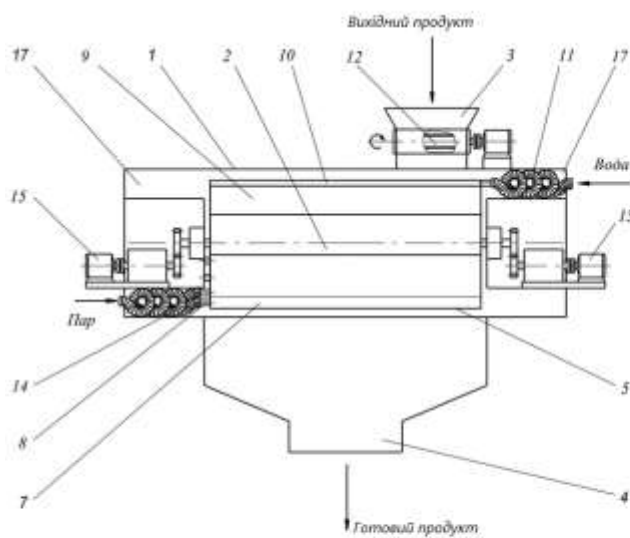
Арк.
12

використання «м'яких» температур і «делікатних» режимів перемішування продукту з максимальним збереженням форми частинок оброблюваного продукту; підвищення якості готового продукту за рахунок застосування раціонального гідродинамічного режиму шару дисперсного продукту, зменшення злипання зварного продукту і запобігання утворенню агломератів дисперсного матеріалу; процес приготування здійснюється під атмосферним тиском, що позбавляє від необхідності герметизації установки; зниження металоємності обладнання за рахунок відсутності надмірного тиску і необхідності додаткової герметичності конструкції, а також за рахунок використання легких та міцних перфорованих пластин, шарнірно зв'язаних між собою, в якості газорозподільної решітки.

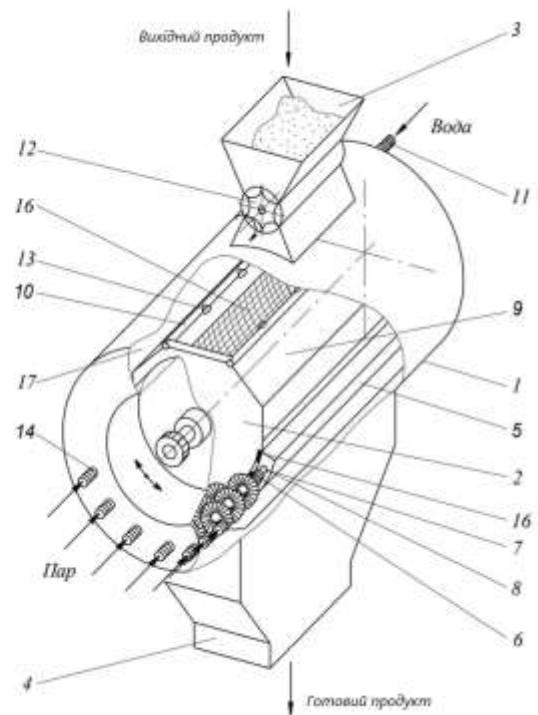
Існує установка для гідротермічної обробки харчових продуктів. [2]. Установка гідротермічної переробки харчових продуктів призначена для приготування і бланшування харчової рослинної сировини (зернових, картоплі, буряка, моркви та ін.) Установка гідротермічної обробки харчових продуктів (рисунок 5) складається з корпусу 1, робочої камери 2, завантажувального бункера 3 з дозатором секторного типу 12, розвантажувального бункера 4 і двох синхронних приводів 15, встановлених на торцевих сторонах корпусу. Робоча камера 2 внизу являє собою перфорований напівциліндр 16, до якого зовні кріпиться кожух 5. Вертикальні суцільні перегородки 6 монтуються всередині кожуха 5, утворюючи окремі зони 7. На кінцевій стороні кожуха 5 до кожної зони кріпляться патрубки 8 для подачі теплоносія (насиченої пари), а насичена пара з найбільш раціональними параметрами подається в кожну зону 7 через гнучкі гофровані шланги 14 (рисунок. 1.5) [2].

У верхній частині камери 2 кріпляться похилі пластини 9, під кутом, більшим за кут природного ухилу продукту, щоб забезпечити його повне зняття при подальшому розвантаженні. По периметру верхньої частини плит 9 встановлюється трубопровід 10, з'єднаний з гнучким гофрованим шлангом 11 для подачі розпиленої води. Форсунки 13 встановлюються в трубопровід 10 для забезпечення рівномірного поливу оброблюваного продукту водою.

					<i>МРМА 22.00.00.000 ПЗ</i>	Арк. 14
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



а



б

а – загальний вигляд; б – об'ємне зображення загального вигляду

Рисунок 1.5 – Установа для гідротермічної обробки харчових продуктів

Корпус 1 з'єднується з завантажувальними бункерами 3 і вивантаженням 4 готового продукту. У завантажувальному бункері 3 є дозатор 12 секторного типу. Робоча камера 2 оснащена системою зв'язку для подачі розпиленої рідини (води), а також з'єднана з лінією подачі теплоносія (насиченої пари). З обох кінців робоча камера 2 закривається суцільними кришками. На обох кінцях корпус 1 має П-подібні виступи 17, що дозволяють гнучким гофрованим шлангам 11 і 14 вільно рухатися, коли робоча камера 2 коливається і перевертається [2].

Установа для гідротермічної обробки харчових продуктів працює наступним чином. Спочатку вмикаються два синхронно працюючих приводи 15 і задається частота коливального руху робочої камери 2. Потім вмикається привід дозування секторного типу 12 і оброблюваний продукт з завантажувального бункера 3 подається в робочу камеру 2 через секційний дозатор 12. Після завантаження необхідної кількості продукту в робочу камеру 2, виконавчий механізм

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 22.00.00.000 ПЗ

Арк.
15

дозування 12 відключається і виріб перестає надходити. Причому, оптимальна кількість продукту, що завантажується, має дорівнювати обсягу перфорованого напівциліндра 16. Зміна частоти коливального руху робочої камери 2 передбачає задану інтенсивність заливки частинок на внутрішню поверхню перфорованого напівциліндра 16 і рівномірне заповнення робочого об'єму робочої камери 2 та перемішування оброблюваного продукту. Причому характер кінематики робочої камери 2, її геометричні розміри підбираються таким чином, щоб забезпечити досить рівномірне перемішування продукту [2].

При цьому, через гнучкі гофровані шланги 14 і патрубки 8, в зону 7 подається насичена пара, яка, проходячи через отвори перфорованого напівциліндра 16, проникає в шар продукту, що знаходиться всередині робочої камери 2. При цьому вода подається по гнучкому гофрованому шлангу 11 в трубопровід 10, звідки форсунки 13 забезпечують рівномірне зрошення обробленого продукту водою. В залежності від виду продукту, що переробляється (крупа, буряк, морква, картопля тощо) та характеру волого-термічної обробки (варіння, бланшування, попередня гідротермічна обробка тощо) встановлюється режим подачі пари і води: безперервний, періодичний тощо [2].

Таким чином, за рахунок зміни частоти коливального руху робочої камери 2 досягається найбільш раціональний гідродинамічний режим шару продукту і оптимальна тривалість процесу волого-термічної обробки виробу. Форсунки 13 забезпечують дрібнодисперсне розпорошення рідини по шару переливного продукту, що сприяє меншому контакту поверхні частинок з вільною рідиною в шарі, незаволожування цієї поверхні і, як наслідок, меншому злипанню частинок продукту та утворення агломератів дисперсного матеріалу. При цьому режим роботи (швидкість руху, частота пульсації подачі вологи, кількість розпорошеної води, місце розпилення тощо) форсунок 13 може змінюватися в залежності від виду сировини, що обробляється [2].

Перенасичений шар виробу на внутрішній поверхні перфорованого напівциліндра 16 робочої камери 2 проникає знизу вгору висхідним потоком тепло-

					<i>МРМА 22.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						16
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

носія (насичений пар) і періодично зволожується форсунками 13, що забезпечують дрібнодисперсне розпорошення рідини по шару оброблюваного продукту. Коливальний рух робочої камери 2 сприяє одночасному перемішуванню і вирівнюванню зернового шару, а також рівномірної періодичної обробки частинок продукту з потоком теплоносія. подача пари в зону 7 від паропроводу здійснюється за допомогою гнучкого гофрованого паропроводу 14, який компенсує зміну довжини при коливаннях робочої камери 2 [2].

Після завершення процесу гідротермічної обробки, виконавчі механізми 15 обертають робочу камеру 2 з виробом на 180° по відношенню до її опорного положення. В цьому випадку, отриманий кут більше кута природного ухилу готового виробу і його зсувають поверхні плит 9 в розвантажувальний бункер 4, а потім направляють на подальшу технологічну стадію [2].

Пропонована установка для гідротермічної обробки харчових продуктів дає можливість: досягнення рівномірної волого-термічної обробки продукту за рахунок чергування зволоження і паропотокової обробки, а також використання «м'яких» температур і «делікатних» режимів перемішування продукту з максимальним збереженням форми частинок оброблюваного продукту; підвищення якості готового продукту за рахунок застосування раціонального гідродинамічного режиму обробки шару продукту; зменшення грудкування приготованого продукту і запобігання утворенню частинок агломератів; процес приготування здійснюється під атмосферним тиском, що позбавляє від необхідності герметизації установки; зниження металоємності обладнання за рахунок відсутності надлишкового тиску, використання легкої і міцної робочої камери і виключення необхідності герметизації конструкції установки. [2].

Існує пропарювач для обробки поверхні зерна, круп та інших сипучих продуктів насиченою водяною парою без створення надмірного тиску в зоні взаємодії продукту і пари. Цей пропарювач працює безперервно. Він оснащений верхніми та нижніми бункерами, які, як і пропарювач, виготовлені з харчової нержавіючої сталі. подача пари в потік зерна здійснюється за допомогою чоти-

					<i>МРМА 22.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						17
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Відмінною особливістю пропарювача є можливість переведення її в безперервний режим роботи. В цьому випадку замість електромагнітних клапанів пропарювач оснащується шлюзовими воротами. Такий варіант роботи дає можливість підвищити продуктивність у два рази, але при цьому витрата пари збільшується на 1/3. Також пропарювачі мають функцію примусового змішування оброблюваного продукту з парою. У камеру одночасно подається пар під тиском 0,07 МПа і пропарений продукт. У камері продукт змішується з парою і переміщається шнекам до випускного клапана повітряної пробки.

На ринку машин для обробки продукції парою існує апарат А9КЧЯ для паро-термічного чищення коренеплодів. Даний пристрій призначений для очищення коренеплодів від поверхневої шкірки насиченою водяною парою із тиском 0,6...0,8 МПа. Цей пристрій може входити до комплектації технологічних ліній по виробництву продуктів з картоплі, моркви, буряка на підприємствах харчової промисловості при виробництві напівфабрикатів та готових продуктів харчування (рисунок 1.7).

Пристрій складається:

- дозувального та розвантажувального гвинтових конвеєрів;
- станини та резервуара;
- електрообладнання;
- комунікацій для води, пари та повітря.

Похилий завантажуваний гвинтовий конвеєр служить для періодичної дозованої подачі плодів до резервуара при різних режимах роботи апарату. В резервуарі відбувається парова очистка різноманітних коренеплодів від поверхневого шару. Він складається з: корпусу, завантажувальної лійки, горловини, ущільнюючої прокладки, кришки, системи важеля та пневмоциліндра. Система важеля та пневмоциліндра, в свою чергу, шарнірно встановлюються на кронштейні. Корпус резервуара жорстко закріплений у цапфах та може обертатись у підшипникових опорах. На правій цапфі розташований повітророзподільник, що складається з нерухомого корпусу та золотника, що обертається.

