

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний аграрний університет
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки

Допускається до захисту:
завідувач кафедри

(Підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)
“ ____ ” листопада 2020 р.

Пояснювальна записка

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

на тему:

**«УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ
УПРАВЛІННЯ ЛІНІЄЮ ВИРОБНИЦТВА ЯБЛУЧНОГО СОКУ»**

Пояснювальна записка

Виконав: студентКА 2 курсу, групи ЕІ-19-1 магістр з
галузі знань 14 «Електрична інженерія»

Янченко Вікторія Вячеславівна _____

Керівник: д.т.н., професор

Матвійчук В. А. _____

« ____ » _____ 2020 р.

2020 р.

Вінницький національний аграрний університет
 Інженерно-технологічний факультет
 Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки
 Освітній ступінь - «магістр»
 Галузь знань 14 – «Електрична інженерія»
 Спеціальність 141 – «Електроенергетика, електротехніка та
 електромеханіка»

ЗАТВЕРДЖУЮ
 завідувач кафедри ЕЕЕ

«__» _____ 2020 р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТА

Янченко Вікторії Вячеславівни
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **«Удосконалення автоматизованої системи управління лінією виробництва яблучного соку»**

Керівник роботи: **Матвійчук Віктор Андрійович, д.т.н., проф,**

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ВНАУ від _____ 20__ року №_____.

2. Строк подання студентом роботи: _____ 2020 р.

3. Вихідні дані до роботи: Технологічні процеси виробництва яблучного соку. Електротехнологічне і освітлювальне обладнання цеху виробництва яблучного соку. Автоматизовані системи керування лінією виробництва яблучного соку. Набір бібліотек програми *Simulink*. Матвійчук В.А. Методичні вказівки по оформленню дипломних робіт магістра для студентів ОКР «Магістр» спеціальності 8.10010101 «Енергетика сільсько-господарського виробництва» та студентів ОС «Магістр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка»/ Матвійчук В.А., Стаднік М.І., Рубаненко О.О. – Вінниця: ВНАУ, 2016. - 63 с.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): Вступ. 1. Аналіз господарської діяльності ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина». 2. Аналіз процесів виробництва яблучного соку. 3. Дослідження технології виробництва яблучного соку. 4. Обґрунтування і вибір технологічного і освітлювального обладнання лінії виробництва яблучного соку. 5. Розробка автоматизованої системи керування лінією виробництва яблучного соку. 6. Охорона праці та безпека життєдіяльності. Висновки.

5. Перелік презентаційного матеріалу: Показники виробництва та реалізації сільськогосподарської продукції ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина». Технологічна схема виробництва яблучного соку. Функціональна схема лінії виробництва яблучного соку. Машинно-апаратна схема комплексу технологічного устаткування для виробництва освітленого яблучного соку. Динаміка зміни кількості життєздатних клітин в яблучному соку в процесі термічної обробки. Алгоритм автоматизованого керування лінією виробництва яблучного соку. Принципіальна електрична схема системи автоматизованого керування лінією виробництва яблучного соку.

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада Консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Матвійчук В.А., д.т.н., професор кафедри ЕЕЕ		

7. Дата видачі завдання « » __ __ 2019 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	01.09.20	
2	Аналіз господарської діяльності ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина»	10.09.20	
3	Аналіз процесів виробництва яблучного соку	30.09.20	
4	Дослідження технології виробництва яблучного соку	10.10.20	
5	Обґрунтування і вибір технологічного і освітлювального обладнання лінії виробництва яблучного соку	20.10.20	
6	Розробка автоматизованої системи керування лінією виробництва яблучного соку	30.10.20	
7	Охорона праці та безпека життєдіяльності	05.11.20	
8	Оформлення пояснювальної записки	10.11.20	
9	Підготовка доповіді і презентаційного матеріалу	15.11.20	

Студент _____
(підпис)

Янченко В. В.

Керівник роботи _____

Матвійчук В. А.

АНОТАЦІЯ

Удосконалення автоматизованої системи управління лінією виробництва яблучного соку. Янченко В. В. - магістерська кваліфікаційна робота. Кафедра електроенергетики, електротехніки та електромеханіки. Вінниця, 2020.

Пояснювальна записка виконана на 90 аркушах друкованого тексту і містить 8 таблиць, 11 рисунків. При виконанні роботи було використано 34 літературних джерела.

Магістерська кваліфікаційна робота складається зі вступу, характеристики ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина», п'яти розділів основної частини, висновків, списку використаних джерел.

У роботі досліджені процеси виробництва яблучного соку. Проведено аналіз технологій, мікробіологічного складу соків та впливу температури і тривалості нагрівання на якість готового продукту.

На основі проведеного аналізу обрано спосіб термічної обробки та технологічну лінію виробництва яблучного соку. Обране технологічне та силове електрообладнання приводу робочих машин. Виконано перевірочний розрахунок електродвигунів за умовами пускового, мінімального та максимального моментів.

В рамках удосконалення автоматизованої системи управління лінією виробництва яблучного соку було розроблено функціональну схему, алгоритм автоматизованого керування, електричну принципальну схему керування процесом пастеризації яблучного соку. Розглянуті питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, ПАСТЕРИЗАЦІЯ, ФУНКЦІОНАЛЬНА І ПРИНЦИПАЛЬНА СХЕМИ, АЛГОРИТМ АВТОМАТИЗАЦІЇ, НАДІЙНІСТЬ

ABSTRACT

Improvement of the automated control system of the apple juice production line. Yanchenko VV - master's qualification work. Department of Electrical Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics. Vinnytsia, 2020.

The explanatory note is made on 90 sheets of printed text and contains 8 tables, 11 figures. 34 literary sources were used in the work.

The master's qualification work consists of an introduction, characteristics of LLC "Agrocomplex" Green Valley ", five sections of the main part, conclusions, a list of sources used.

The processes of apple juice production are investigated in the work. The analysis of technologies, microbiological composition of juices and influence of temperature and duration of heating on quality of a finished product is carried out.

Based on the analysis, the method of heat treatment and technological line of apple juice production were chosen. Selected technological and power electrical equipment of the drive of working machines. A test calculation of electric motors under the conditions of starting, minimum and maximum torques is performed.

As part of the improvement of the automated control system of the apple juice production line, a functional scheme, an automated control algorithm, and an electrical circuit diagram for controlling the process of apple juice pasteurization were developed. The issues of labor protection and safety in emergency situations are considered.

Key words: AUTOMATED CONTROL SYSTEM, PASTERIZATION, FUNCTIONAL AND PRINCIPAL SCHEMES, AUTOMATION ALGORITHM, RELIABILITY

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «АГРОКОМПЛЕКС ЗЕЛЕНА ДОЛИНА»	11
1.1. Організаційно-економічна характеристика підприємства	11
Висновки та постановка загальної задачі роботи	16
2. АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА ЯБЛУЧНОГО СОКУ.....	17
2.1. Аналіз способів виробництва яблучного соку	17
2.2. Аналіз технологій виробництва яблучного соку	21
2.3. Класифікація та аналіз способів пригнічення мікрофлори рідких харчових продуктів	24
2.4. Модернізація лінії виробництва освітленого яблучного соку.....	28
Висновки до розділу 2.....	30
3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЯБЛУЧНОГО СОКУ	31
3.1. Класифікація технологічних процесів виготовлення яблучного соку	31
3.2. Аналіз мікробіологічного складу соків	35
3.3. Вплив температури і тривалості нагрівання на якість готового продукту	37
Висновки до розділу 3.....	44
4. ОБГРУНТУВАННЯ І ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО І ОСВІТЛЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ЯБЛУЧНОГО СОКУ.....	45
4.1. Характеристика технологічного устаткування лінії виробництва яблучного соку	45
4.2. Вибір електросилового устаткування технологічної лінії виробництва яблучного соку	47
4.3. Перевірочний розрахунок електродвигуна за умовами пускового, мінімального та максимального моментів	50
4.4. Світлотехнічний розрахунок приміщення лінії з виробництва яблучного соку	54

	7
4.4.1. Розрахунок освітлення цеху з виробництва яблучного соку..	54
4.4.2. Розрахунок освітлення побутової кімнати.....	57
Висновки до розділу 4.....	59
5. РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЛІНІЄЮ ВИРОБНИЦТВА ЯБЛУЧНОГО СОКУ	61
5.1. Розробка функціональної схеми керування технологічним процесом	61
5.2. Розробка алгоритму автоматизації технологічного процесу	62
5.3. Розробка електричної принципальної схеми автоматичного керування технологічним процесом виробництва яблучного соку	64
5.4. Складання специфікації на матеріали та обладнання	69
5.5. Визначення надійності та якості роботи автоматичної системи керування	71
Висновки до розділу 5	74
6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ	75
6.1. Система управління охороною праці на виробництві	75
6.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях	81
Висновки до розділу 6	84
ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ	85
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	87
ДОДАТКИ.....	90

ВСТУП

Основна частина сільськогосподарської сировини переробляється на крупних спеціалізованих харчових підприємствах, оснащених високопродуктивним устаткуванням, що забезпечує високу якість продукції. Проте практика показала, що не зважаючи на переваги крупного промислового виробництва, у багатьох випадках більш доцільно організовувати переробку і зберігання швидкопсувних плодів і овочів на малих і середніх підприємствах, розташованих в сировинній зоні. Такі заводи і консервні цехи, число яких постійно зростає, забезпечують високу ефективність господарювання за умови належної організації виробництва продукції із використанням прогресивних технологій та сучасних методів контролю за технологічним процесом [1].

Виробництво соків має велике значення для населення і народного господарства нашої країни. Високий вміст мінеральних речовин і вітамінів в овочевих соках обумовлює їх високу харчову цінність. Фруктові соки випускають неосвітленими і з м'якоттю, з одного виду плодів і змішані з двох або більш за видами плодів. Консервовані харчові продукти дозволяють суттєво скоротити витрати праці і часу на приготування їжі в домашніх умовах, урізноманітнити меню, забезпечити цілорічне якісне харчування населення, а також створювати поточні, сезонні і страхові запаси.

Значна роль в харчуванні людини відведена вітамінам, до яких відносять речовини різної хімічної природи, що сприяють нормальній діяльності органів нашого тіла. Існує багато різних вітамінів; кожний з яких виконує певний позитивний вплив на наш організм. Проте майже всі вітаміни, в тій чи іншій мірі, нестійкі при зберіганні і руйнуються від дії кисню повітря, металів, високої температури тощо. Особливо легко руйнується і втрачається вітамін С. Отже при підготовці продуктів харчування необхідно вживати всіх заходів для збереження вітамінів і

зниження їх втрат. Це постає одним з основних завдань при переробці харчових продуктів, у тому числі і плодоовочевих. Існують наступні загальні прийоми для виконання цього завдання: застосування холоду при зберіганні овочевої і фруктової сировини (і частково при переробці); видалення повітря з об'єму, займаного плодоовочевими продуктами; виключення контакту цих продуктів з такими агресивними металами, як мідь і залізо; скорочення тривалості всього процесу переробки тощо [1, 29].

Детальне вивчення та дослідження процесів переробки натуральної сировини в якісний та поживний продукт повсякденного вжитку, з високим вмістом вітамінів та біологічно активних речовин при тривалому зберіганні беззаперечно є актуальним.

Метою кваліфікаційної магістерської роботи є підвищення якості яблучного соку, продуктивності технологічного обладнання та зменшення енерговитрат шляхом удосконалення автоматизованої системи керування лінією виробництва яблучного соку.

Об'єктом дослідження є електротехнологічні процеси виробництва яблучного соку.

Предметом дослідження є дослідження технології виробництва яблучного соку, вибір та обґрунтування електротехнологічного обладнання, розробка системи автоматизованого керування технологічним процесом.

Методи дослідження та апаратура: аналіз, моделювання, методи математичної статистики; застосування сучасних приладів та методів вимірювання і обробки їх результатів з використанням ПЕОМ, амперметри, вольтметри.

Теоретична цінність отриманих результатів полягає в проведенні теоретичного дослідження способів пригнічення мікрофлори рідких харчових продуктів та мікробіологічного складу соків при температурній обробці соків та обґрунтуванні необхідності здійснення контролю параметрів технологічного процесу з метою отримання якісного та поживного продукту.

Практична цінність отриманих результатів полягає у тому, що модернізація автоматизованої системи управління лінії виробництва яблучного соку дозволить зменшити витрати електроенергії, покращити умови праці обслуговуючого персоналу, отримувати додаткову виручку від реалізації більш якісної продукції.

На захист дипломної магістерської роботи виносяться:

1. Аналіз технології та процесів виробництва яблучного соку.
2. Теоретичне дослідження технології виробництва яблучного соку.
3. Аналіз технологічного обладнання лінії виробництва яблучного соку.
4. Розробка автоматизованої системи управління лінії виробництва яблучного соку.
5. Заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

В кваліфікаційній магістерській роботі на основі розробленої функціональної схеми керування технологічним процесом було виконано вибір пристроїв контролю та керування технологічним процесом, розроблено алгоритм автоматизованого керування технологічним процесом та схему електричну принципальну керування лінією виробництва яблучного соку.

Робота пройшла апробацію на науково-технічних семінарах кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки.

Пояснювальна записка виконана на 90 аркушах друкованого тексту і містить 8 таблиць, 11 рисунків. При виконанні роботи було використано 34 літературних джерела.

1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ТОВ «АГРОКОМПЛЕКС ЗЕЛЕНА ДОЛИНА»

1.1. Організаційно-економічна характеристика підприємства

ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина» розпочав свою діяльність 15 вересня 2004 року. Знаходиться на півдні Вінницької області в містечку Томашпіль. Юридична адреса – Вінницька область смт. Томашпіль, вул. Інтернаціональна 68. Код ЄДРПОУ – 32721857.

Товариство з обмеженою відповідальністю «Агрокомплекс «Зелена долина» створено в процесі реорганізації Сільськогосподарського приватного підприємства «Томашпільське», шляхом приєднання до нього Сільськогосподарського приватного підприємства «Великорусавське», Сільськогосподарського приватного підприємства «Племзавод «Вила», Приватного підприємства «Пропозиція», Приватного сільськогосподарського підприємства «Гнатківське», Приватного сільськогосподарського підприємства «Паланка», Приватного підприємства «Мрія», Сільськогосподарського приватного підприємства «Ракова», Сільськогосподарського приватного підприємства «грн. Желюка», Закритого акціонерного товариства «Томашпіль-цукор».

Товариство в своєму складі нараховує 15 агроформувань, які розміщені на території Томашпільського і Тульчинського районів. Учасниками Товариства є фізичні особи, громадяни України. Повне найменування Товариства: Товариство з обмеженою відповідальністю «Агрокомплекс «Зелена долина», скорочене: ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина».

Метою створення та діяльності Товариства є одержання прибутку, залучення фізичних та юридичних українських або іноземних осіб до спільної діяльності по насиченню споживчого ринку товарами (роботами, послугами) та реалізація на основі отриманого прибутку інтересів учасників Товариства, а також економічних та соціальних інтересів трудового

колективу.

Предметом діяльності Товариства є:

- вирощування зернових та технічних культур;
- виробництво та реалізація цукру та продуктів переробки цукрових буряків; оптова торгівля зерном, насінням та кормами для тварин;
- роздрібна торгівля в неспеціалізованих магазинах з перевагою продовольчого асортименту;
- тваринництво (розведення та відгодівля і реалізація свиней, великої рогатої худоби м'ясного та молочного напрямку, птиці тощо);
- обробка деревини та виробництво виробів з деревини;
- та інші.

Основним видом діяльності агропромислового комплексу є виробництво сільськогосподарської продукції (зерно, молоко, м'ясо) та переробка цукрового буряку. Окрім того, ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина» займається такими видами діяльності:

- вирощування зернових та технічних культур;
- розведення великої рогатої худоби;
- розведення овець, кіз, коней;
- надання послуг у рослинництві, облаштування ландшафту;
- надання послуг у тваринництві;
- розведення свиней;
- розведення птиці;
- розведення інших тварин;
- овочівництво;
- декоративне садівництво та вирощування продукції розсадників.

Майно ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина» складається з основних фондів та оборотних засобів, а також інших цінностей, вартість яких відображається в балансі Товариства.

ТОВ самостійно здійснює свою діяльність на принципах самозабезпечення, самофінансування та самоокупності, несе відповідальність

згідно з чинним законодавством за наслідки своєї діяльності та виконання взятих на себе зобов'язань перед держбюджетом в частині своєчасної сплати податків і установами банку в частині своєчасного розрахунку за кредит.

ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина» самостійно на основі замовлень та договорів планує свою діяльність і визначає перспективи розвитку.

ТОВ здійснює розрахунки за своїми зобов'язаннями з юридичними особами в безготівковому порядку через установи банків. З громадянами – як у безготівковому порядку, так і за готівку.

Підприємство здійснює у встановленому порядку оперативний бухгалтерський облік результатів своєї діяльності, веде статистичну звітність, несе повну відповідальність за дотримання податкової і кредитної дисципліни.

Фінансові ресурси підприємства формуються за рахунок виручки від реалізації продукції (робіт, послуг), кредитів, пожертвувань, дарів та інших фінансових засобів. З виручки від реалізації продукції (робіт, послуг) та інших надходжень вносяться податки, страхові платежі, виплачуються відсотки по кредитах, відшкодовуються матеріали та прирівняні до них витрати, витрати по оплаті праці.

Чистий прибуток надходить у повне розпорядження підприємства, яке самостійно визначає напрямок використання цього прибутку. За рахунок чистого прибутку підприємство формує Резервний фонд та інші фонди рішенням Зборів Учасників.

Управління підприємством здійснюється на основі права Учасників на господарське використання свого майна. Органами управління підприємства є: Збори Учасників; Директор, заступники Директора. Органом, який здійснює контроль, є Ревізійна комісія.

Розглянемо показники виробництва та реалізації с/г продукції ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина» на основі даних за поточний рік (табл. 2.1).

Показники виробництва та реалізації сільськогосподарської продукції ТОВ
«Агрокомплекс «Зелена долина» за поточний рік

Види продукції	Виробництво				Реалізація			
	Кількість га. голів тварин	Виробництво продукції цнт.	Ужайність ц/га продуктивність	Виробнича собівартість тис. грн..	Реалізовано цнт.	Повна собівартість тис. грн..	Виручка реалізованої продукції тис. грн..	Результат від реалізації тис.грн.
Озима пшениця	10129	330520	30,2	25756,9	277354	26930,5	28001,4	1070,9
Озимий ячмінь	2401	66045	24,1	6168,5	39910	5308,1	3256,4	-2051,7
Гречка	10	122	6,4	9,9	0	0	0	0
Яра пшениця	457	11267	21,6	1256,3	3	0,1	0,4	0,3
Ярий ячмінь	300	7459	22	689,5	20,4	0,9	1,9	1
Кукурудза на зерно	1167	70595	49,7	3967,1	25600	2010	3205,7	1195,7
Всього зернові	14464 ,4	485423	30,3	37848,2	342887	34249,6	34465,8	216,2
Соняшник	2563	42794	14,2	6321,7	28164	5980,6	8382	2401,4
Соя	1413	31358	18,4	3093,9	500	73,2	91,2	18
Озимий ріпак	440	2916	3,3	1383,5	1777	1586,5	403,7	-1182,8
Цукровий буряк	672	247103 4	322,2	52454,9				0
Кукурудза на силос	937	210343	224,5	2840,2	62	0,8	0,8	0
Багаторічні трави	1627	285274	175,3	3569,2	52	3,8	5,8	2
Однорічні трави	263	28404	108,1	1181,1	0	0,0	0	0
Овочі	5	467	93,4	120,3	5	11,5	11,4	-0,1
Садки	46	124	27,1	341,8	124	366,9	258,5	-108,4
Всього по рослинництву	28621			148166		42334	43668,8	1334,3
ВРХ молоко	128	66450,1	518	14459	5894	14142,8	18049,1	3906,3
приплід голів вирощування	130	335,29	10	1954,6				0
Свині вирощування	268	6106,23	0,84	9593,8	723	9288,8	6160	-3128,8
Вівці приплід	105	1536,3	0,54	2412	108	1493,2	1041,2	-452
	3	37		49,8		40,6	1,7	-38,9
Всього по тваринництву				30758,9		24991	25288,9	297,9

В обробці ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина» знаходиться біля 30 тис. гектарів орної землі. Більша частина з них виділена під зернові культури, цукрові буряки та соняшник. Вагоме місце в структурі посідає також продукція садівництва, зокрема вирощування яблук. Переробці цієї продукції і присвячена тема даної кваліфікаційної магістерської роботи. Структуру орних земель ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина» представлено на рис. 1.1.

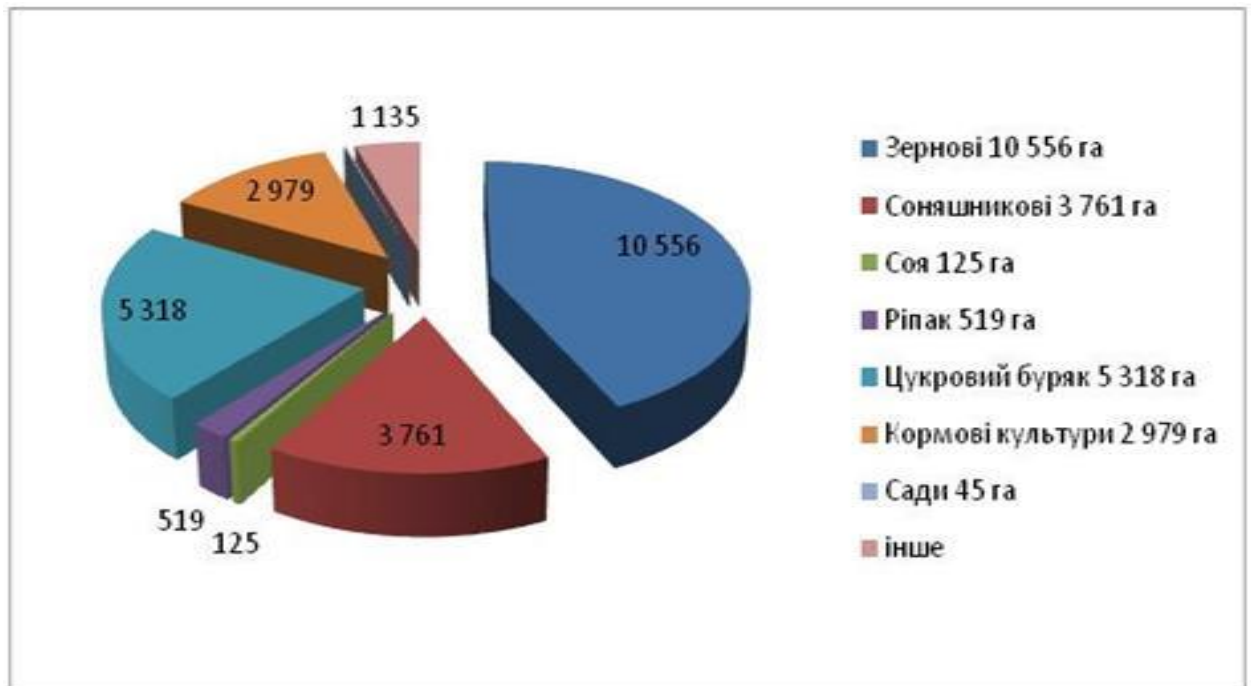


Рис. 1.1. Структура орних земель ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина»

Таким чином, ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина» - економічно розвинена структура, досить великий виробник с/г продукції на рівні регіону, з власною часткою на загальнодержавному ринку с/г продукції. Займає 54,54% орних земель власного району, що складає 1,62% орних земель Вінницької області. Господарство у поточному році виростило 0,12% від загальнодержавного збору зернових та зернобобових культур. Частка господарства у загальнодержавному зборі цукрових буряків становить 1,79 %.