					<i>МРМА 22.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
						19
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



1 – похилий завантажувальний гвинтовий конвеєр; 2 – завантажувальна лійка;
 3 – резервуар; 4 – повітророзподільник; 5 - під'єднувальний шланг; 6 – опорна
 рама

Рисунок 1.7 - Апарат А9КЧЯ для паро-термічного очищення коренеплодів

Технічні характеристики:

Продуктивність технічна, кг / год

картопля 3000

морква, буряк 2500

Час оброблення, секунд 20

Місткість резервуара, л 355

Відходи при очищенні (не більше),%:

картопля 8,6

морква 10,8

буряк 14

Споживана потужність, кВт / год 3,2

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 22.00.00.000 ПЗ

Арк.
20

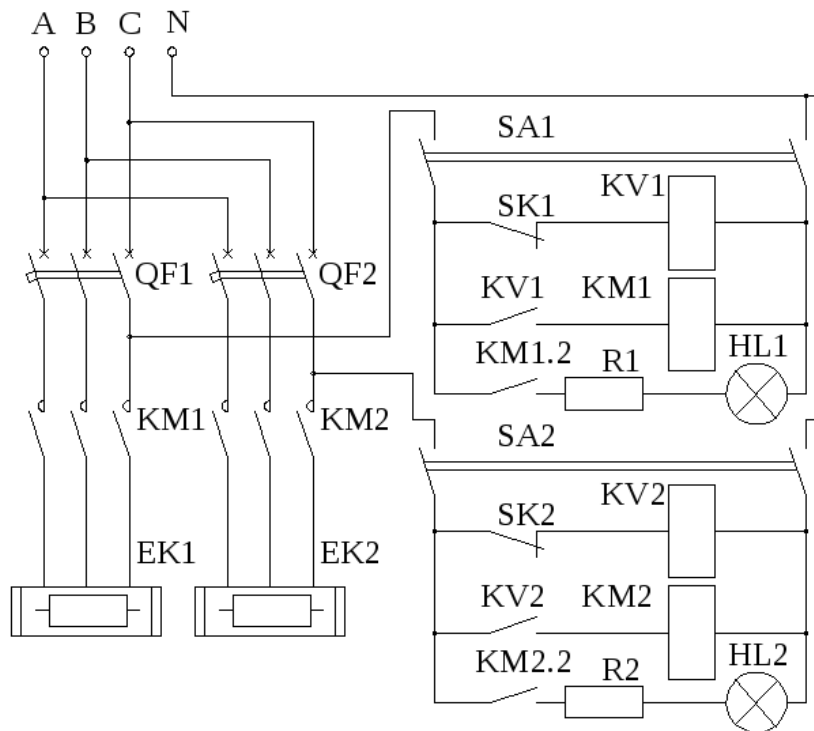


Рисунок 1.10 - Принципова електрична схема
електроводонагрівача типу УАП-800

Робота нагрівачів передбачена у трьох режимах: форсований (ввімкнені обидві групи нагрівачів); акумуляційний (ввімкнена лише нижня група нагрівачів потужністю 12 кВт “Зона 1”) та швидкісний (ввімкнена лише верхня група нагрівачів потужністю 6 кВт “Зона 2”). Керування першою групою нагрівачів здійснюється за допомогою термореле SK1, а другою – SK2 типу TP-200 [3].

Схема керування електронагрівачами ЕПВ-2А, що показана на рисунку 1.11 працює наступним чином. При невисокій температурі контакти SK1 та SK2 термодатчиків замкнуті, реле KV1 і KV2, а також магнітні пускачі KM1 і KM2 увімкнені. При підвищенні температури води у баку - розмикається контакт SK1, триод VT1 - закривається, реле KV1 відмикає своїм контактом магнітний пускач KM1 електронагрівника ЕК. У такий же спосіб діє на відключення пускача KM2 насоса термореле SK2. При зниженні температури поворотної води, контакти SK2 замикаються, триод VT2 відкривається, спрацьовує реле KV2 та відмикає

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 22.00.00.000 ПЗ

Арк.
25

магнітний пускач КМ2 електронасоса, завдяки цьому охолоджена вода замінюється на теплу з бака [3].

Ручне вмикання та відмикання установки ВЕП здійснюється перемикання перемикача SA відповідно в положення Р та О [3].

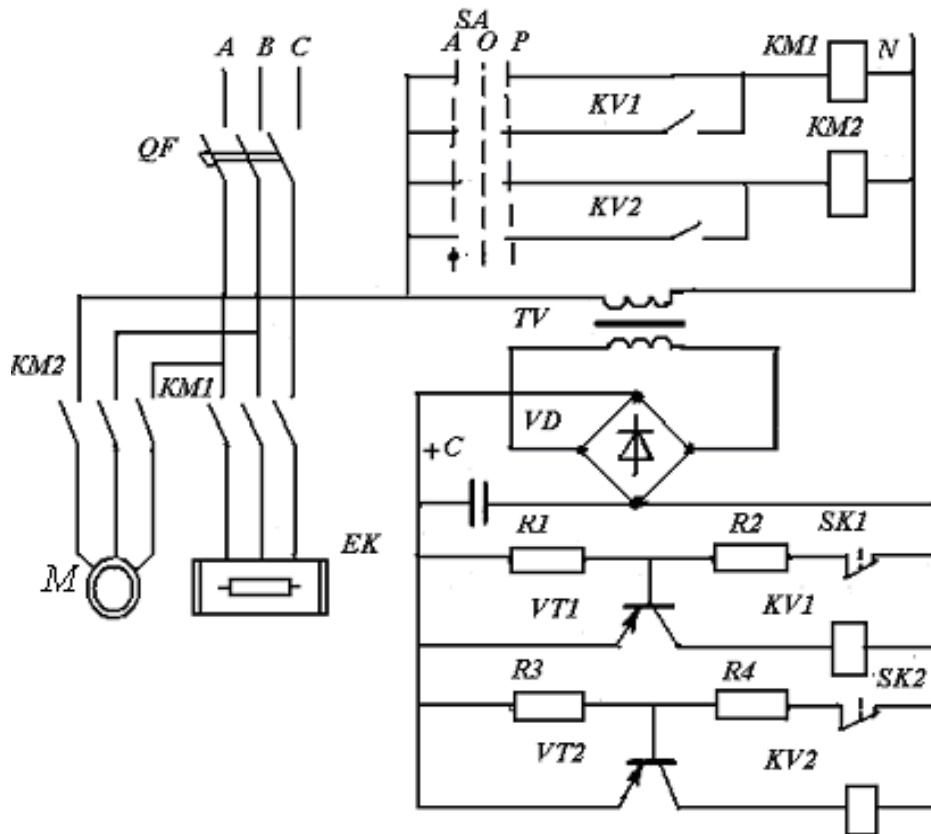


Рисунок 1.11 - Принципова електрична схема керування нагрівальним пристроєм ЕПВ-2А

Для керування технологічним процесом у нагрівальних пристроях існують найпростіші таймери, тобто реле часу. Реле часу (рис. 1.12) проводить підключення навантаження до живлення на час від 1 до 60 секунд. Транзисторний ключ керує електронним реле К1, який підключає споживач до мережі контактом К1.1 [3].

У вихідному стані перемикач S1 замикає конденсатор С1 на опір R2, який підтримує його розрядженим. При цьому, електромагнітний перемикач К1 не працює, оскільки транзистор замкнений. При підключенні конденсатора до ме-

режі живлення (верхнє положення контакту S1) починається його зарядка. Через базу протікає струм, який відкриває транзистор і вмикається K1, замикаючи ланцюг навантаження. Напруга живлення на реле часу – 12 вольт.

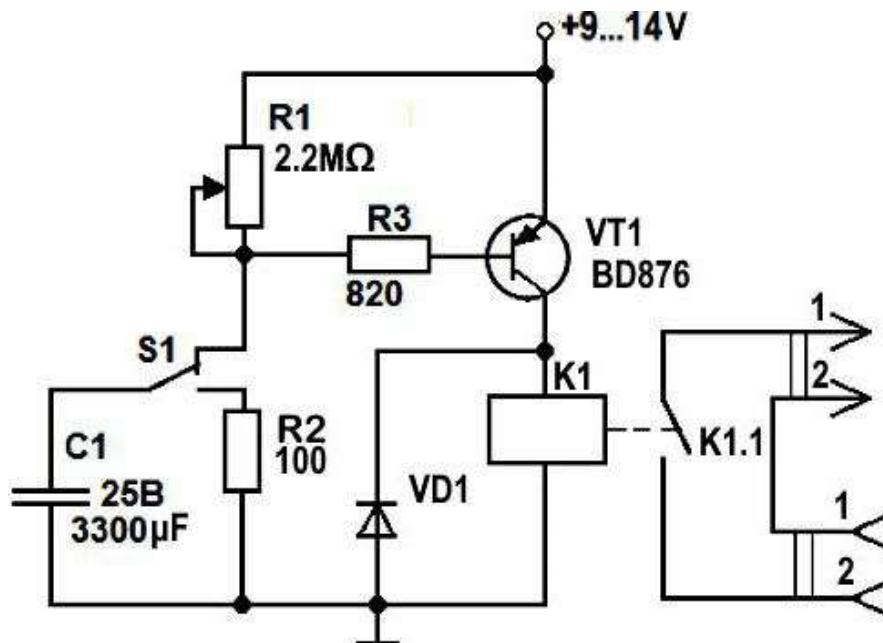


Рисунок 1.12 - Реле часу із застосуванням конденсатора

В процесі зарядки конденсатора базовий струм поступово зменшується. Відповідно падає і величина колекторного струму, доки K1 своїм відключенням не розімкне ланцюг навантаження контакту K1.1.

Для того, щоб знову підключити навантаження до мережі на заданий період роботи, схему слід знову перезапустити. Для цього перемикач встановлюється в нижнє положення «вимкнено», що призводить до розрядки конденсатора. Потім пристрій знову вмикається за допомогою S1 на протязі заданого часового проміжку. Затримка регулюється при допомозі установки резистора R1, а також може бути змінена, якщо конденсатор замінити на інший.

Принцип дії реле із застосуванням конденсатора полягає на його зарядці протягом часу, що залежить від добутку ємності на величину опору електричного кола.

Методи очищення овочів та фруктів, ілюстрації пристроїв для очищення

2 Розробка системи керування парового пристрою для очищення овочів

2.1 Розробка технологічного процесу парового пристрою для очищення овочів

Паровий побутовий пристрій для очищення овочів, фруктів та іншої плодовоовочевої продукції, що розробляється в магістерській роботі призначений для очищення цієї продукції невеликими порціями, що дає змогу використати його в домашніх умовах та на невеликих підприємствах для попередньої обробки та виготовленню напівфабрикатів.

Суть роботи пристрою для зняття верхнього шару (шкірки) з овочів та фруктів заснована на ефекті знімання шкірки внутрішнім надлишковим тиском, що утворюється.

На основі аналізованої інформації щодо методів та способів очищення, конструкцій та принципу роботи парових пристроїв для очищення продукції, розроблено структурну схему технологічного процесу очищення, що заснований на принципі обробки сировини парою під високим тиском (рис. 2.1) [МРМА 22.00.00.000 С1].

Паровий пристрій для очищення плодовоовочевої продукції, що працює за таким алгоритмом:

1. У парогенератор, що має робочий об'єм 2,5 літра заливається 1,6-1,8 літра води за допомогою лійки. Контроль рівнем рідини візуально здійснюємо за допомогою індикатора.