Висновки та постановка загальної задачі роботи

На підставі приведеного аналізу господарчої діяльності ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина» і стану електрифікації та автоматизації, а також вивчення технологічних процесів було прийняте рішення по розробці проекту:

- в господарстві необхідно провести часткову реконструкцію технологічного обладнання, запровадити технологічний процесі виготовлення яблучного соку;
- обґрунтувати вибір технологічного і освітлювального обладнання лінії виробництва яблучного соку;
- розробити автоматизовану систему керування лінією виробництва яблучного соку
- розробити рекомендації по впровадженню заходів що до охорони праці та довкілля цеху виробництва яблучного соку.

2. АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ВИРОБНИЦТВА ЯБЛУЧНОГО СОКУ

2.1. Аналіз способів виробництва яблучного соку

Яблучний сік є одним із найбільш популярних зі всіх фруктових соків. Розрізняють два основні типи соків; без м'якоті (пресовані) і з м'якоттю (гомогенізовані). Сік з яблук переважно виготовляють натуральним без м'якоті, освітленим або неосвітленим.

При переробці рослинної сировини, для якості натуральних соків і нектарів, істотне значення мають не лише вигляд, але і ботанічні сорти плодів і овочів, які різняться за своїми технологічними властивостями. Рослинна сировина повинна відповідати критеріям безпеки, встановленими медико-біологічними вимогами і санітарними нормами якості продовольчої сировини і харчових продуктів, і не містити пестицидів.

Залежно від видів соків і нектарів, що виробляються, рекомендуються ті або інші ботанічні сорти, які за своїм хімічним складом і технологічними властивостями найбільш відповідні для виробництва даної продукції.

Так, для виробництва соку рекомендують яблука сортів: Антонівка, Ранети, Білий налив, Пармен, Макінтош, Бельфлер, Розмарин білий тощо. При використанні плодів з підвищеною кислотністю до соку додають 5% цукру. Практикують купажування яблучного соку з іншими плодовими або ягідними соками.

До сировини для виробництва соків висувають такі вимоги: смак, аромат, вміст живильних і фізіологічно активних речовин, ступінь зрілості плодів для підвищення виходу соку.

Кожен сорт дикорослих і культивованих яблук має свої характерні особливості і різний хімічний склад. Все залежить від походження, умов зростання, ступеня зрілості плодів. Все це визначає харчові цінності, смак і використання.

Хімічний склад яблук вельми різноманітний і багатий. У 100 грамах їстівної частини свіжих яблук міститься 11% вуглеводів, 0.4% - білків, до 86% - води, 0.6% - клітковина і 0.7% органічних кислот, серед яких яблучна і лимонна. Крім того, в яблуці виявлені жирні летючі кислоти: оцтова, масляна, ізомасляна, капронова, пропіонова, валеріанова, ізовалеріанова. Має яблуко також дубильні речовини і фітоциди, які є бактерицидними речовинами. Крохмаль займає основне харчове значення. Високим його вмістом в значній мірі обумовлюється харчова цінність продуктів. У харчових раціонах людини на частку крохмалю припадає близько 80% загальної кількості споживаних вуглеводів. У крохмалі знаходяться дві фракції полісахаридів - амілоза і амілопектин. Перетворення крохмалю в організмі в основному направлене на задоволення потреби в цукрі. Крохмаль перетворюється на глюкозу послідовно, через ряд проміжних утворень. У організмі міститься у вигляді глікогену.

Виробництво яблучного соку без м'якоті складається з наступних технологічних стадій: приймання і підготовка сировини, миття, інспекція, дроблення, термічна обробка, соку, стерилізація, фасування і зберігання. Технологічна схема виробництва яблучного соку представлена на рис. 2.1.

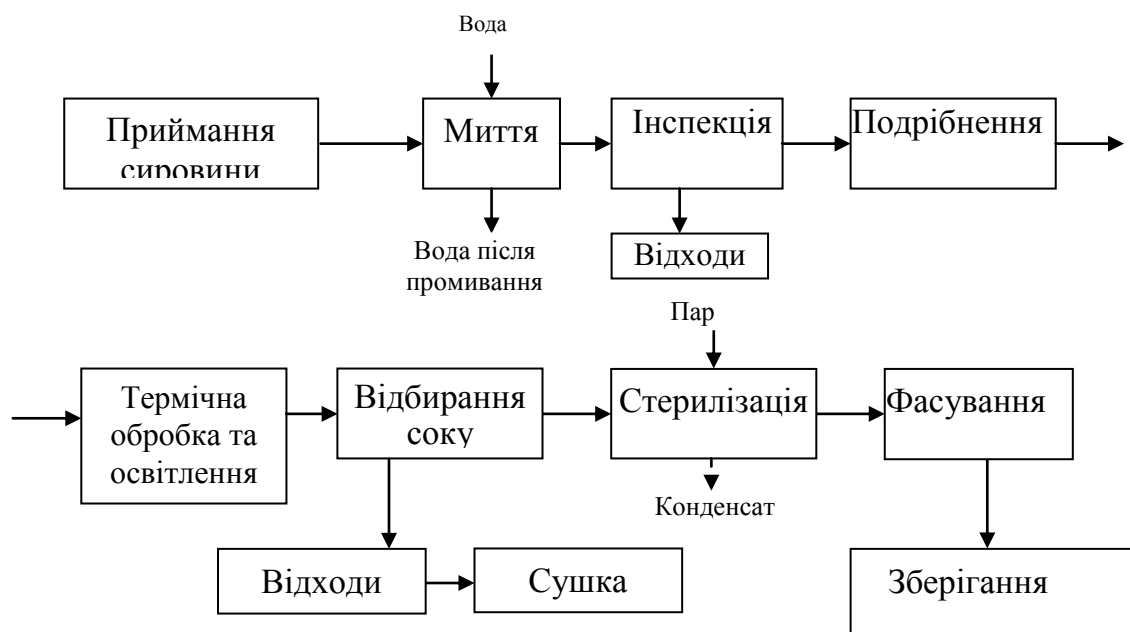


Рис. 2.1. Технологічна схема виробництва яблучного соку

Функціональна схема лінії виробництва яблучного соку представлена

на рис. 2.2.

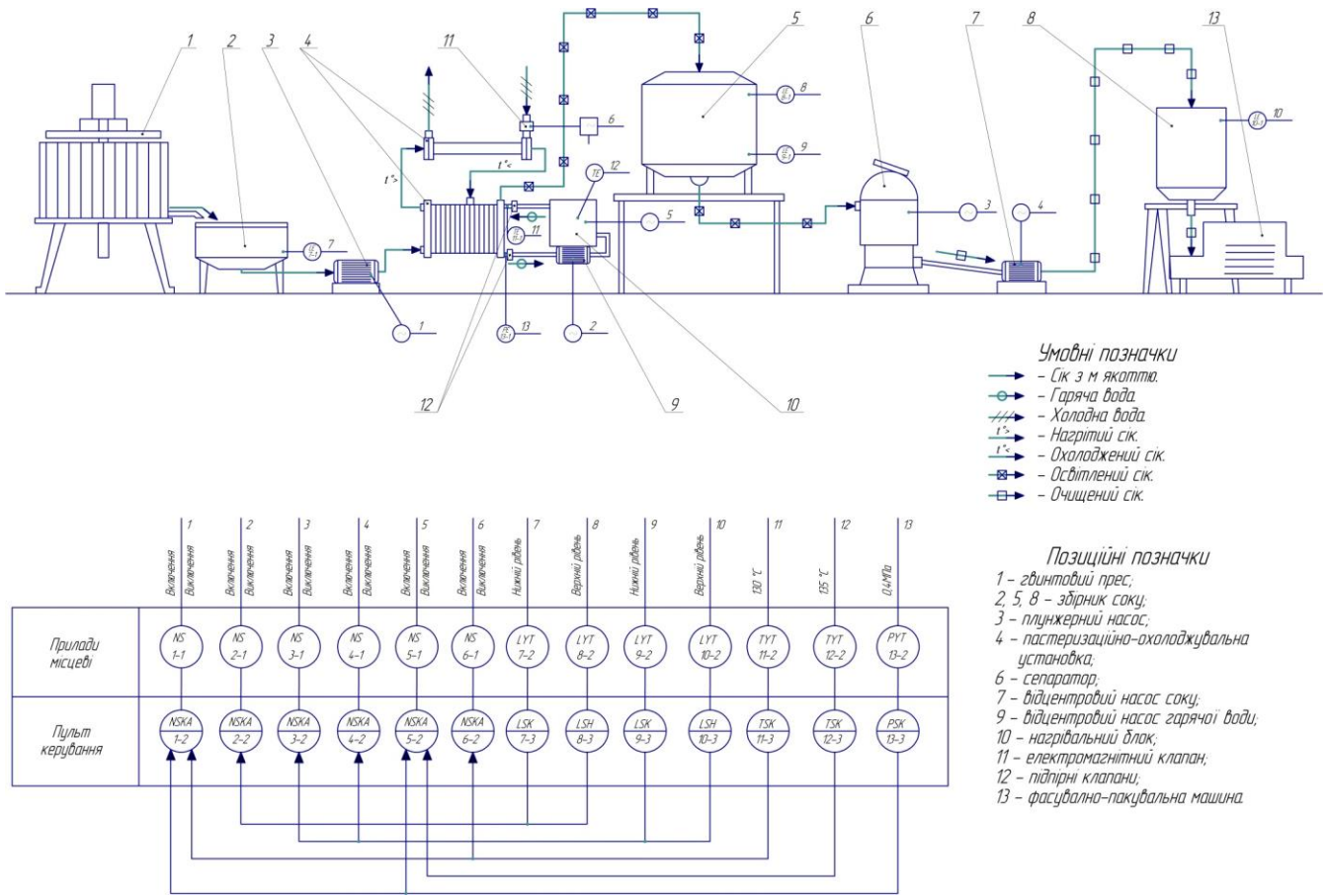


Рис. 2.2. Функціональна схема лінії виробництва яблучного соку

Функціональна схема лінії виробництва яблучного соку включає: гвинтовий прес, збірник соку, плунжерний насос, пастеризаційно-охолоджувальну установку, сепаратор, відцентровий насос соку, відцентровий насос гарячої води, нагрівальний блок, електромагнітний клапан, підпірні клапани, фасувально-пакувальну машину.

Згідно з технологічною і функціональною схемами виробництва яблучного соку, яблука з прийомного майданчика транспортуються стрічковим транспортером у мийну машину. На інспекційному конвеєрі видаляються плоди, непридатні до переробки. Після цього яблука

потрапляють в дискову дробарку. Відповідно до схеми рис. 2.2, після подрібнення яблучна мезга самопливом надходить у гвинтовий прес 1, де виконується віджимання соку. Сік, який витікає з преса проціджується через сито збірника 2 для видалення кусочків мезги та інших механічних домішок, які попали в сік при пресуванні.

Освітлення та пригнічення мікрофлори соку здійснюється методом миттєвого нагріву з подальшим миттєвим охолодженням. Для цього сік із збірника 2 насосом 3 подається в пастеризаційно-охолоджувальну установку 4 в якій сік миттєво нагрівається до температури 80–90°C з витримкою при цій температурі 2 хвилини. Потім сік піддається миттєвому охолодженню до температури 15°C. Холодоносієм в установці являється охолоджена вода, теплоносієм – гаряча вода.

Для більш ефективного охолодження сік додатково пропускають через трубчастий охолоджувач. При швидкому нагріванні і охолодженні білкові речовини коагулюють, в результаті сік краще освітлюється при фільтруванні. Охолоджений сік спочатку надходить у збірник, а звідти самопливом до сепаратора на очищення. При подачі самопливом сік краще очищується від зависей. Очищений сік збирається у збірнику, з якого перекачується насосом на остаточне очищення у фільтропрес. Відфільтрований сік збирається у збірнику, потім насосом перекачується у трубчастий підігрівач, де нагрівається до температури 90°C і подається у двостінний казан для підтримання постійної температури до початку фасування.

Тару миють у мийній машині. При виході з мийної машини температура тари має бути не менше 50°C. Гаряча тара конвеєром подається до розливного автомата, потім до закупорювального автомата. Після закупорювання тари з соком етикетують, встановлюють у ящики і відправляють на склад або на реалізацію [1].

2.2. Аналіз технологій виробництва яблучного соку

Соки, що отримують пресуванням свіжих, заздалегідь роздроблених, або іншим шляхом подрібнених плодів і ягід, містять майже всі цінні харчові речовини, що входять в їх склад. Лише деякі нерозчинні у воді речовини, такі, як каротин і частково фарбувальні речовини, не потрапляють, в сік, а залишаються в твердому залишку, або в так званих вичавках.

В виробництві розрізняють два типу соків, що виробляються з фруктів:

- соки прозорі, одержувані головним чином шляхом пресування;
- соки з м'якоттю, непрозорі, так звані рідкі фрукти, або нектар.

Соки з м'якоттю виробляють з таких плодів і ягід, в яких міститься значна кількість каротину або деяких інших цінних нерозчинних у воді речовин. До них відносяться абрикоси, персики і всі цитрусові плоди. Останнім часом асортимент соків з м'якоттю розширився: такі соки почали виробляти із слив, вишні, чорної смородини, малини, журавлини і інших дикорослих ягід, а також з деяких сортів яблук. Однак при переробці яблук більш доцільно виробляти освітлений яблучний сік [29].

Типовим проектом згідно асортименту виробництва плодових та ягідних соків передбачається дві поточні механізовані лінії підготовки та отримання освітленого яблучного соку з подальшою його розфасовкою.

На рис. 2.3 представлена машинно-апаратна схема комплексу технологічного устаткування для виробництва освітленого яблучного соку.

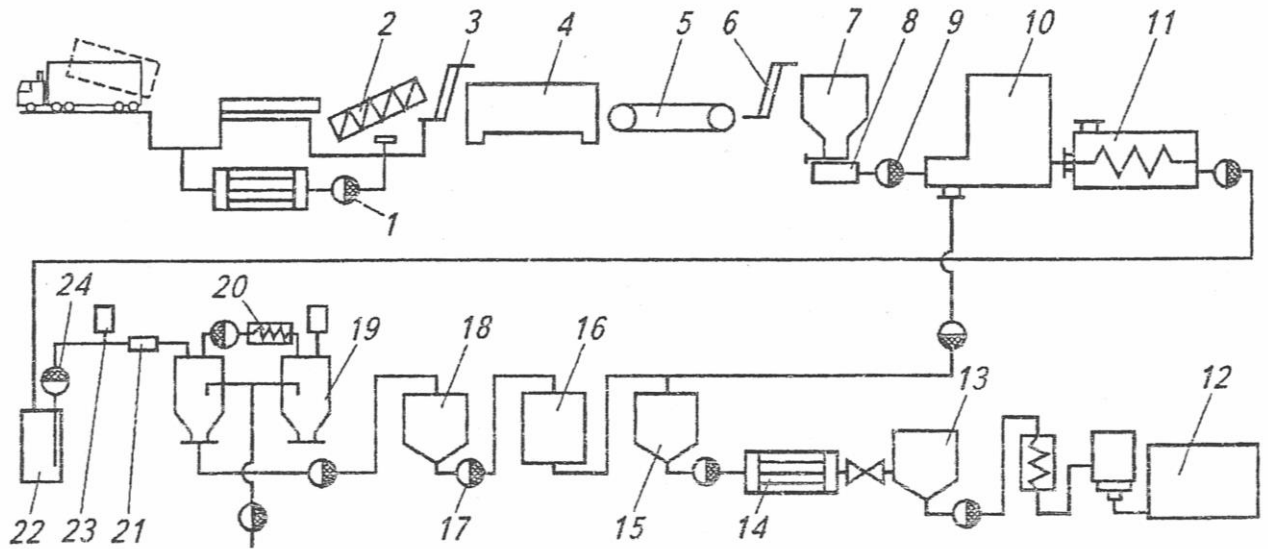


Рис. 2.3. Машинно-апаратна схема комплексу технологічного устаткування для виробництва освітленого яблучного соку

Вона складається з насосів 1, 9, 17 і 24, шнекового віддільника 2, елеваторів 3 і 6, мийної машина 4, інспекційного конвеєра 5, збірок 7, 13, 15, 18, 19 і 22, дробарки 8, преса 10, пастеризатора-охолоджувача 11, пастеризатора 12, фільтрів 14 і 16, охолоджувача 20, трубчастого статичного змішувача 21 і дозатора 23 пектолітичних препаратів.

Плоди, що поступили на переробку, засипають в бетонні ванни, звідки гідротранспортером по підземних каналах вони прямують в цех.

Тут за допомогою шнекового віддільника 2, розташованого в бетонній ванні (ямі), плоди відокремлюють від води і за допомогою елеватора 3 з душовим пристроєм піднімають до машини для остаточного миття 4.

Вода, що поступає з шнекового віддільника і містить крупні забруднення (камені, вітки, листя і т. п.), потрапляє на завантажувальну воронку похилого шнекового конвеєра з перфорованим дном, що затримує і видаляє забруднення.

Очищена вода стікає у ванну (яму), звідки за допомогою глибинного насоса 1 подається назад до бетонної ванни з плодами для повторного її використання.

Промиті плоди інспектують на конвеєрі 5, видаляючи непридатні для переробки плоди, і елеватором 6 піднімають до приймальної збірки 7, обполіскуючи плоди струменем чистої води. Яблука із збірки у необхідній кількості (залежно від продуктивності преса) подають на дробарку 8. Подрібнена плодова маса негайно прямує насосом 9 на пресування 10. Отриманий сік в установці для пресування очищають від можливих крупних частинок і після пастеризатора-охолоджувача 11 направляють в одну з ємкостей для депектинізації. Вичавки від пресування подрібнюють на мішалці при можливій добавці води і направляють в ємкості для бродіння.

Сік після пастеризації і охолодження (45...50 °С) спочатку направляють в проміжну збірку 22, звідки насосом дозування 24 він засмоктується в ємкості для депектинізації. По дорозі в трубопровід вводять пектолітичний препарат за допомогою дозатора 23 і перемішують його в трубчастому статичному змішувачі 21. Процеси депектинізації і освітлення протікають залежно від виду вживаного препарату. Якщо препарат для освітлення вимагає охолодження соку, то його після депектинізації через охолоджувач 20 перекачують в ємкості для освітлення 19 і додають препарат вручну. Якщо охолодження не вимагається, сік в цьому випадку не перекачують, а препарат для освітлення вводять в ємність для депектинізації.

Після закінчення депектинізації і освітлення осад, що утворився на дні ємкості, перекачують в збірку для приймання осаду 18, звідки його направляють насосом 17 у фільтр 16.

Отриманий таким чином сік за допомогою насоса перекачують в збірку 19, куди додають сік, отриманий від фільтрації осаду. Суміш соків ще раз

направляють на фільтр 14 для отримання повністю освітленого соку, готового до фасування в пляшки.

Цей сік збирають в приймальній збірці 13, а потім направляють на лінію фасування в тару (пляшки), де він заздалегідь деаерується і пастеризується.

Фасування соку в тару відбувається при 80 °С з подальшою додатковою пастеризацією і охолодженням в тунельному пастеризаторі-охолоджувачі.

2.3. Класифікація та аналіз способів пригнічення мікрофлори рідких харчових продуктів

Для збільшення терміну зберігання та якості рідких харчових продуктів здійснюється пригнічення мікрофлори продукту шляхом застосування пастеризації або стерилізації.

За способом стерилізації розрізняють апарати періодичної і безперервної дії, що працюють при атмосферному тиску і тиску, вищому за атмосферний [2].

Для стерилізації під тиском, вищим за атмосферний, парою або у воді застосовують автоклави періодичної дії. Вони бувають двох типів: вертикальні й горизонтальні.

Стерилізатори безперервної дії, що працюють як при атмосферному, так і вищому за нього тиску, відрізняються будовою транспортувальних органів (ротори або барабани, конвеєри стрічкові, пластинчасті, ковшові) та завантажувальних і розвантажувальних механізмів. Практичний інтерес нині становить асептична стерилізація (інжекційний стерилізатор), а також застосування струмів високої частоти та іонізуючого випромінювання.

Пастеризатори застосовують для пастеризації різних соків як у потоці (пластинчастий пастеризатор), так і в бутлях (стрічковий пастеризатор) [29].

Для асептичного консервування застосовують інжекторний стерилізатор, в якому продукт зазнає короткочасної стерилізації при високій температурі. Після цього він швидко охолоджується і фасується в асептичних умовах.

Стерилізацію здійснюють в пластинчастих або трубчастих теплообмінниках, а також у пароконтактних стерилізаторах, в яких продукт змішується з інжектованою парою високого тиску, а потім охолоджується у вакуум-камері. Перевагами таких стерилізаторів є відсутність пригорання продукту, значне скорочення тривалості нагрівання, порівняно з пластинчастими теплообмінниками. Охолодження продукту у вакуум-камері відбувається майже миттєво.

Для пастеризації окремих видів консервованих соків використовують стрічкові або конвеєрні апарати, у яких транспортувальний механізм перемішує продукцію у банках або пляшках через тунель, розділений на три зони: підігрівання, пастеризації і охолодження.

Пастеризація рідких продуктів (соків, пюре та ін.) може здійснюватися в спеціальних потокових пластинчастих або трубчастих установках, в яких продукт послідовно проходить через три секції: підігрівання, пастеризації або стерилізації та охолодження.

Короткочасна високотемпературна стерилізація соків в потоці з подальшим охолодженням широко застосовується на консервних заводах. Якість соків, стерилізованих таким способом, значно вища, ніж в автоклавах. В установках для такої стерилізації (рис. 2.4) високо напірним відцентровим насосом 1 під тиском 0,40 - 0,45 МПа сік проходить через трубчастий теплообмінник 2, де нагрівається до температури 120 °С.