2. Попередньо вимиті від бруду овочі, фрукти або інша плодовоовочева продукція, укладаються в робочу ємність пристрою. При цьому слід уникати потрапляння їх на кнопку клапана парогенератора.

3. Герметично закривається ємність кришкою за допомогою затискачів. Зверху накладається захисний кожух.

4. На екрані керування вибирається тип продукту, що буде оброблятися.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

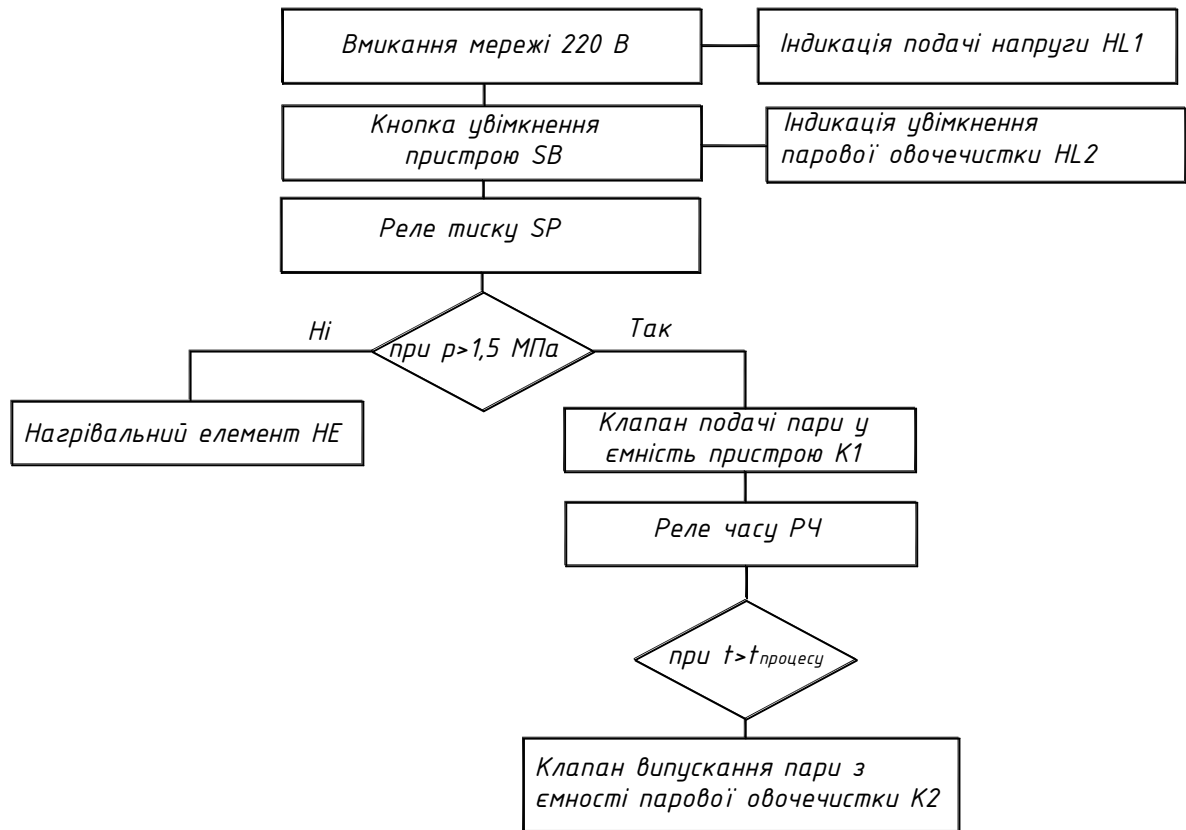


Рисунок 2.1 - Технологічний процес роботи парового пристрою очищення продуктів

5. Вмикається живлення (напруга 220 В). Натискається кнопка вмикання SB пристрою. На нагрівальний елемент парогенератора подається напруга.

6. У парогенераторі відбувається нагрівання води, з утворення пари. У ємності створюється підвищений тиск. Контроль величини тиску контролюється реле тиску SP.

7. При досягненні величини тиску більше 0,5 МПа парогенератор відмикається.

8. Відкривається електромагнітний впускний клапан K1. Пара подається у робочу камеру пристрою де знаходяться продукти для очищення.

9. Вмикається реле часу РЧ. Залежно від вибраного типу продукту, витримується час технологічної обробки продуктів парою.

10. При досягненні потрібного часу, відведеного на обробку продукції,

спрацьовує реле часу. Відкривається клапан випускний К2. Здійснюється різке зниження тиску в робочій камері та випускання пари.

11. Перед знаттям захисного кожуха та кришки з пристрою, необхідно витримати 5-10 хвилин. Це потрібно зробити, щоб запобігти негативним наслідками впливу пари та високої температури на користувача.

12. Прилад вимикається з розетки.

13. Овочі та фрукти, що оброблялись у пристрої, виймаються та промиваються проточною водою.

14. Пристрій очищується від залишків продукції та промивається водою.

Перед повторним завантаженням продукції у робочу камеру пристрою необхідно перевірити рівень води у парогенераторі, і при необхідності довести його до рекомендованого, орієнтуючись на датчик на корпусі приладу.

У даній магістерській роботі пропоновано розробити схему комбіновану загальну, яка показує взаємозв'язок, функціональне та принципове призначення усіх елементів пристрою.

Також буде розроблена схема електрична принципова, яка показує електричну елементу базу з якої складається розроблюваний пристрій.

На основі висновків про схеми керування паровими пристроями, які є на сьогодні на ринку подібної техніки, буде розроблена удосконалена схема керування на базі електромагнітного клапана та реле часу, що об'єднані у спільну схему для покращеного автоматичного керування пристрою.

2.2 Розробка комбінованої схеми парового пристрою для очищення овочів

Загальна комбінована схема парового пристрою для очищення овочів та інших продуктів харчування відображена на рисунку 2.2. [МРМА 22.00.00.000 С6]. Принцип роботи парового пристрою для очищення овочів та фруктів полягає в наступному.

						МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк. 31
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата			

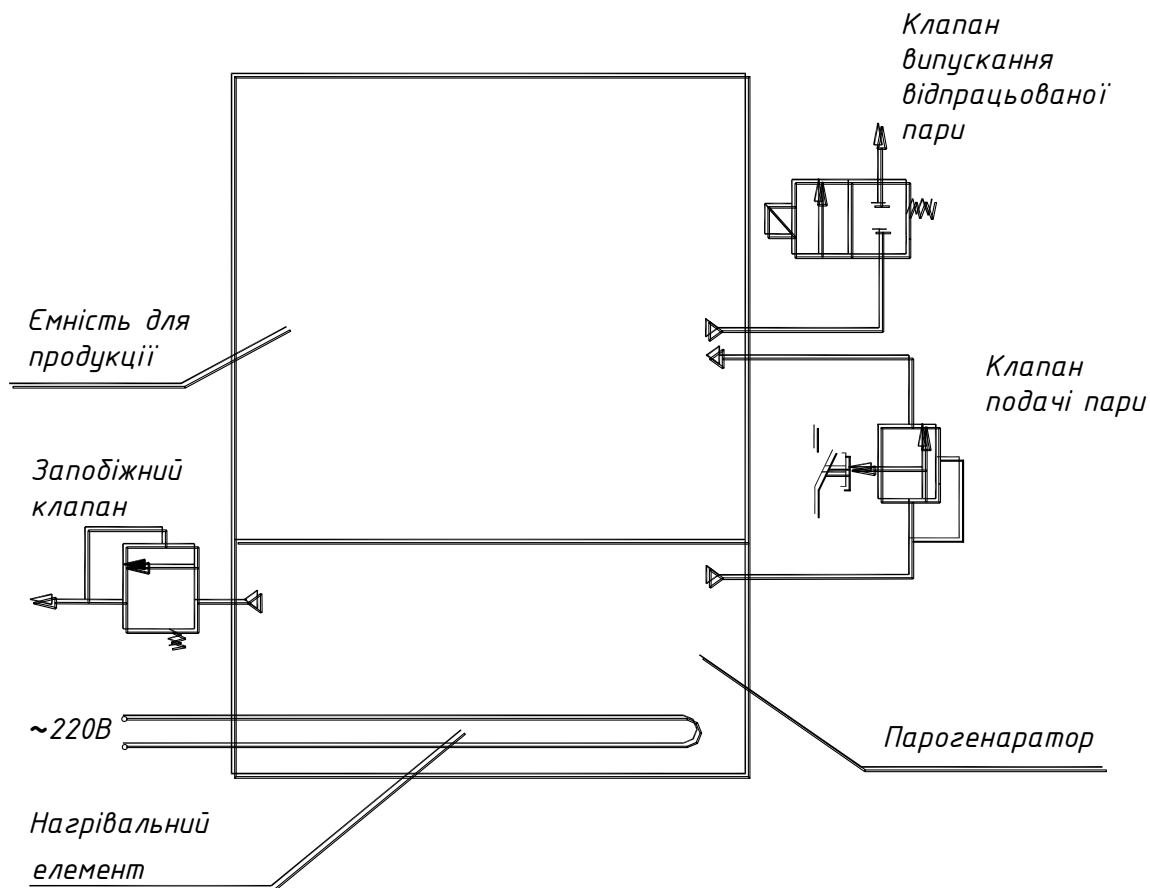


Рисунок 2.2 – Схема комбінована загальна парового пристрою для очищення продуктів

У робочу ємність парогенератора заливаємо воду. Вмикаємо пристрій у мережу. На панелі задаємо відповідний час, який передбачено для очищення відповідного харчового продукту (помідори, картопля, буряк, тощо).

Натисканням кнопки « Пуск » на нагрівальний елемент подається напруга.

У парогенераторі, отримуємо насичену перегріту пару температурою $T = 130 \dots 180 \text{ C}$ та надлишковим тиском $1,3 \dots 1,5 \text{ МПа}$.

Для контролю подачі пари у робочу камеру пристрою, де знаходяться продукти у схемі передбачено електромагнітний клапан. Коли досягається певна температура і тиск, який потрібен для здійснення технологічного процесу обробки, спрацьовує реле тиску. Відкривається клапан парогенератора, подаючи пару у робочу ємність.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		32

Коли тиск у парогенераторі падає, клапан повертається у попереднє положення, закриваючи повертання пари назад у парогенератор.

Для контролю часу обробки сировини у робочій камері пристрою передбачено реле часу. Воно запрограмовано на різні типи сировини. На табло можна вибрати тип сировини і реле буде спрацьовувати залежно від вибраної сировини через певний період часу.

Контакти клапана вмикають реле часу, на якому виставлено час що відведений на обробку сировини. Після витримування відповідного часу спрацьовує клапан випускання відпрацьованої пари, який випускає пару в навколишнє середовище.

Якщо відбувається підвищення тиску у робочій камері пристрою, то передбачено запобіжний клапан, який налаштований на тиск, що на 10% вище від тиску передбаченого технологічним процесом обробки сировини.

2.3 Розробка електричної схеми парового пристрою для очищення овочів

Електрична схема парового пристрою для очищення овочів та фруктів розроблена показана на рисунку. 2.3 та у графічній частині магістерської роботи [МРМА 22.00.00.000 ЕЗ].

Електрична схема парового пристрою працює так.

Пристрій паровий вмикається у мережу за допомогою вилки XS1. На панелі керування загоряється лампочка індикація подачі напруги HL1. Нагрівальний елемент (R) вмикаємо у роботу натисканням кнопки SB. Нагрівальний елемент має потужність 1,2 кВт та розміщується у корпусі парогенератора.

На початку роботи пристрою контакти електромагнітного клапана K1 впускання пари нормально замкнені, та знаходяться у положенні 1-3. При досягненні відповідних температури та тиску для здійснення очищення продуктів, спрацьовує реле тиску SP. Подається сигнал на котушку електромагнітного клапана EM1, контакти K1 перемикаються у положення 2-3. Відкривається клапан впуску

пари у робочу ємність.

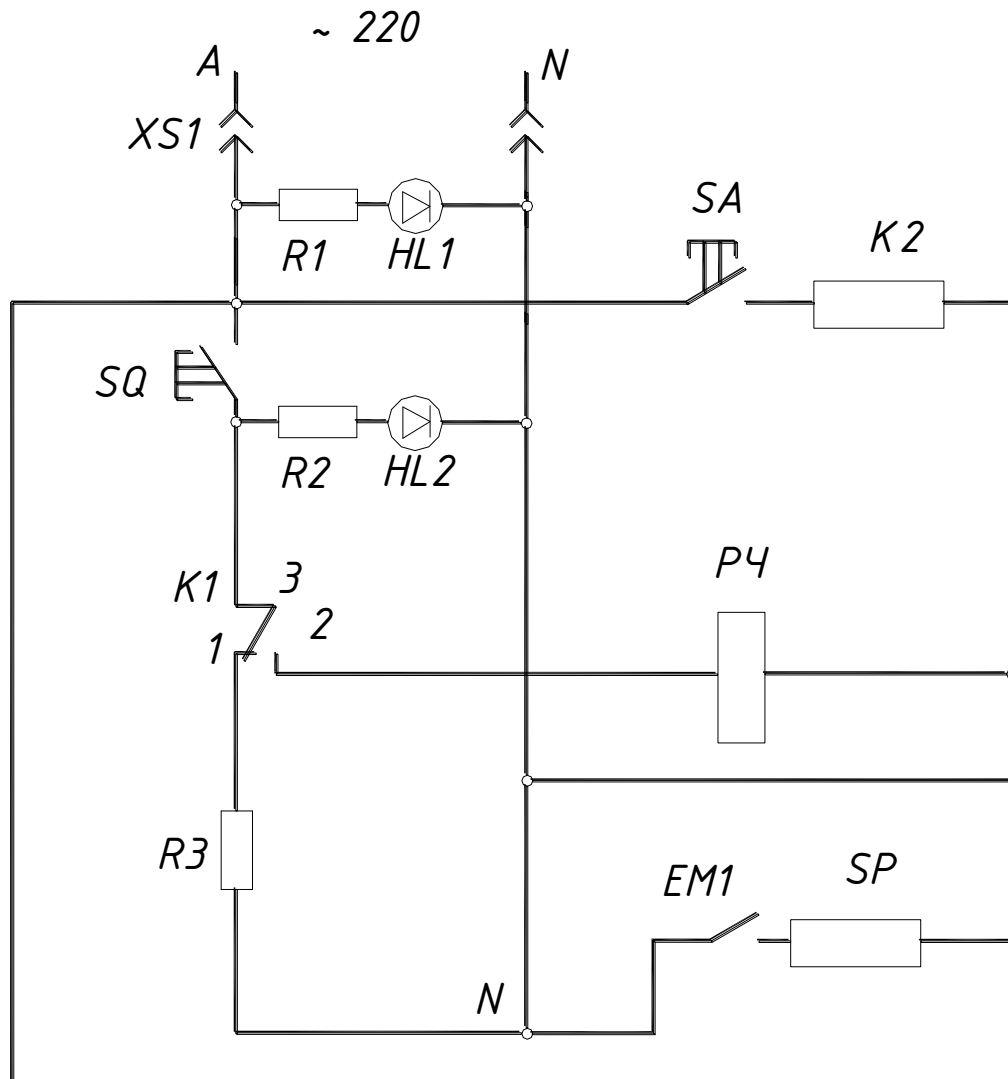


Рисунок 2.3 – Схема електрична принципова побутового пристрою для термічного очищення продуктів

В завданий момент часу, нагрівальний елемент (R) відмикається. Вмикається реле часу РЧ, яким відраховується час витримки пари в робочій ємності для очищення продукції.

Після закінчення часу, відведеного на очищення продуктів у робочій ємності, спрацьовує кнопка реле часу SA, яка перемикає контакти. Вмикається в роботу котушка електромагнітного клапана, яка задіює у роботу клапан випускання пари К2.

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

МРМА 22.00.00.000 ПЗ

Арк.
34

2.4 Розробка схеми керування парового пристрою для очищення овочів

В схемі парового пристрою для очищення продуктів передбачається встановлення електромагнітних клапанів та реле часу. Це дає змогу автоматично впускати пару у робочу ємність пристрою із парогенератора. А також встановлювати час витримки для обробки продуктів у робочій ємності пристрою.

Запропонована система керування паровим пристроєм, що містить електромагнітний клапан та реле часу дозволяє здійснювати автоматичне керування технологічного процесу очищення продукції без додаткового втручання користувача.

Перевагою електромагнітних клапанів, що застосовуються у пристрої, є досить незначне споживання енергії від джерела живлення в робочому режимі, коли він відкритий. Це дає можливість використовувати навіть автономне джерело енергії протягом тривалого часу.

Схема керування паровим пристроєм з електромагнітним клапаном та реле часу показана на рисунку 2.3. Принцип дії схеми полягає у взаємодії полів електромагніту клапана з постійним магнітом, що міститься у ньому.

Схема керування складається із наступних блоків функціонального призначення: електромагнітного клапана з блоком керування; системи контролю тиску (реле тиску); таймера (реле часу) з електромагнітним реле на виході; перетворювача напруги джерела живлення. Для вмикання електромагнітного клапана, необхідно натиснути на кнопку SB1 та втримувати її протягом 4...5 секунд.

У цей час замкнені контакти SB1.1 до джерела живлення підключають перетворювач напруги, зібраний на елементах мікросхеми DD2. З виходу на множувача³, що утворюється діодами VD2 - VD5, і відповідно конденсаторами C7-C10. Напруга величиною 27 В, надходить через контакти SB1.4 на конденсатор C 11 та заряджає його.

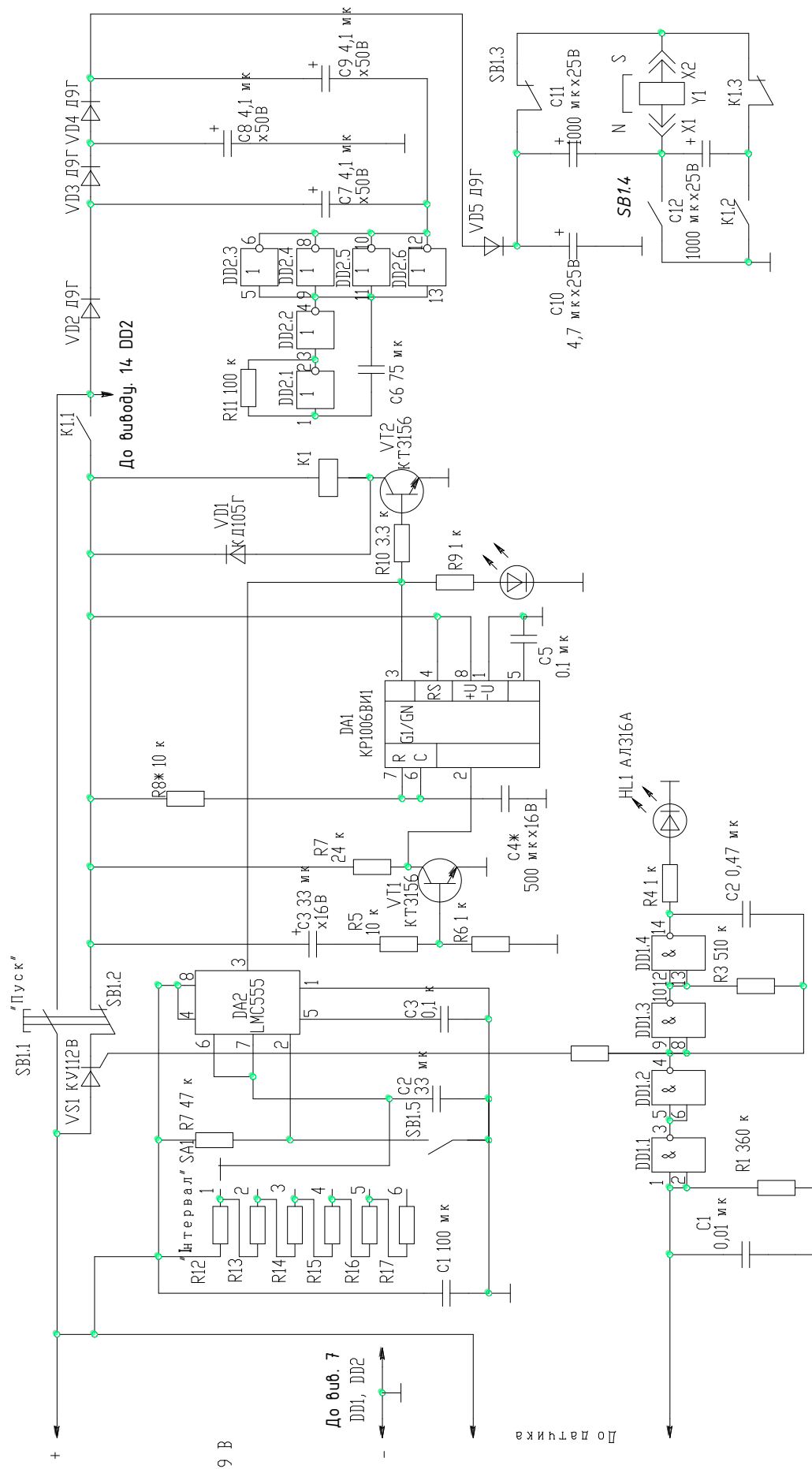


Рисунок 2.3 - Схема керування паровим пристроєм для очищення овочів

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

МРМА 22.00.00.000 ПЗ

Через зазначений - 4...5 секунд, конденсатор накопичить достатньо енергії для вмикання електромагнітного клапана Y1. Пускова кнопка повинна бути відпущена.

Заряджений конденсатор С 11 - розряджається на електромагніт клапана через контакти SB1.3. При цьому виникає магнітне поле, яке переміщає золотник електромагніта у штоку клапана, і він відкривається. Коли дія електромагнітного поля припиняється, золотник втримується магнітним полем постійного магніту. У «відкритому» стані клапан перебуває час, відведений на подачу пари в робочу ємність. Час відведений на обробку продуктів у робочій ємності виставляється підбором резисторів R12...R17. Замикаючи відповідно їх контакти 1-6 вибираємо час обробки. Після закінчення часу витримки продуктів у ємності - реле часу подає сигнал на відмикання контактів подачі живлення.

Елементи DD1.1, DD1.2, DD1.3, DD1.4 мікросхеми DD 1 генератора імпульсів та триністор VS 1, установлений у точці контролю пари, утворюють сигналізатор пароутворення. Світлодіод HL 1, підключений до виходу генератора імпульсів DD 1, сигналізує про роботу парового пристрою для очищення.

При спрацьовуванні сигналізатора в парогенераторі про відповідну концентрацію пари (відповідає датчик тиску), напруга джерела живлення через відкритий триністор VS 1 та контакти пускової кнопки SB 1.2, надходить на інтегральний таймер DA 1 і датчик сигналів. Вони запускають транзистор VT 1. У ланцюзі транзистора виникає струм, який заряджає конденсатор С 3 і відкриває цей транзистор на час, обумовлене параметрами технологічного процесу у ланцюзі живлення С 3-R 5. Імпульс з транзистора VT 1 надходить на вхід інтегрального таймера DA 1 та запускає його, генеруючи при цьому сигнали збудження. При цьому на виході таймера з'являється напруга та загоряється світлодіод HL 2. Транзистор VT 2 відкривається, і спрацьовує реле DO 2 на час, обумовлено номіналами часу, що передбачені технологічним процесом, який задають ланцюги С4-R8 та резисторами R13- R16. Відповідно через реле, які замкнули контакти,

DD1.1 енергія джерела живлення, знову надходить на перетворювач напруги. Конденсатор С 12 заряджається через контакти SB 1.3 пускової кнопки.