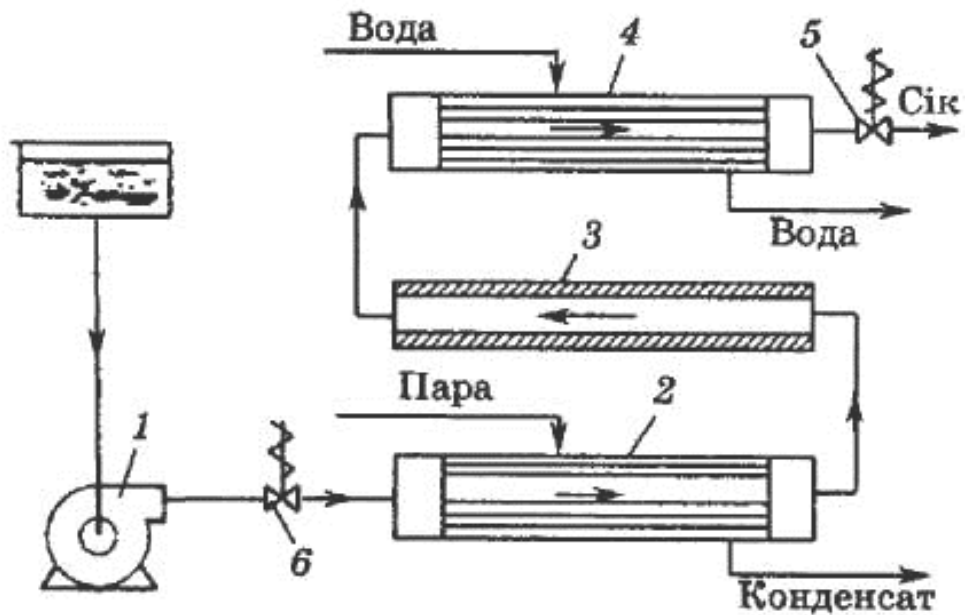


Рис. 2.4. Схема установки для високотемпературної стерилізації в потоці: 1 – відцентровий насос; 2 – трубчатий теплообмінник; 3 – витримувач; 4 – охолоджувач; 5, 6 – підпірні вентиля

Сік, нагрітий до температури 120 °С надходить у витримувач 3 і знаходиться там протягом від 40 до 60 с (залежно від умов роботи лінії).

В охолоджувачі 4 він охолоджується до температури 98-100°С і, подолавши опір підпірного вентиля 5, спрямовується в збірник для розфасовування. Щоб запобігти його скипанню в трубках теплообмінника, у всій системі руху соку насосом 1 і підпірними вентилями 5 і 6 підтримується тиск 0,40-0,45 МПа. Особлива увага при цьому способі стерилізації приділяється попередній обробці (стерилізації) тари.

Стерилізація струмами високої частоти

Принцип дії установок діелектричного нагрівання базується на перетворенні електричної енергії в теплову безпосередньо в тілі нагрівання, що знаходиться в змінному електричному полі конденсатора (рис. 2.5) [20].

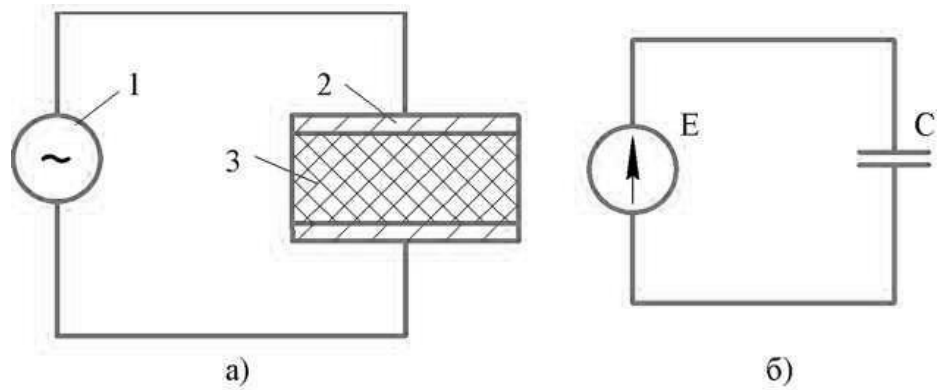


Рис. 2.5. До пояснення роботи установки діелектричного нагрівання:
1-генератор змінного струму; 2-пластина; 3-тіло нагрівання

Якщо тіло нагрівання 3 (діелектрик) помістити між пластинами 2, а останні з'єднати з генератором змінного струму 1, то матимемо замкнене електричне коло (рис. 2.5 б), що складається із джерела живлення E і робочого конденсатора C .

Під дією електричного поля, що створюється між пластинами робочого конденсатора, відбувається напрямлена поляризація матеріалу тіла нагрівання, яка проявляється у тому, що кожна молекула перетворюється на диполь, тобто систему двох однакових, але протилежних зарядів $+q$ і $-q$, які зміщені в різні боки від центра їх електричної дії в не поляризованій молекулі. Напрямок поляризації змінюється з частотою зміни електричного поля, а диполі повертаються на кут в 180° при кожній зміні напрямку поля на протилежний. Таким чином, відбувається переміщення електричних зарядів - проходження струму через діелектрик/напівпровідник, а відповідно і по замкнутому електричному колу через джерело живлення.

Поляризація супроводжується втратами енергії в тілі нагрівання, які пов'язані з тертям між молекулами (втрати тертя) і переміщенням диполів (дипольні втрати). Ці втрати і зумовлюють нагрівання діелектрика/напівпровідника.

Стерилізація іонізуючим випромінюванням

Харчові продукти в герметичній тарі або в потоці можна стерилізувати короткочасним іонізуючим опроміненням великими дозами від потужних джерел випромінювання.

Електричні іонізатори складаються з джерел високої напруги та металевої сітки з напаяними на неї гострими металевими голками. Позитивний полюс джерела живлення заземлюють, а на металеву сітку подають високу напругу негативної полярності такого значення, при якому проходить коронний розряд.

При цьому температура продукту не підвищується. За даними досліджень, для консервування рідких продуктів можна застосовувати лише катодні промені. Опромінення ними продукту здійснюють за допомогою лінійного прискорювача електронів; при цьому продукти знаходяться в бетонованій камері. Доза опромінення залежить від часу перебування продукту в зоні дії електронних пучків і регулюється швидкістю руху конвеєра [20].

2.4. Модернізація лінії виробництва освітленого яблучного соку

Технологічний процес підготовки сировини, її подрібнення і віджимання соку зберігання і фасування виконується згідно типового проекту. Для модернізації даної лінії пропонується вдосконалити режими нагрівання та охолодження віджатого соку в пастеризаційно-охолоджувальній установці. Для цього додатково до базового варіанту встановлюємо електромагнітний клапан 11 на подачу холодної води (рис. 2.2). Замість подачі гарячої води від стороннього джерела, пропонується встановити електронагрівальні елементи 10, а для створення тиску в системі водяної сорочки встановлюємо водяний насос 9 та підпірний клапан. При

цьому можна збільшити тиск у водяній рубашці до 0,45 МПа, що дасть змогу підвищити температуру гарячої води до 130°C і відповідно температуру соку при пастеризації до 105°C.

Після внесених змін в процес пастеризації яблучного соку лінія (рис. 2.2) буде працювати наступним чином. Після пресу 1 сік з м'якоттю надходить у збірник 2 звідти насосом 3 подається в пастеризаційно-охолоджувальну установку 4. В пастеризаційно-охолоджувальній установці 4 для освітлення та пригнічення мікрофлори соку існує два незалежних контури – швидкого нагріву та швидкого охолодження соку (теплоносієм і холодоагентом являється гаряча і холодна вода). Гарячу воду отримуємо шляхом її нагріву електротенами 10, циркуляція здійснюється насосом води 9. Згідно технологічного процесу витримка соку при температурі 105°C забезпечується повільним проходженням соку через пастеризаційно-охолоджувальну установку 4 при допомозі насосу 3. Холодна вода надходить з зовнішньої системи охолодження води через електромагнітний клапан 11 і охолоджує сік до 15°C. Після пастеризаційно-охолоджувальної установки сік з м'якоттю надходить у збірник 5 звідти самопливом у сепаратор 6. Далі сепарований сік насосом 7 подається у збірник 8 [26].

Проаналізувавши вище розглянуті технологічні схеми та способи виробництва освітленого яблучного соку, було визначено, що доцільною для подальшого розгляду є впровадження установки для високотемпературної стерилізації в потоці, яка забезпечить необхідні умови технологічного процесу по температурному режиму. Обрана технологічна схема дає можливість здійснювати, на будь-якому етапі, безпосередній контроль за параметрами оброблюваної сировини. Перш за все це пояснюється зручністю обслуговування, технологічністю, практичністю.

Висновки до розділу 2

Розділ присвячено аналізу процесів виробництва яблучного соку. Приведена технологічна та функціональна схеми лінії виробництва яблучного соку. Функціональна схема включає: гвинтовий прес, збірник соку, плунжерний насос, пастеризаційно-охолоджувальну установку, сепаратор, відцентровий насос соку, відцентровий насос гарячої води, нагрівальний блок, електромагнітний клапан, підпірні клапани, фасувально-пакувальну машину. Найбільш енергетично затратними є теплові процеси, зокрема освітлення та пригнічення мікрофлори соку, яке здійснюється методом миттєвого нагріву з подальшим миттєвим охолодженням, а також процес пастеризації.

Процес пастеризації застосовують для збільшення терміну зберігання та якості соку. Для модернізації лінії виробництва освітленого яблучного соку пропонується вдосконалити режими нагрівання та охолодження віджатого соку в пастеризаційно-охолоджувальній установці шляхом впровадження установки для високотемпературної стерилізації в потоці, яка забезпечить необхідні умови технологічного процесу за заданим температурним режимом.

3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА ЯБЛУЧНОГО СОКУ

3.1. Класифікація технологічних процесів виготовлення яблучного соку

Яблучний сік, як і інші фруктові та овочеві соки є дієтичним продуктом, виробництво якого з кожним роком зростає. У промисловості очищають соки різними способами: освітлення фруктового соку за допомогою аквамарина, желатина; освітлення фруктового соку, який передбачає фільтрування, сепарування, нагрівання, оброблення; освітлення яблучного соку з використанням ферментних препаратів, зокрема іммобілізованої пектинази. Недоліками вищеописаних способів є їх значна тривалість, недопустимість застосування при виробництві консервів для дитячого і дієтичного харчування через використання нерегламентованих реагентів; точне дотримання температурного діапазону оброблення ферментами при переробці соків, багатих кислотами і дубильними речовинами, зниження стабільності при зберіганні.

Технологічним процесом називають послідовний набір операцій, в ході кожної з яких із сировини отримують проміжну або готову продукцію з певними властивостями. Сировиною називаються речовини, з яких виробляють продукцію. У ході цих операцій змінюється форма, розміри або властивості речовини. Внаслідок цих змін сировина перетворюється на напівфабрикати або готову продукцію. Кожний технологічний процес складається з дрібніших технологічних процесів або є частиною більш складного. Наприклад, технологічний процес складання автомобільного двигуна, з одного боку, можна поділити на дрібніші, які відрізняються один від одного: технологічні процеси складання шатунно-поршневої групи, блока циліндрів або коробки зміни швидкостей; з іншого боку, технологічний процес складання двигуна є частиною технологічного процесу складання автомобіля в цілому.

Технологічні процеси постійно вдосконалюють. Це зумовлено тим, що продукцію, яку виробляють на підприємстві, періодично вдосконалюють. Крім того, наука, техніка та технологія пропонують нові, ефективніші способи обробки та переробки сировини, нове більш продуктивне обладнання та інструменти. Технологічний процес має складну структуру. Його складовими є операції, кожна з яких також розглядають як окремий технологічний процес.

Технологічною операцією називають закінчену частину технологічного процесу, яку виконують на одному робочому місці один або декілька працівників над одним або декількома об'єктами, що одночасно обробляються.

Складові технологічної операції можна об'єднати в дві групи. До першої групи відноситься прохід. Ця складова операції спричиняє зміну форми, розмірів, або властивості оброблюваного об'єкта. До другої групи відносяться ті складові, що таких змін не спричиняють. Це встановлення, моно хід, допоміжний перехід тощо. Скоротити затрати часу на виконання складових операцій можна двома шляхами: запровадженням механізації та автоматизації; зміною технології виготовлення продукції. Використовуючи відповідні фізико-механічні властивості продуктів та вдосконалюючи технологію, значно зменшити відходи. Економічний ефект, отриманий від впровадження у виробництво результатів науково-дослідних робіт, що спричинили зміну технології виготовлення продукції, має перевищувати або дорівнювати ефекту, отриманому при впровадженні механізації та автоматизації.