Після закінчення часу, відведеного на обробку продукту у робочій ємності, таймер перемкнеться у вихідне положення. Обмотка реле DD 1 знеструмиться, конденсатор С 12 розрядиться на електромагніт клапана Y 1 через контакти реле DD 1.3. Тепер процес відбуватиметься у зворотному напрямку для розрядки конденсатора С 11. Виникне протидія магнітних полів електромагнітного клапана, і золотник штока, під впливом пружини перекриє доступ надходження пари в робочу ємність пристрою.

Пропонована схема керування містить блок, що відповідає за автоматичне вмикання та вимикання елементів парового пристрою. Цей блок називається реле тимчасової затримки, автоматичних вимикачів перемикачів навантаження 220В із заданим інтервалом часу, що побудований на основі мікросхеми LM555.

При зазначених на схемі установках часу, затримка відключення може складати близько 40 хвилин (для мікропотужних таймерів цей час можна значно збільшити, так як вони дозволяють встановити R12...R17 з великим номінальним значенням величини опору).

У режимі очікування пристрій не споживає енергію, так як транзистори VT 1 і VT 2 заблоковані. Включення здійснюється кнопкою SB1 - при її натисканні транзистор VT 2 відкривається і подає живлення на мікросхему. На виході 3 таймера з'являється напруга, яке відкриває транзисторний гайковий ключ VT1 і подає напругу на навантаження - на лампу HL1.

Кнопка вмикання заблокована. Ланцюг буде перебувати в такому стані, поки конденсатор С2 заряджений, після чого він відключить навантаження. Резистор R7 обмежує струм розряду конденсатора, що задає час, що підвищує надійність роботи пристрою. Для отримання великих інтервалів затримки конденсатор С 2, необхідно використовувати конденсатори з невеликим струмом витоку, наприклад, із серії K52 - 18.

										Арк. 38
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата	МРМА 22.00.00.000 ПЗ					

Схема керування дозволяє дискретно змінювати час затримки відключення навантаження від 5 до 30 хвилин (з кроком 5 хвилин) за допомогою перемикача SB1.5. Завдяки використанню мікропотужного таймера з значним вхідним імпедансом, можна використовувати резистори з набагато більшими значеннями (від 8,2 до 49,2 МОм). Це дозволяє збільшити часовий інтервал, який можна порахувати за відповідними виразом:

$$T = 1,1 \cdot C2 \cdot (R12 + R13 + R14 + R15 + R16 + R17).$$

Набір певної кількості резисторів у схемі дозволить змінювати інтервал витримки часу та виставляти будь-який час на обробку продуктів залежно від їх фізичних властивостей.

Конденсатор С1 захищає сигналізатор від перешкод електромагнітних випромінювань, що наводяться в сполучних проводах датчика із сигналізатором.

Налагодження пристрою зводиться до добору конденсатора С4 і резистора R8 у вхідному ланцюзі таймера DA1 таким чином, щоб конденсатору С12 вистачало часу нагромадити досить енергії, необхідної для вимикання клапана. За 4...5 с він повинен зарядиться до напруги 20...22 В.

Деталі блоків пристрою можна змонтувати на самостійних платах розмірами 40x40 мм (рис.2.4), виконаних з одnobічного склотекстоліту фольгованого товщиною 2 мм.

Всі резистори марки типу - МЛТ-0,125. Конденсатори С3, С4 і С7 - С12 - оксидні ДО50-6, а С1, С2, С5 і С6 - КМ, КЛС. Діоди VD 2 – VD 5 - германієві серій ДЗ11, ГД402. Реле DO1 - РЕС9 (паспорт РС4.524.202). Перемикач SB 1 - SB 2 ез фіксації в натиснутому положенні.

два отвори для провідників обмотки електромагніту, після чого конструкцію встановлюють на шток електромагнітного клапана.

Соленоїдний клапан, що використовується у паровому пристрої для очищення продуктів представлений на рисунку 2.5.

Соленоїдний клапан має наступну будову. Котушка 1, встановлена на трубі сердечника 2, всередині якої розміщений сердечник 3, який притискається до сідла клапана 5 пружиною 4. При подачі напруги на котушку, всередині сердечника утворюється електромагнітне поле. В результаті впливу цього поля, сердечник піднімається, відкриваючи прохід пари через сідло клапана.

Клапани такого типу працюють за рахунок електромагнітного поля, що створюється котушкою (соленоїдом). Поскілки електромагнітне поле котушки, прямо впливає на сердечник, що відкриває чи закриває отвір електромагнітного клапана - то такі клапани називають електромагнітними клапанами прямої дії.

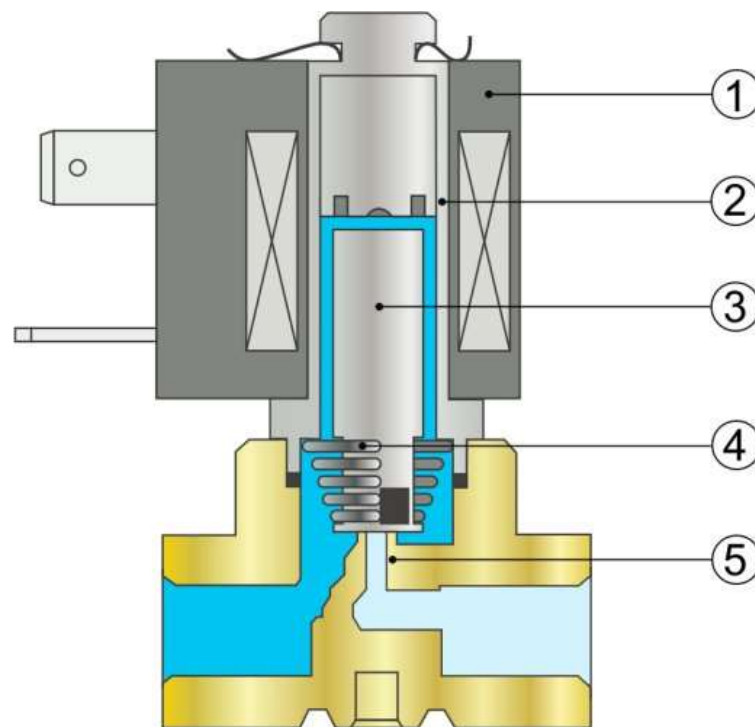


Рисунок 2.5 – Будова соленоїдного .клапана прямої дії

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк. 41
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Недоліки електромагнітних клапанів прямої дії полягають у тому, що для забезпечення більшої витрати рідини чи пари необхідно збільшувати і розміри самого клапана. Це пов'язане із різким збільшенням сили втягування котушки, необхідної для піднімання сердечника та відкриття клапана.

Для зменшення енергоспоживання соленоїдних електромагнітних клапанів збільшених діаметрів та використання їх для роботи з збільшеними тисками, застосовується конструкція електромагнітного клапана непрямої дії, яка показана на рисунку 2.6.

В електромагнітних клапанах такої конструкції, основний прохідний отвір перекривається мембраною, яка притискується до сідла.

Відкриття чи закривання клапана здійснюється за рахунок підйому мембрани, що викликане перерозподілом величини тиску робочого середовища у зоні над мембраною, та під мембраною.

У вихідному положенні (рис. 2.6,а), напруга на котушку клапана не подається. Пара з парогенератора, через невеликий пропускний отвір у мембрані, що надходить на вхід електромагнітного клапана, проникає в область над мембраною. Площа поверхні мембрани, з якою взаємодіє пара з парогенератора, у зоні над мембраною більше, ніж у зоні під мембраною. Коли тиски над мембраною та під мембраною - рівні, то виникає сила, що притискає мембрану до сідла клапана. Основним елементом конструкції, що впливає на роботу електромагнітного клапана - є пропускний отвір. Його розташування в системі електромагнітного клапана показано на рисунку 2.6,б.

Подача напруги на котушку електромагнітного клапана викликає підйом сердечника (рис.2.6,в). У результаті цього пара з області над мембраною, через невеликий пропускний отвір, починає надходити на вихід електромагнітного клапана. Діаметр невеликого пропускного отвору, менше діаметра пропускного отвору, тому тиск над мембраною зменшується. Мембрана піднімається, відкриваючи основний отвір електромагнітного клапана для проходження пари.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

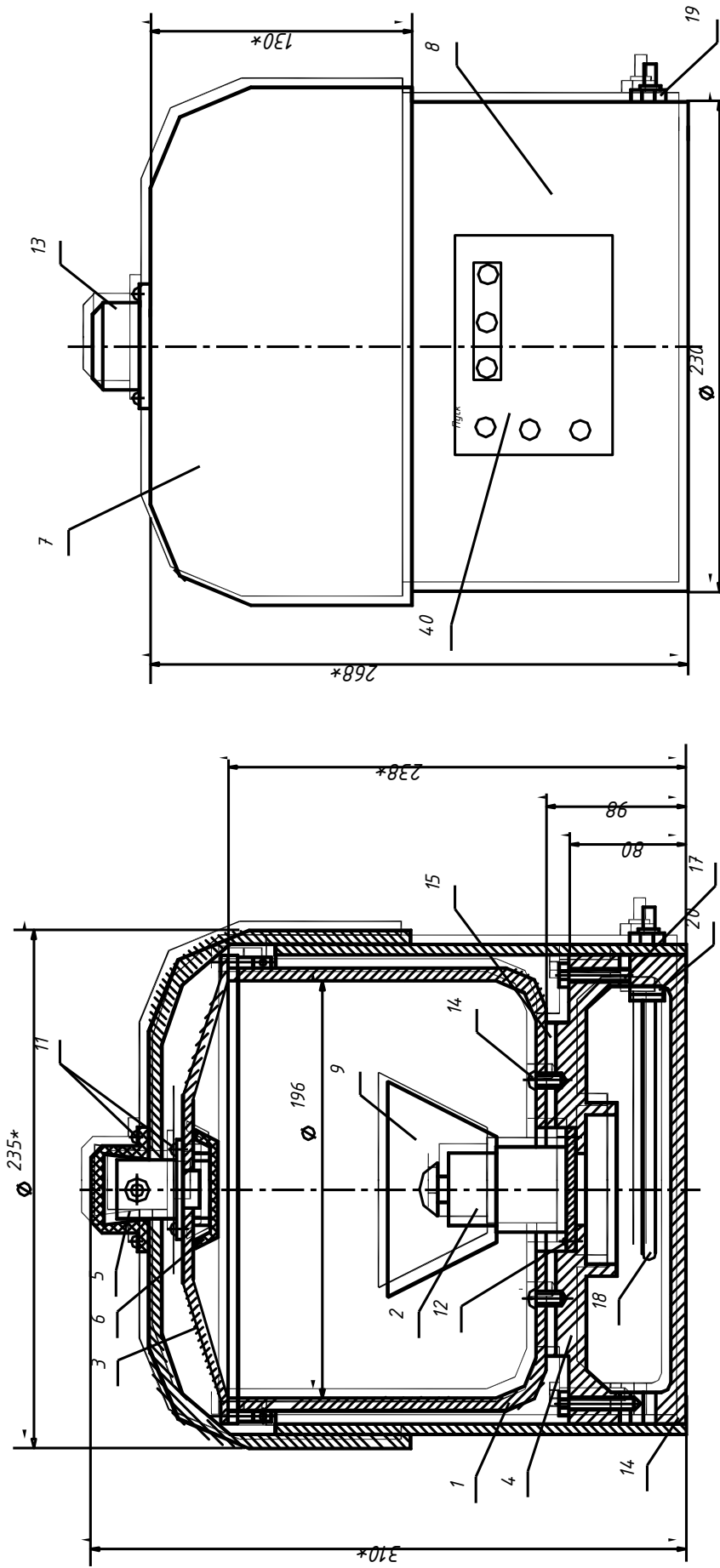


Рисунок 2.7 – Конструкція побутового пристрою для очищення овочів та фруктів

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

МРМА 22.00.00.000 ПЗ

Арк.
46

3 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПАРОВОГО ПРИСТРОЮ ДЛЯ ОЧИЩЕННЯ ОВОЧІВ, ЩО ПІДТВЕРДЖУЮТЬ ЙОГО ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ

3.1 Розрахунок корисного об'єму робочої ємності для завантаження сировини у паровий пристрій для очищення овочів

Для розрахунку робочої ємності задаємося такими вихідними даними: орієнтовна продуктивність машини $Q = 30$ кг/год; середній діаметр оброблюваної сировини рослинного походження $d = 0,05$ м; тривалість обробки порції продукту складає максимум 100 секунд.