Технологічні процеси класифікуються за:

- властивостями сировини, які змінюються в процесі її переробки;
- агрегатним станом сировини;
- тепловим ефектом;
- напрямом руху сировинних і теплових потоків у агрегатах;
- способом організації процесу;

- кратністю оброблення сировини;
- основними технологічними рушіями тощо.

Таке групування технологічних процесів дає можливість виявити їх характерні ознаки, загальні закономірності, переваги та недоліки, а також шляхи удосконалення [27].

За властивостями сировини, що змінюються в процесі її переробки. Фізичні та механічні технологічні процеси. Фізико-механічними називають такі технологічні процеси, в ході яких змінюються лише форма та фізико-механічні властивості сировини. Ці процеси покладені в основу підготовки сировини до переробки, а також в основу розділення отриманої продукції на основну і побічну, та відходи. До фізико-механічних процесів при виготовленні яблучного соку належать подрібнення, тепло- та масоперенесення.

Теплоперенесенням називають перенесення теплоти від більш нагрітого об'єкту до менш нагрітого. Об'єктом може бути сировина або продукція. Теплота переноситься за допомогою теплопровідності, конвекції та теплового випромінювання. Для проходження технологічного процесу сировину нагрівають або охолоджують, продукцію охолоджують.

Масоперенесенням називають перехід речовини з однієї фази в іншу. Найчастіше масоперенесення відбувається між фазами: газовою та рідинною, газовою та твердою, твердою та рідинною, а також між двома рідинними. Перенесення маси з однієї фази в іншу відбувається за рахунок різниці концентрацій речовин у цих фазах. Процес перенесення продовжується доти, поки не встановиться рівновага на межі фаз. Кількість речовини, яка переходить з однієї фази в іншу, залежить від різниці концентрацій речовин у цих фазах, тривалості процесу тощо. Підвищити ефективність масоперенесення можна збільшенням поверхонь контактуючих фаз, швидкості потоку тощо. До масоперенесення належать абсорбція, адсорбція, дистиляція та ректифікація, кристалізація, висушування, мембранізація.

При безперервних процесах сировина надходить до агрегату постійним безперервним потоком, а після перетворення запланована продукція безперервним потоком виходить з агрегату. Так триває аж до ремонту агрегату. Безперервні процеси, порівняно з періодичними, мають такі переваги:

- відсутність простою агрегатів на завантаження сировини і вивантаження готової продукції;
- стабільність технологічного режиму;
- велика продуктивність агрегатів;
- можливість впровадження автоматизації, що поліпшує техніко-економічні показники та якість продукції тощо.

Саме тому головною тенденцією у технології є заміна періодичних процесів на безперервні.

Комбіновані процеси - це поєднання періодичних і безперервних процесів. У комбінованих процесах можна періодично подавати сировину до агрегату і безперервно виводити з нього продукцію або навпаки безперервно подавати до агрегату сировину, а періодично виводити отриману продукцію. Можливий і такий варіант: періодичне подавання до агрегату однієї складової сировини і безперервне другої. Отримана продукція виходить з агрегату безперервно.

За цією ознакою технологічні процеси поділяють на відкриті, замкнені та комбіновані.

Якщо технологічний процес відкритий, то сировина перетворюється на готову продукцію протягом одного циклу перебування її в агрегаті. Якщо сировина, або окремі її складові неодноразово повертається до агрегату для повторної обробки, а іноді після регенерації (відновлення втрачених властивостей), то має місце замкнений (циркуляційний) технологічний процес. Порівняно з відкритими замкнені процеси компактніші, на їх хід менше витрачається електричної енергії, води, сировини. Отримана

продукція якісніша. Замкнені процеси є основою створення безвідходних, енерго- та матеріалоощадних технологій.

У комбінованих процесах основна сировина може перетворюватись на продукцію за один цикл перебування в агрегаті, а допоміжна сировина використовується багаторазово. .

Основною вимогою для нормального ходу технологічного процесу є дотримання технологічного режиму. Основу режиму становлять чинники, що є рушіями технологічних процесів. Такими чинниками-рушіями є теплота, тиск, каталізатор, мікроорганізми, світлові та інші види променів тощо. Залежно від того, який чинник є рушієм технологічного процесу, їх поділяють на: термічні, каталізні, біохімічні, електрохімічні, плазмові.

При виробництві консервованих продуктів мають місце всі види технологічних процесів: механічні (перемішування, дозування, змішування сипких продуктів, сортування, нарізання тощо), гідродинамічні (фільтрування, осідання, перемішування рідких, пастоподібних та інших продуктів), теплові процеси зі зміною (випарювання, конденсація) та без зміни (нагрівання, охолодження) агрегатного стану, масообміну (сушіння екстракція), хімічні (сульфітація, нейтралізація тощо), біохімічні (молочнокисле, спиртове та інші види бродіння) тощо [26].

3.2. Аналіз мікробіологічного складу соків

Сучасна технологія і техніка в змозі забезпечити харчові і смакові якості яблучного соку, які властиві яблукам як сировині, а також високу стійкість соку при зберіганні і надати можливість випускати його за низькими цінами.

Ці умови сприяють зростанню щоденного вживання яблучного соку у будь-яку пору року. Без виробництва соку в багатьох країнах неможливо було б використовувати вирощену величезну кількість яблук, особливо в урожайні роки. Проте не всі сорти яблук придатні для виробництва соків.

Адже хороша якість яблучного соку залежить, перш за все, від хорошої якості сировини.

Отримання і вихід соку з яблук у великій мірі залежить від структури м'якоті плоду (м'ясистої частини), від його величини, соковитості та інших показників. Загальний вміст сухих речовин в плодах різних сортів знаходиться в межах від 12,10 до 22,43%, а розчинних сухих речовин - від 11,16 до 19,87%. Кількість цукру складає 7,70-16,04%. Більше всього міститься фруктози - 4,5-9,08%, після глюкози 1-4,34% і дещо менше сахарози - 0,39-4,45% .

Значення консервів особливо велике в постачанні районів з обмеженими можливостями розвитку плідівництва та овочівництва, а також в забезпеченні населення промислових центрів, туристів і тому подібне. Все зростаюча роль консервів в житті людини вимагає удосконалення технології консервації в цілях неухильного підвищення якості продукції і інтенсифікації виробничих процесів. У зв'язку з цим важко переоцінити роль консервації плодовоовочевих продуктів. Метод асептичної консервації успішно розвивається, завойовуючи все нові сфери застосування в переробній промисловості: розширюються можливості використання різної тари для зберігання - від невеликих банок і пакетів до резервуарів місткістю 500 м³; збільшується сезон переробки плодовоовочевих напівфабрикатів; забезпечується повна механізація і автоматизація технологічного процесу.

Не зважаючи на широке розповсюдження цього способу (світове виробництво консервів складає зараз близько 100 млрд. у.б. в рік, зокрема плодовоовочевих приблизно 70 млрд.), не можна не відзначити властивий йому серйозний недолік - значну тривалість теплової обробки. Особливо це відчутно при консервації продуктів, яким притаманна низька теплопровідність.

Тривала дія нагрівання не може не чинити негативного впливу на збереження ряду цінних складових частин амінокислот, вітамінів тощо.

З метою зниження шкідливого впливу тривалого нагрівання в процесі пастеризації до технічних засобів його здійснення були внесені ряд удосконалень: підвищена температура нагрівального середовища в стерилізаторах, що збільшило температурний градієнт і скоротило час нагрівання; замість автоклавів періодичної дії введені стерилізатори безперервної дії різних конструкцій [24] тощо.

3.3. Вплив температури і тривалості нагрівання на якість готового продукту

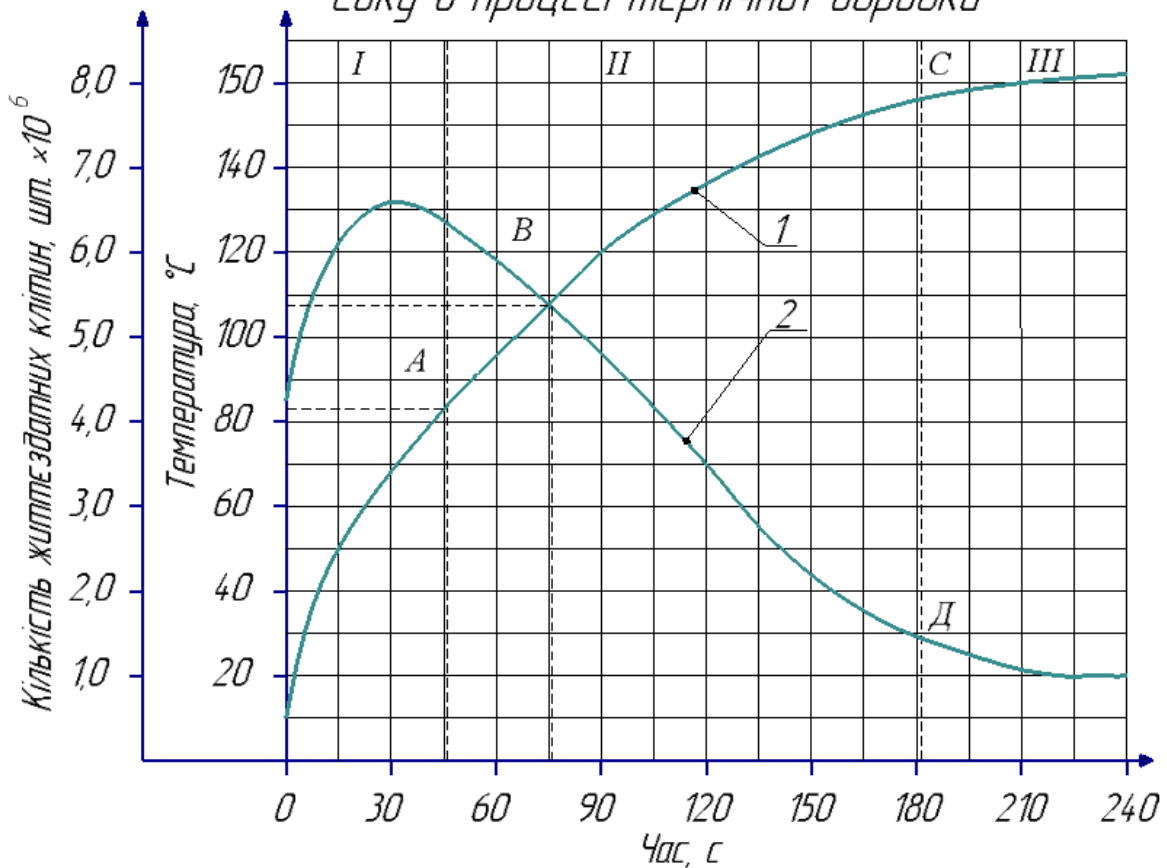
Теплова стерилізація, що має на меті придушення життєдіяльності мікроорганізмів і інактивацію ферментів плодоовочевої сировини, негативно впливає на якість продукції (наприклад, погіршуються консистенція, колір, смак, розкладаються ароматичні речовини, вітаміни тощо). Тим часом одним з показників сучасної технології стерилізації є велика надійність знищення мікроорганізмів при найменших небажаних змінах продуктів.

На рис. 3.1 приведена динаміка зміни кількості життєздатних клітин в яблучному соку в процесі термічної обробки.

Встановлено, що підвищення температури нагріву спричиняє за собою значне зменшення необхідного часу стерилізації. А однією з великих переваг асептичного методу є можливість застосування значно вищих температур і відповідно коротшого часу, ніж при стерилізації в автоклавах. Швидкості небажаних хімічних реакцій у меншій мірі залежать від температури, ніж швидкість відмирання мікроорганізмів. Підвищення температури на 10 °C знижує час, необхідний для протікання небажаних хімічних змін, приблизно на третину [23].

Отже, застосовуючи високі температури і скорочуючи час стерилізації, можна зменшити небажані хімічні зміни при збереженні надійності стерилізації. Саме у цьому і полягає одна з основних переваг асептичного методу.

Динаміка зміни кількості життєздатних клітин у яблучному соку в процесі термічної обробки



1 - Зміна температури яблучного соку в процесі нагріву

2 - Зміна кількості життєздатних клітин у яблучному соку в процесі пастеризації

Рис. 3.1. Динаміка зміни кількості життєздатних клітин в яблучному соку в процесі термічної обробки

Як показують дані численних досліджень, подібно до відмирання мікроорганізмів при тепловій дії, руйнування багатьох живильних речовин підпорядковується законам хімічної кінетики, проте для більшості мікроорганізмів енергія активації перевищує енергію активації вітамінів і інших речовин, що входять в харчові продукти. Таким чином, з підвищенням температури константа швидкості реакції при відмиранні бактерійних спор росте швидше, ніж константа швидкості денатурації живильних речовин.

Використання асептичного методу в переробній промисловості передбачає збереження основних принципів технології підготовки сировини: миття, сортування, очищення, подрібнення тощо. При проведенні операцій

слід прагнути до підтримки високого санітарно-гігієнічного рівня, технічної культури і технологічної дисципліни виробництва.

Специфічні особливості асептичного методу проявляються після того, як продукт, що призначений для консервації, надійшов на найвідповідальніші процеси: стерилізацію, герметизацію і фасування.

Засновані з цієї миті операції параметри і техніка виконання мають принципові відмінності від традиційного способу консервації, хоча мета їх здійснення одна і та ж - попередити мікробіологічне псування продукції при її тривалому зберіганні.

Технологічними основами асептичного методу консервації і зберігання плодоовочевих продуктів є наступні основні специфічні процеси:

- стерилізація консервованого продукту з метою знищення мікрофлори, що шкідлива для здоров'я людини і викликає псування при зберіганні (при цьому в найменшій мірі має постраждати харчова цінність і органолептичні властивості продукту);

- створення умов проведення всіх операцій зі стерильним продуктом (охолодження, транспортування, зберігання, фасування).

Для пастеризації соків, при асептичному методі консервації, руйнуючу дію на мікроорганізми виконує нагрів. Ступінь впливу цього чинника залежить від температури і тривалості перебування при ній об'єкту, що стерилізується. Так само, як і при стерилізації баночних консервів в автоклавах, змінюючи температурно-тимчасові співвідношення, можна знайти оптимальні параметри, при яких ефективний вплив нагріву на мікрофлору поєднується з мінімальними втратами якості продукту. З цього виходить, що для вибору необхідних параметрів пастеризації необхідно знати закономірності відмирання мікроорганізмів залежно від тривалості і температури нагріву, а також зміни якості продукту, що нагрівається, при різних значеннях температури і часу нагріву.

Разом з цим слід знати температурне поле в продукті, що нагрівається, яке обумовлене не лише його теплофізичними, але і реологічними властивостями.

При пастеризації продукту необхідно враховувати наступні чинники:

- летальну дію нагрівання на мікрофлору, що забезпечує збереження продукту і його безпеку для споживача;
- вплив нагрівання на хімічний склад соку, від якого залежать його харчова цінність і органолептичні властивості;
- зміни властивостей реологій і дисперсності соку, що впливають на теплотехнічні процеси і течію по трубах, а також на його якість;
- вплив теплофізичних і реологічних параметрів на розподіл температури в системі, що стерилізує сік.

Аналітичний розрахунок параметрів короткочасної стерилізації припускає наявність математичної моделі, що зв'язує кінетику загибелі мікроорганізмів з теплофізичними властивостями системи, в першу чергу з температуропровідністю продукту.

Температурно-тимчасові закономірності загибелі мікроорганізмів вивчені в суспензіях або продуктах, що прогриваються, в порівняно вузькому діапазоні температур - в більшості випадків при 100-120 °С.

До сьогодні немає ще вичерпних теоретичних уявлень про суть процесу відмирання мікроорганізмів під впливом нагрівання. Для кількісної характеристики цього процесу використовують емпірично виявлені закономірності між числом відмерлих клітин і параметрами нагрівання (температура і тривалість).

Встановлено, що популяція клітин гине не одночасно, а поступово, внаслідок чого зміну числа клітин, що залишилися життєздатними, можна представити як функцію тривалості нагрівання при тій або іншій постійній температурі. Якщо узяти напівлогарифмічну систему прямокутних координат і відкласти на арифметичній шкалі абсциси тривалість нагрівання, а на логарифмічній шкалі ординати відповідне число кліток, що вижили, то

отримана крива виживаності на значній її ділянці з'явиться, як правило, у вигляді прямолінійної ділянки [26].

Таким чином, для цього періоду нагрівання швидкість відмирання клітин, K , може бути виражена рівнянням:

$$K = \frac{2.303}{\tau \cdot \lg N_i / N_f}, \quad (3.1)$$

де N_s - початкова кількість клітин;

N_f - число клітин, які залишились життєздатними після нагрівання протягом часу τ ;

2,303 – коефіцієнт рівний $1/\lg e$.

Отже, мірою відмирання клітин різних видів і штамів мікроорганізмів може служити нахил прямолінійної частини кривої виживаності. Для зручності при розрахунках режимів, пастеризації цей нахил характеризують через величину що є часом (сек), необхідним для зменшення числа клітин, які нагріваються, в 10 раз:

$$D = \frac{2,303}{K}. \quad (3.2)$$

Оскільки величина D відноситься до дії нагрівання при постійній температурі ($t=const$), її вказують з індексом (D_t). Час десятиразового зниження числа живих мікроорганізмів (D_t) відповідає відрітку на шкалі абсцис між ординатами, різниця яких дорівнює одному логарифмічному (десятковому) циклу. Звідси:

$$D_t = \frac{\lg N_s - \lg N_f}{\tau} \quad (3.3)$$

Конкретних значень D_t набуває за наслідками експериментів, методика проведення яких описана в роботах [26].

Описаний вище аналітично характер кривої виживаності представлений на рис. 3.2. Він притаманний не всім видам мікроорганізмів, а ті з них, що задовольняють цій закономірності, підпорядковуються їй, в більшості випадків, лише на середній ділянці кривої.

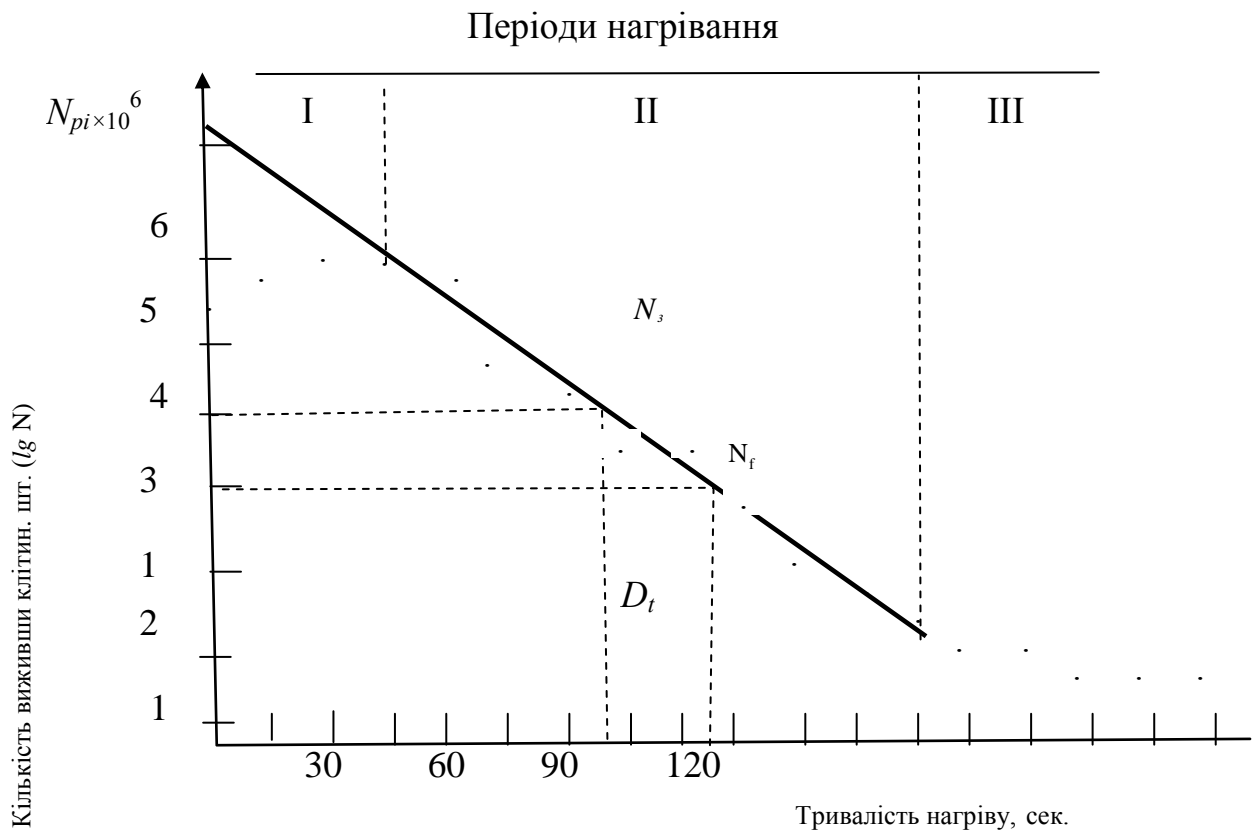


Рис. 3.2. Крива виживання мікроорганізмів при нагріванні

На початку і наприкінці нагрівання спостерігаються відхилення, що найпомітніше виявляються для спор, а не для вегетативних клітин, особливо при їх великому початковому числі.

Найчастіше крива виживання, як видно з рис. 3.2, складається з трьох відрізків.

Перший (так зване «плече») - відноситься до початкового періоду нагрівання.

Для його характеристики використовують показник, що є відношенням «псевдопочаткового» числа спор (N_{pi}) до дійсного початкового числа спор (N_i).

Псевдопочаткове число спор отримують на осі ординат в точці перетину її з продовженням прямолінійної ділянки:

$$I_R = \frac{N_{pi}}{N_i}. \quad (3.4)$$

Другий відрізок характеризує постійну швидкість відмирання мікроорганізмів при постійній температурі. Він виражається прямою в системі напівлогарифмічних координат і охоплює найбільшу частку популяції, що нагрівається.

Третій відрізок (так званий «хвіст») відноситься до кінця періоду нагрівання, коли залишається невелике число спор. Проте тривалість цього періоду може іноді перевищувати час відмирання основної маси спор. Про причини існування «хвоста» і його кількісну характеристику поки не існує єдиної думки [26].

Характеристику термостійкості мікроорганізмів зазвичай отримують на мікробних клітинах або спорах, що суспензують в продуктах та прогріваються протягом певного часу при постійній температурі в терморезистометрі або в капілярах. Проте подальші експериментальні і теоретичні дослідження, а також розрахунки режимів стерилізації і їх практична перевірка показали неспроможність припущень про незмінність температурного коефіцієнта при зростанні температури.

Особливо значущим є обмеження, яке проявляється при температурах вище 120 °С. Слід також зауважити, що вказана залежність справедлива лише при зміні температури нагрівання до 150 °С.

Висновки до розділу 3

В розділі приведені результати дослідження технології виробництва яблучного соку. Особлива увага приділена аналізу мікробіологічного складу соків. Відзначено, що отримання і вихід соку з яблук у великій мірі залежить від структури м'якоті плоду, від його величини, соковитості та інших показників. А характеристики – від вмісту речовин в плодах.