Обчислюємо об'єм робочої ємності для парового очищення продукції за формулою (формула продуктивності машини [1]). При насипанні маси продукту густиною $\rho = 750$ кг/м³, коефіцієнт заповнення робочої камери $\phi = 0,6$.

$$Q = \frac{m}{T} = \frac{V \cdot \rho_n \cdot \phi}{T_z + T_{n.o} + T_o + T_g} \quad (3.1)$$

де m - маса сировини, що одноразово завантажується в робочу ємність, кг;

T_z - час завантаження сировини, $T_z = 300$ с;

$T_{n.o}$ - час підготовки до обробки сировини, $T_{n.o} = 200$ с;

T_o - час безпосередньої обробки сировини, $T_o = 100$ с;

T_g - час вивантаження сировини, $T_g = 450$ с.

Для підстановки в формулу для розрахунку, перетворимо заданий час у години.

$$V = \frac{Q(T_z + T_{n.o} + T_o + T_g)}{\rho_n \cdot \phi} \quad (3.2)$$

$$V = \frac{30 \cdot (0,08 + 0,05 + 0,02 + 0,125)}{750 \cdot 0,66} = 0,015 \text{ м}^3.$$

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк. 48
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

З формули (3.3) визначаємо діаметр робочої ємності парового пристрою для очищення продукції.

$$D = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot h}}, \quad (3.3)$$

де h - висота парового пристрою, яку для зручності вибираємо конструктивно.
 $h = 240$ мм.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,015}{3,14 \cdot 0,240}} = 0,190 \text{ мм.}$$

Приймаємо об'єм робочої ємності $D = 190$ мм.

3.2 Розрахунок елементів парогенератора парового пристрою для очищення овочів

3.2.1 Розрахунок теплових параметрів парогенератора пристрою

Однією з важливих технічних характеристик парогенераторів є продуктивність, що оцінюється в кілограмах пари, що виробляється за годину.

У парогенератор заливається приблизно об'єм рідини (води) $m = 1,4 - 1,8$ літра, яка при нагріванні буде перетворюватись в пару та подаватись у робочу ємність для парової обробки овочів, фруктів та іншої продукції.

Питома теплота пароутворення води складає $L = 2,256 \cdot 10^6$ Дж/кг [8].

Для того, щоб при початковій температурі $t_1 = 20$ °С, перетворити воду на пару, необхідно для спочатку нагріти її до температури кипіння. При температу-

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

рі $t_2 = 100$ °С, вода починає кипіти, і її температура не буде змінюватися поки вся вода не википить і повністю не перетвориться на пару.

Кількість теплоти, яка необхідна для нагрівання води до температури кипіння визначається за формулою:

$$Q_1 = c \cdot m(t_2 - t_1), \quad (3.4)$$

де c – питома теплоємність води, яка чисельно рівна $c = 4,2 \cdot 10^3$ Дж/(кг·К).

Кількість теплоти, яка необхідна для пароутворення води:

$$Q_2 = L \cdot m \quad (3.5)$$

Тоді загальна кількість теплоти, що затрачається на нагрівання та пароутворення:

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (3.6)$$

Підставляючи в 3.6 формули 3.4 та 3.5 отримаємо кінцевий вираз:

$$Q = c \cdot m(t_2 - t_1) + L \cdot m \quad (3.7)$$

Враховуючи, що для стійкого протікання технологічного процесу очищення паром, достатньо перетворити в пару 50-60% води від загального об'єму води у генераторі, а це відповідно що складає $\Delta m = 0,84$ літри.

$$Q = c \cdot \Delta m(t_2 - t_1) + L \cdot \Delta m$$

$$Q = 4200 \cdot 0,84 \cdot 10^{-3} (100 - 20) + 2,3 \cdot 10^6 \cdot 0,84 \cdot 10^{-3} = 268800 \text{ Дж.}$$

Згідно таблиць [8], де приведено зокрема властивості водяної пари ента-

					<i>МРМА 22.00.00.000 ПЗ</i>	Арк. 50
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

льпія (тепломісткість) одного кілограма пари складає близько 0,75 кВт. Тобто 1кВт спожитої енергії забезпечує вироблення приблизно 1,35 кг/год насиченої пари.

Для парового устаткування, що розробляється за розрахункову приймається така величина ентальпії (теплоємності).

3.2.2 Розрахунок товщини стінок парогенератора парового пристрою для очищення овочів

Для розрахунку товщини стінок парогенератора парового пристрою, примімо формули для перевірки на міцність товщини стінок посудів, що працюють під надлишковим тиском.

Форми посудів, їх конфігурація, форми днищ та бічних стінок, що мажуть використовуватись у посудинах під підвищеним тиском може бути різна. Загальний вигляд показано на рисунку 3.1

За допомогою формула Барлоу [1] (3.8) описуємо залежність внутрішнього тиску, у трубі чи іншій циліндричній посудині, від його розмірів і межі міцності. Формула застосовується при розробці трубопроводів, автоклавів, пароварок та інших посудин, що працюють під тиском.

$$P = \frac{2\sigma \cdot s}{D} \quad (3.8)$$

де P – надлишковий тиск у системі; $P = 0,5$ МПа; Приймаємо $P = 1,5$ МПа з урахування критичного тиску.

σ - гранична напруженість (наприклад, границя текучості), $S = 40$ МПа;

s - товщина стінки посудини, що знаходиться під тиском, мм;

D – внутрішній діаметр посудини, використовуємо з попереднього розрахунку, приймаємо $D = 190$ мм.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

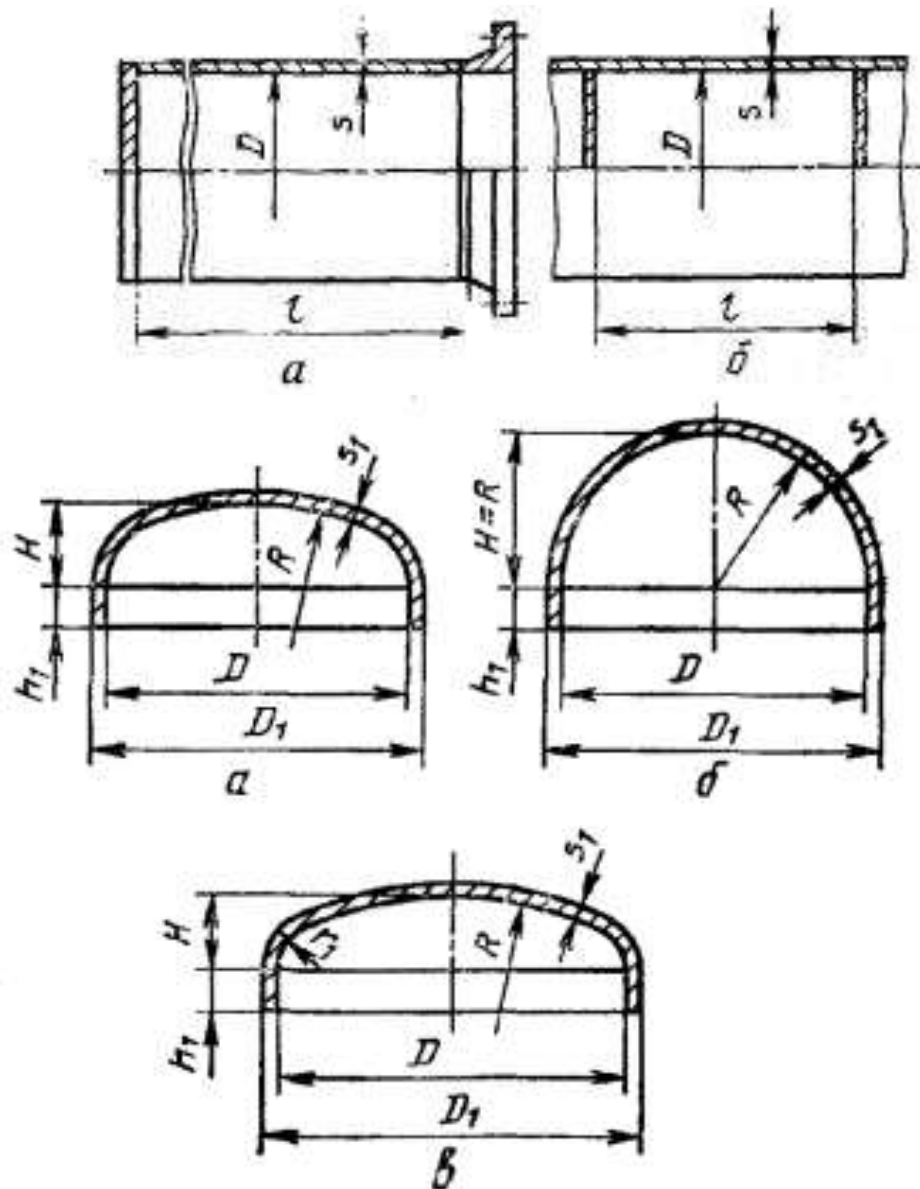


Рисунок 3.1 – Форми днищ посудів, що застосовуються у парогенераторах

З формули 3.9, визначимо товщину стінок посудів, які знаходяться під тиском.

$$t = \frac{P \cdot D}{2\sigma} \quad (3.9)$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

$$t = \frac{1,5 \cdot 0,190}{2 \cdot 40} = 0,0035 \text{ м.}$$

3.2.3 Розрахунок нагрівального елемента парогенератора пристрою

Для забезпечення технологічного процесу очищення, головною складовою пристрою для парового очищення продукції має бути нагрівальний елемент (ТЕН). ТЕНи виготовляють зі сплавів, що мають високий питомий опір матеріалу, з якого вони виготовлені. Нагрівальні елементи бувають закритого, відкритого та герметичного типу. Найчастіше застосовуються трубчасті нагрівальні елементи герметичного способу виготовлення.

У даному пристрої для парового очищення, використовуємо трубчастий електронагрівач (ТЕН).

Трубчастий електронагрівач (ТЕН) це електронагрівальний елемент у вигляді металеві трубки, яка заповнена теплопровідним ізолятором. В центрі електричного ізолятора, знаходиться струмопровідна ніхромова нитка певного опору для забезпечення необхідної питомої потужності на поверхню ТЕНа. Загальний вигляд трубчастого електро-нагрівача (ТЕНа) показана на рисунку 3.2.

Матеріал оболонки з якого виготовлений ТЕН це мідь, нержавіюча або вуглецева сталь, латунь з олов'яним покриттям.

Електричні елементи нагрівальні, та продукція виготовлена на основі ТЕНів, потрібна для підтримання постійної температури рідини, газів та твердих речовин. Також їх можна використати для розігріву за допомогою ефекту Джоуля, конвенції, чи методом інфрачервоного випромінювання.



Рисунок 3.2 - Загальний вигляд електронагрівача трубчастого (ТЕНа), що використовується у парових пристроях

Температура нагрівання рідини ТЕНом може бути у межах від 50 °С до 750 °С. ТЕНи бувають різноманітних конфігурацій (спіральні, заокруглені, круглі, пальчикові) та виготовляються з різних матеріалів.

В основу роботи нагрівальних елементів покладено закон Джоуля – Ленца, згідно якого кількість теплоти, яку виділяє провідник зі струмом дорівнює.

$$Q = I^2 \cdot R \cdot t; \quad (3.10)$$

Проводимо розрахунок нагрівального елемента орієнтуючись попередньо на потужність до 2000 Вт.

Визначаємо опір нагрівального елемента. Напруга живлення елемента складає 220 В:

$$R = \frac{U^2}{N}. \quad (3.11)$$

$$R = \frac{220^2}{2000} = 24,2 \text{ Ом.}$$

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

Визначаємо струм що протікає в провіднику нагрівального елемента:

$$I = \frac{U}{R}. \quad (3.12)$$

$$I = \frac{220}{24,2} = 9,1 \text{ A}.$$

Знаходимо площу поперечного перерізу провідника нагрівача.

$$S = \frac{I}{\sigma}; \quad (3.13)$$

де σ – допустима густина матеріалу провідника. Для ніхромового дроту $\sigma = 20 \dots 25 \text{ A/мм}^2$.

$$S = \frac{9,1}{20 \dots 25} = 0,455 \dots 0,364 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо $S = 0,4 \text{ мм}^2$.

Визначаємо довжину провідника нагрівача із виразу.

$$R = r_0 \cdot \frac{l}{S}; \quad (3.14)$$

де l – довжина провідника нагрівача; $r_0 = 1,35 [6]$ – питомий опір провідника нагрівального дроту (Ом мм²/ м);

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

При застосування інших матеріалів можна скористатись таблицею 3.1 для вибору параметрів сплавів.

Таблиця 3.1 - Провідникові сплави, що мають високий опір

Маркування сплаву	Максимальна температура t , °C	Питомий опір матеріалу при 20°C, Ом·м	Розміри стрічки холоднокатаної, мм		Розміри дроту, мм	
			товщина	ширина	холоднокатаний	гарячекатаний
X 23Ю5	1200	$1,30...1,40 \times 10^{-6}$	0,2...3,2	6...80	0,3...7,5	6...12
X 23Ю5Т	1400	$1,34...1,45 \times 10^{-6}$			0,3...7,5	
X 27Ю5Т	1350	$1,37...1,47 \times 10^{-6}$			0,5...5,5	
X 15Ю5	1000	$1,24...1,34 \times 10^{-6}$			0,2...7,5	
X Н70Ю	1200	$1,25...1,35 \times 10^{-6}$			1,0...7,0	
X 15Н60	950	$1,06...1,17 \times 10^{-6}$	0,1...3,2	6...250	0,3...7,5	
X 15Н60·Н	1125	$1,04...1,17 \times 10^{-6}$			0,1...7,5	
X 20Н80·Н	1200	$1,04...1,15 \times 10^{-6}$			0,1...7,5	

Тоді довжину визначимо за виразом:

$$l = \frac{R \cdot S}{r_0}, \quad (3.15)$$

$$l = \frac{24,2 \cdot 0,4}{1,35} = 7,1 \text{ м.}$$

Час закипання води у парогенераторі, обчислюємо за законом Джоуля-Ленца.

$$Q_{заг} = A = U \cdot I \cdot t, \quad (3.16)$$

З формули визначаємо час закипання t .

$$t = \frac{Q_{заг}}{U \cdot I}, \quad (3.17)$$

$$Q_{заг} = \frac{Q}{К.К.Д.} \quad (3.18)$$

Загальна кількість теплоти, яка потрібна для нагрівання води до температури кипіння $Q = 268800$ Дж.

Таблиця 3.2. - К. К. Д електричних нагрівальних приладів

Електричні нагрівальні прилади	К. К. Д
Електричні печі опору (для термообробки)	0,6...0,85
Каструлі й чайники	0,65...0,8
Аккумуляюючы електричні водонагрівачі	0,85...0,95
Електроплитки закритого типу	0,6...0,8
Електронагрів форм для пресування	0,5...0,7
Електроплитки відкритого типу	0,56

Загальна кількість теплоти $Q_{заг}$, яка повинна виділитися при роботі нагрівального елемента парового пристрою з урахуванням втрат на нагрівання.

$$Q_{заг} = \frac{268800}{0,65} = 413538 \text{ Дж.}$$

Тоді час на нагрівання чисельно буде рівним:

$$t = \frac{413538}{220 \cdot 9,1} = 206 \text{ с} = 3,5 \text{ хв.}$$

Потужність нагрівального елемента пристрою визначається за формулою:

$$P = \frac{0,00028 \cdot k \cdot Q_{заг}}{t} \quad (3.19)$$

Тоді чисельно $P = \frac{0,00028 \cdot 1,1 \cdot 413538}{206} = 0,61$ кВт.

Згідно формули (3.6), кількість теплоти, що виділяється за одну годину роботи нагрівального пристрою:

$$Q = 9,1^2 \cdot 24,2 \cdot 1 = 2004,002 \text{ Дж.}$$

3.3 Визначення пропускної здатності електромагнітних клапанів парового пристрою для очищення овочів

За методикою, що представлена у інформаційному джерелі [10] розраховуємо пропускну здатність клапанів, які будуть використані у паровому пристрої. Обираємо необхідний типорозмір клапанів, щоб геометричні розміри відповідали об'єму робочої камери пристрою.

Пропускна здатність електромагнітних клапанів визначається за формулою:

$$G_v = 504 \cdot k_v \sqrt{\frac{\Delta p \cdot p_2}{\rho_v \cdot t_1}}, \quad (3.20)$$

де k_v - коефіцієнт пропускної здатності клапанів вибираємо рівним $k_v = 0,7$ [10].

Δp - різниця тисків, Па, рівна $\Delta p = \frac{p_1}{2}$;

ρ_v - густина води, чисельно рівна $\rho_v = 1000 \text{ кг/м}^3$;

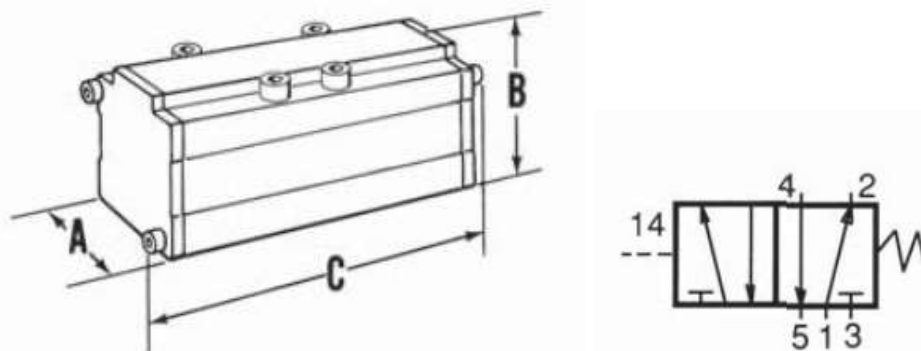
p_2 - тиск на виході з парового пристрою;

t_1 - температура всередині парового пристрою (температура пароутворення), $t_1 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$.

$$G_v = 504 \cdot 0,7 \sqrt{\frac{0,1 \cdot 10^6 \cdot 1,5 \cdot 10^6}{1000 \cdot 100}} = 9,66 \text{ м}^3/\text{год}$$

Також для комплектування електромагнітного клапана, необхідно вибрати пневмо-розподільники золотникові для регулювання моменту вмикання та вимкнення клапана парогенератора в роботу.

З інформаційних джерел [10], вибираємо пневмо-розподільники золотникові з одностороннім з електромагнітним керуванням за стандартом ISO. Схематичне зображення розподільника і його геометричні розміри показано на рисунку 3.3.



ISO	A	B	C	D
1	42	47	105	107
2	53	54	126	135
3	65	59	152	158
4	76	59	160	160

Рисунок 3.3 - Схематичне зображення пневморозподільника та його геометричні розміри

3.4 Розрахунок зусилля в електромагнітному клапані

Для будь-якого середовища - однорідного рідкого чи газоподібного, тиск пов'язаний із силою, що діє на поверхню і визначається за формулою:

$$P = \frac{F}{S} \quad (3.21)$$

де P – тиск середовища (пари);

F — зусилля, що створює середовище (пара) на поверхню;

S — площа поверхні сідла електромагнітного клапана.

Оскільки сідло електромагнітного клапана має форму кола, то площа розраховується за формулою.

$$S = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \quad (3.22)$$

де d – діаметр сідла електромагнітного клапана.

Підставивши у формулу 3.21 вираз 3.22 для площі сідла клапана S , та виразивши зусилля F одержимо формулу.

$$F = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot P}{4}. \quad (3.23)$$

За цією формулою розраховуємо зусилля, з якою пара усередині клапана притискає сердечник до сідла, при заданому тиску P та діаметрі сідла клапана d .

З інформаційних довідкових джерел підбираємо електромагнітний клапан прямої дії марки GEVAX 1901R-KDVD006-050-24DC (матеріал латунь, 1/2" (діаметр 5 мм), 2/2 НЗ, робочий діапазон температур -10°C...+130°C, тиск 0...6 Бар, 24В, ущільнення FPM) та здійснимо розрахунок цієї величини зусилля, що діє на сідло.

Дані необхідні для розрахунків наведені в паспорті клапана:

- максимальний тиск робочого середовища $P = 6$ Бар;
- діаметр прохідного перетину клапана $d = 5$ мм.

Підставляючи паспортні дані та інші значення у формулу (3.23), отримаємо мінімальне зусилля притискання:

$$F = \frac{\pi \cdot 0,005^2 \cdot 600000}{4} = 11,8 \text{ Н.}$$

Зробимо аналогічні розрахунки для соленоїдного клапана розміром 2" (діаметр сідла 50 мм) з робочим тиском 10 Бар. Тоді чисельно отримаємо мінімальне зусилля притискання.

$$F = \frac{\pi \cdot 0,05^2 \cdot 1000000}{4} = 1962,2 \text{ Н.}$$

Для належної роботи соленоїдного електромагнітного клапана зусилля втягування сердечника, що викликане електромагнітним полем котушки, повинно бути більше ніж зусилля притискування сердечника до сідла клапана. Для забезпечення такого зусилля, на клапані встановлена котушка типу AMISCO EVI 5P/13 з потужністю $W_1 = 17$ Вт.

Втягуюче зусилля сердечника F , що створюється магнітним полем котушки, розраховується за формулою.

					<i>MPMA 22.00.00.000 ПЗ</i>	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		61

$$F = \frac{(I \cdot N \cdot \mu_r \mu_0)^2}{L^2} \frac{A}{2 \cdot \mu_0} \quad (3.24)$$

де I - струм, що надходить до котушки;
 N - число витків котушки;
 μ_r - магнітна проникність сердечника котушки;
 μ_0 - магнітна постійна, рівна $4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м;
 L - довжина намотування дроту усередині котушки;
 A — площа поперечного перерізу сердечника котушки.

Потужність W , що споживається котушкою електромагнітного клапана з мережі.

$$W = I^2 R \quad (3.25)$$

де R – опір котушки сердечника.

Виражаючи значення струму із формули 3.25, та підставляючи цей вираз у формулу (3.24), отримаємо:

$$F = W \cdot \frac{(N \cdot \mu_r \mu_0)^2 A}{2L^2 \mu_0 R} \quad (3.26)$$

Позначимо сукупність усіх коефіцієнтів формули 3.26, які обумовлені конструктивними особливостями вузла клапана «котушка-сердечник» коефіцієнтом K_{cc} . і запишемо у вираз.

$$K_{cc} = \frac{(N \cdot \mu_r \mu_0)^2 A}{2L^2 \mu_0 R} \quad (3.27)$$

Тоді формула для визначення втягуючого зусилля котушки набуде такого вигляду:

$$F = W \cdot K_{cc} \quad (3.28)$$

Формула 3.28 показує, що втягуюче зусилля котушки залежить від конструктивних особливостей вузла клапана «котушка-сердечник» та пропорційне електричній потужності, що споживається котушкою електромагнітного клапана з мережі.

Розглянемо два електромагнітні клапани з котушками різної потужності, але, що мають однакову конструкцію котушки та сердечника.

Втягуюче зусилля F_1 та F_2 та споживані потужності з мережі W_1 і W_2 записуємо співвідношенням:

$$\frac{F_1}{W_1} = \frac{F_2}{W_2} \quad (3.29)$$

Виражаючи з даного виразу рівності W_2 отримаємо:

$$W_2 = W_1 \frac{F_2}{F_1} \quad (3.30)$$

Підставляючи у формулу 3.30 значення необхідних мінімальних зусиль втягування F_1 та F_2 , що розраховані за формулою 3.23 для різних діаметрів сідла клапана, тиску у системі та паспортного значення споживаної потужності котушки AMISCO EVI 5P/13 $W_1 = 17$ Вт – отримаємо чисельне значення.

його притискання до сідла запірного органу та заважало пропусканню робочого середовища (пари) у робочу ємність пристрою, коли це не передбачено технологічними процесом.

Коли запобіжний клапан закритий, то на чутливий елемент діє сила від робочого тиску у системі, яка намагатиметься розкрити клапан та сила від задатчика, яка перешкоджає відкриттю. З виникненням магнітного поля в системі, що викликають підвищення тиску, меншає величина сили притискання золотника до сідла клапана. У момент, коли сила стане рівною нулю, встановлюється рівновага активних сил від впливу тиску в системі, і задатчика на чутливий елемент електромагнітного клапана. Запірний орган починає відкриватися, і, якщо тиск в системі не перестане зростати, - відбувається скидання робочого середовища (пари) через випускний клапан.

По мірі зниження тиску у системі, що викликане скиданням робочого середовища (пари), зникають збурюючі впливи (зрівноважується тиск). Запірний орган клапана, під дією зусилля від задатчика, закривається.

Тиск закриття, в ряді даних клапанів на 10-15% нижчий від робочого тиску. Це зв'язано з тим, що для створення герметичності запірного органу, після спрацьовування, необхідне зусилля значно більше, ніж те, якого було достатньо для підтримання герметичності сідла клапана перед відкриванням. Це пояснюється закономірністю додання, при посадці, сили зчеплення молекул середовища (у нас пари), що проходить через щілину між поверхнями ущільнювачів золотника та сідла. Зниження тиску також сприяє запізнюванню закривання запірного органу, що пов'язаний із впливом на нього динамічних зусиль від потоку середовища (пари), і наявністю сил тертя, що вимагають зайвого зусилля для його повного закриття.

Побутує широкий спектр запобіжних клапанів, що мають масу різноманітних застосувань у різних галузях. Крім того, національні стандарти встановлюють багато видів запобіжних клапанів.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						65
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

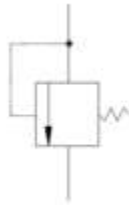


Рисунок 3.5 - Схематичне зображення клапана прямої дії.

Завданням розрахунку запобіжних клапанів є визначення їх пропускної здатності; типу і кількості клапанів; підбір притискної пружини; визначення динамічних зусиль, що виникають при спрацьовуванні клапанів.

Необхідними даними для розрахунку запобіжних клапанів є:

- місце установаження клапана;
- необхідна пропускна здатність клапана;
- надлишковий тиск в трубопроводі чи посудині;
- розрахунковий тиск в пристрої;
- температура середовища (пари) перед клапаном;
- максимальний надлишковий тиск за клапаном;
- фазовий стан та склад робочого середовища.

Розрахунок пропускної здатності клапанів обраховується з таких умов:

1. Для запобіжних клапанів, які встановлюються на технологічних ємкостях, сепараторах, дегазаторах, абсорберах, парогенераторах тощо – з умови подачі в ємність середовища (пара) при закритих виходах з нього, приймається по максимальній заданій продуктивності.

2. Для запобіжних електромагнітних клапанів, що встановлюються на посудинах, повністю заповнених рідиною, і розрахованих по тиску джерела живлення, – з умови скидання клапаном додаткової кількості середовища, що утворилась в результаті теплового розширення визначається по формулі:

$$G = V_0 \cdot \rho_p \cdot \beta_p (T_2 - T_1), \quad (3.31)$$

де V_0 – початковий об’єм рідини в ємності парогенераторі за температури T_1 ;

$$V_0 = 2 \text{ л} = 0,002 \text{ м}^3.$$

T_1 – робоча температура рідини в ємності парогенератора; $T_2 = 100 \text{ }^\circ\text{C}$;

T_2 – максимальна температура рідини в посудині; при розрахунках приймається $T_2 = 120 \text{ }^\circ\text{C}$;

ρ_p – густина води в парогенераторі при T_1 ; $\rho_p = 1000 \text{ кг/м}^3$;

β_p – коефіцієнт об’ємного розширення води, $\beta_p = 7,02 \cdot 10^{-4} \text{ 1/}^\circ\text{C}$.

$$G = 0,002 \cdot 1000 \cdot 7,02 \cdot 10^{-4} (120 - 100) = 0,028 \text{ м}^3.$$

З інформаційних джерел вибираємо тип запобіжного клапана, що залежить від витрат водяної пари. [17].

Загальний вигляд та технічні характеристики приведені на рисунку 3.6.

ТЕХНІЧНИЙ ПАСПОРТ

КУТОВИЙ ЗАПОБІЖНИЙ КЛАПАН
СПРЯМОВАНОГО СКИДАННЯ АРТ. GS10-GS11



ЗАПОБІЖНИЙ КЛАПАН

ART. GS10-GS11

ІСМА-ТЕХ

ТЕХНІЧНИЙ ПАСПОРТ ВАРІАНТ - УНР

ВИТРАТИ ВОДЯНОЇ ПАРИ (ЗБІР В)

$$Q = (A) \times (B) \times (K) \times (113,6) \times (C) \times \sqrt{(P_1 / V_1)}$$

Діаг.

Параметр	Єд. вим.	Значення
Q	Витрата сконденсованої пари	кг/ч
A	Площа отвору вугло	мм ²
K	Коефіцієнт витіку	Коеф.
C	Площа отвору вугло	Коеф.
P	Тиск нагнітання / використання отвору	бар
P ₁	Тиск сконденсованої пари (макс. надлишковий тиск. P ₂ = P ₁ - 20%)	бар
V ₁	Об’ємна вага пари при тиску P ₁ (діаграма Mollier)	м ³ /кг

ПРОЦЕНТ ВІДСТУП В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД Q

P	P ₁	C	K	t [°C]	V ₁	Q								
						0,30	0,60	1,10	2,30	3,00	4,70	6,70	9,70	
1	0	0,007	0,05	115,0	0,005	1,0	0,5	0,5	10,0	10,0	20,0	20,0	30,0	30,0
2	0	0,007	0,05	100,0	0,010	0,5	0,5	0,5	10,0	10,0	20,0	20,0	30,0	30,0

Рисунок 3.6 - Загальний вигляд та технічні параметри
клапана запобіжного

Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата

MPMA 22.00.00.000 ПЗ

Арк.
67

Визначення площі прохідного перерізу запобіжного клапана.

В залежності від робочого середовища, площу перерізу запобіжного клапана розраховуємо за формулою:

$$F = \frac{G}{3,16 \cdot B \cdot \alpha_1 \sqrt{(P_1 + 0,1)\rho_1}} \quad (3.32)$$

де P_1 – максимальний надлишковий тиск перед запобіжним клапаном, дорівнює тиску повного відкриття клапана;

P_2 - максимальний надлишковий тиск за запобіжним клапаном;

ρ_1 – густина середовища (пари) перед клапаном при параметрах P_1 і T_1 ;

T_1 - температура середовища (пари) перед клапаном при тиску P_1 ;

α_1 – коефіцієнт витрати, що залежить від площі середовища (пари);

Коефіцієнт витрати запобіжних клапанів для газоподібних середовищ (пари) або рідких середовищ, приймається відповідно технічним умовам на клапани.

ρ_2 – густина рідини (води) перед клапаном при параметрах P_1 і T_1 ;

B - коефіцієнт, що враховує фізико-хімічні властивості газів при робочих параметрах технологічних процесів, обчислюється за формулою:

$$B = 1,59 \sqrt{\frac{K+1}{K}} \left(\frac{2}{K+1} \right)^{\frac{1}{K-1}} \text{ при } \beta \leq \beta_{кр} \quad (3.33)$$

де K - показник адіабати. ;

β - відношення абсолютних тисків до і після клапана,

$$\beta = \frac{P_2 + 0,1}{P_1 + 0,1}$$

$\beta_{кр}$ - критичне відношення тисків, що рахується за формулою:

$$\beta_{кр} = \left(\frac{2}{K+1} \right)^{\frac{K}{K+1}}$$

Висновок до третього розділу.

В даному розділі розраховано товщину стінок пристрою парогенератора та каналів пристрою; зроблено перевірочний розрахунок судів, які працюють під підвищеними тиском; розраховано робочу ємність для завантаження овочів та фруктів; розраховано та підібрано нагрівальний елемент (ТЕН) для нагрівання води; розраховано перепускання клапан для подачі пари в ємність парового пристрою; вибрано запобіжний клапан пристрою.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						69
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

Під час виконання магістерської роботи розроблену паровий пристрій для очищення овочів, фруктів та інших продуктів харчування рослинного походження, яка має значні переваги при виконанні технологічного процесу парового очищення овочів та фруктів від поверхневого шару.

Пристрій працює за принципі обробки сировини парою, що дає незначні відходи сировини. Завдяки цьому способу не змінюються властивості готової продукції.

В магістерській роботі здійснено інформаційний огляд та аналіз існуючих зразків пристрої, яка працюють за технологією обробки сировини парою.

Розроблено конструкцію парового пристрою для очищення овочів, фруктів та інших продуктів рослинного походження.

Розроблено структурну функціональну комбіновану, електричну та схему керування розроблюваного побутового парового пристрою для очищення продуктів.

Розраховані основні параметри конструкції побутового парового пристрою для очищення овочів та фруктів.

Зроблено перевірочний розрахунок елементів конструкції пристрою, що підтверджують його працездатність.

Підібрано елементи системи пристрою, зокрема електромагнітний клапан, запобіжний клапан.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						70
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

ни запобіжні. Вимоги безпеки». ГОСТ12.2.085-2002.

16. Компонент для автоматизації виробничих процесів. [КІП-Сервіс](http://kpp-service.com). Офіційний сайт. Код доступу: <https://totalkip.ru/goods/4271406>.

17. Офіційний сайт. Арматура запірна. Код доступу: <https://icma.com.ua/storage/pdf/art/uk/Art.GS11.pdf>.

18. Ковалев, В. С. Промислове виробництво продуктів харчування з картоплі [Текст]. /В. С. Ковалев. – К.: Урожай, 1987. – 80 с.

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
						72
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		

Додатки

					МРМА 22.00.00.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		73