З метою зниження шкідливого впливу тривалого нагрівання в процесі пастеризації до технічних засобів його здійснення були внесені ряд удосконалень: підвищена температура нагрівного елемента в стерилізаторах, що збільшило температурний градієнт і скоротило час нагрівання; замість автоклавів періодичної дії введені стерилізатори безперервної дії різних конструкцій тощо.

Приведена динаміка зміни кількості життєздатних клітин в яблучному соку в процесі термічної обробки. Мірою відмирання клітин різних видів і штамів мікроорганізмів може служити нахил прямолінійної частини кривої виживаності мікроорганізмів, яка приведена в графічному виді. Показано, що застосовуючи високі температури і скорочуючи час стерилізації, можна зменшити небажані хімічні зміни при збереженні надійності стерилізації. Саме у цьому і полягає одна з основних переваг асептичного методу.

4. ОБГРУНТУВАННЯ І ВИБІР ТЕХНОЛОГІЧНОГО І ОСВІТЛЮВАЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ ЛІНІЇ ВИРОБНИЦТВА ЯБЛУЧНОГО СОКУ

4.1. Характеристика технологічного устаткування лінії виробництва яблучного соку

У відповідності з прийнятою технологією виробництва яблучного соку проводимо вибір стандартного технологічного обладнання, яке переважно приведене на функціональній схемі лінії виробництва яблучного соку, що представлена на рис. 2.2..

При виборі технологічного устаткування необхідно дотримуватись наступних вимог:

- дотримання обґрунтовано прийнятої технології;
- режим пастеризації: швидкий нагрів яблучного соку до температури 105°C з витримкою протягом 2 хвилин; швидке охолодження соку до температури 15°C;
- для забезпечення заданого температурного режиму пастеризації необхідно контур охолодження прийняти незмінним, а в контурі нагріву передбачити незалежний підігрів та циркуляцію води;
- для всіх робочих технологічних машин повинен бути передбачений електропривод;
- передбачити можливість роботи технологічної лінії в двох режимах: "Ручний" та "Автоматичний";
- для забезпечення автоматизованого управління процесом приготування яблучного соку до електричної схеми керування необхідно ввести засоби автоматизації;
- забезпечити захист електрообладнання від перевантажень та коротких замикань.

Основні параметри обладнання зводимо в таблицю 4.1 [23].

Таблиця 4.1 – Відомість вибраного технологічного обладнання

Поз. позн.	Найменування, тип	Технологічна операція	Кількість	Прод., т/год	Встан. потуж., кВт
	Інспекційний роликотий транспортер, А9-К2-1.5,0	Інспекція сировини, полоскання	2	5,0	1,1
	Барабанна машина для миття, А9-КМ-2	Миття сировини, полоскання	1	5,0	1,1
	Вентиляторна машина для миття, Т1-КУМ-5	Інтенсивне миття сировини	1	5,0	4,1
	Елеватор «Гусяча шия», Р9-КТ2-Э	Подача продукту подрібнювач	1	5,85	1,1
	Плодова дробарка, Д1-7,5	Подрібнення яблук	1	7,5	7,5
1	Гвинтовий прес, ВПШ-5	Віджимання яблучного соку	1	5,0	7,5
2;5;8	Збірник соку		3		
3	Плунжерний насос, А9-КЛГ/5	Перекачування соку з м'якоттю	1	3	1,5
4	Пастеризаційно-охолоджувальна установка, ВПУ-3,0	Пастеризація та стерилізація соку з м'якоттю	1	3	
9	Відцентровий насос, Г2-ОПА	Циркуляція та створення тиску 0,45 МПа гарячої води	1	3,5	1,5
10	Водогрійний блок	Нагрів води (130°C)	1	-	9,0
6	Сепаратор, Г9-КОВ	Освітлення яблучного соку	1	3,0	7,5
7	Відцентровий насос, А9-КНА	Перекачування соку	1	3,0	1,5
Встановлена потужність лінії, кВт					44,5

4.2. Вибір електросилового устаткування технологічної лінії виробництва яблучного соку

До силового електроустаткування цеху з виробництва яблучного соку відносяться приводні електродвигуни механізмів, які поставляються комплектно зі стандартним технологічним устаткуванням.

В переробній промисловості для приводу робочих машин використовуються трифазні асинхронні двигуни з короткозамкненим ротором. Відомо, що такі електродвигуни мають високі енергетичні показники, порівняно малу вартість, безпечні та надійні в експлуатації. Але переваги асинхронних електродвигунів в повній мірі можуть бути реалізовані лише при умові правильного їх вибору.

Таким чином задача вибору електродвигунів для технологічного обладнання полягає в тому, щоб забезпечити відповідні характеристики асинхронних електродвигунів параметрам і привідним характеристикам робочих машин та умовам навколишнього середовища. Але у кожному випадку слід враховувати особливості прийнятої технології виробництва продукту і реальні умови експлуатації електродвигунів, оскільки вони можуть відрізнитись від нормативів, що наведені у технічному паспорті електродвигуна.

При виборі електроприводу робочої машини необхідно враховувати виконання наступних умов:

- максимальне використання потужності асинхронного двигуна при роботі технологічного обладнання;
- найбільш повна відповідність електроприводу приводним характеристикам робочої машини;
- відповідність елементів електроприводу умовам навколишнього середовища;
- відповідність асинхронного двигуна параметрам електромережі;

- відповідність асинхронного двигуна умовам пуску, перевантажувальній здатності, можливості регулювання швидкості тощо.

Вибір електродвигунів виконуємо за наступними умовами: кліматичному виконанню, категорії розміщення, ступеню захисту, виконанню за умовами навколишнього середовища.

Виконання електродвигунів та електротехнічного обладнання за умовами навколишнього середовища, згідно з діючими стандартами (РТМ 105/23/46/70/16-0-153-81), повинно бути помірного кліматичного виконання (У) і відповідати ступеню захисту та категорії розміщення. Ступінь захисту від дотику персоналу до частин, що обертаються, та від потрапляння усередину оболонки твердих сторонніх тіл, а також від проникнення всередину оболонки води IP 44, IP54.

Двигуни вибираємо трифазні з короткозамкненим ротором на напругу 380 В та частоту 50 Гц.

Дані заносимо в таблицю 4.2.

Таблиця 4.2 – Паспортні дані електросилового обладнання.

Умовне позначення	Тип	P_H , кВт	n_H , об/хв	I_H , А	η_H , %	$\cos\varphi_H$, у.о.	$\frac{M_{II}}{M_H}$	$\frac{M_{MIN}}{M_H}$	$\frac{M_{MAX}}{M_H}$	$\frac{I_{ПУСК}}{I_H}$	Маса, кг
M1	AIP80B4Y3	1,5	1395	3,52	78	0,83	2,2	1,6	2,2	5,5	13,8
M2	AIP80B4Y3	1,5	1395	3,52	78	0,83	2,2	1,6	2,2	5,5	13,8
M3	AIP112M2Y3	7,5	2900	14,8	87,5	0,88	2,0	1,6	2,2	7,5	49
M4	AIP80A2Y3	1,5	2850	3,31	81	0,85	2,1	1,6	2,2	7,0	12,7
EK	ЭТ-160	6×1,5	-	13,64		1	-	-	-	1	
	Всього	21,0									

Нижче приводимо приклад розрахунку потужності приводу вибраного насоса (електродвигун M1).

Визначаємо його розрахункову потужність $P_{розр}$, кВт, за виразом [28]:

$$P_{\text{розр}} = \frac{Q_{\text{нас}} H \gamma}{\eta_{\text{нас}} 10^3}, \quad (4.1)$$

де $Q_{\text{нас}}$ – подача насоса, м³/с;

$H_{\text{нас}}$ – висота підйому води;

γ – питома вага, кг/ м³, $\gamma = 983,24$ кг/ м³;

$\eta_{\text{нас}}$ – коефіцієнт корисної дії насоса, $\eta_{\text{нас}}=0,6$.

$$P_{\text{розр}} = \frac{0,694 \cdot 0,7 \cdot 983,24}{0,6 \cdot 10^3} = 0,796 \text{ кВт.}$$

Потужність привідного двигуна $P_{\text{н.дв}}$, кВт, визначається за співвідношенням

$$P_{\text{н.дв}} \geq \frac{K_3 P_{\text{розр}}}{\eta_{\text{пер}}}, \quad (4.2)$$

де $\eta_{\text{пер}}$ – ККД передачі, $\eta_{\text{пер}} = 1$;

K_3 – коефіцієнт запасу, $K_3 = 1,72$.

$$P_{\text{н.дв}} \geq \frac{1,72 \cdot 0,796}{1} = 1,37 \text{ кВт.}$$

По [12] вибираємо електродвигун АИР80В4У3, паспортні данні якого приведені в табл. 4.1

Перевірка решти електродвигунів приводу технологічного обладнання здійснюється аналогічно в залежності від типу машини. Технічні характеристики електросилового обладнання наведені в таблиці 4.1.

4.3. Перевірочний розрахунок електродвигуна за умовами пускового, мінімального та максимального моментів

Перевірка електродвигуна за величиною пускового моменту здійснюється за умовою [22]:

$$M'_{\text{ПДВ}} \geq 1,25 \cdot M_{\text{ТРМ}}, \quad (4.3)$$

де $M'_{\text{ПДВ}}$ – значення пускового моменту електродвигуна з урахуванням можливого зниження напруги мережі, що живить, Н·м;

$M_{\text{ТРМ}}$ – статичний момент зрушення робочої машини, Н·м;

1,25 – коефіцієнт, який враховує кратність надлишкового моменту, який необхідний для розігнання робочої машини [12].

При цьому:

$$M'_{\text{ПДВ}} = M_H \cdot \mu_{\text{П}} \cdot k_U^2, \quad (4.4)$$

де M_H – номінальний момент електродвигуна, Н·м;

$\mu_{\text{П}}$ – кратність пускового моменту електродвигуна, $\mu_{\text{П}} = 2,0$;

k_U – коефіцієнт, який враховує зниження напруги мережі, $k_U = 0,9$.

$$M_H = \frac{P_{\text{ПДВ}}}{\omega_H}, \quad (4.5)$$

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_H}{30}, \quad (4.6)$$

де ω_H – кутова швидкість обертання електродвигуна, рад/с;

n_H – номінальна частота обертання двигуна, $n_H = 1395$ об/хв.

$$\omega_H = \frac{3,14 \cdot 1395}{30} = 146,01 \text{ рад/с};$$

$$M_H = \frac{1,5 \cdot 10^3}{146,01} = 10,27 \text{ Нм};$$

$$M'_{\text{ПДВ}} = 10,27 \cdot 2,2 \cdot 0,9^2 = 18,3 \text{ Нм}.$$

Статичний момент зрушення робочої машини дорівнює [12]:

$$M_{TPM} = (1...2) \cdot M_{CH}, \quad (4.7)$$

де M_{CH} – статичний момент опору завантаженої робочої машини, який відповідає номінальній швидкості обертання, Н·м;

$$M_{CH} = M_H; \quad (4.8)$$

$$M_{CH} = 10,27 \text{ Нм};$$

$$M_{TPM} = 1,2 \cdot 10,27 = 12,32 \text{ Нм};$$

Згідно умови (4.3), в кінцевому результаті маємо:

$$18,5 \text{ Нм} > 1,25 \cdot 12,32 = 15,4 \text{ Нм},$$

тобто умова (4.3) виконується, а вибраний двигун задовольняє умові пуску.

Перевірка електродвигуна за величиною мінімального моменту здійснюється за умовою:

$$M'_{MIN} \geq M_{CMIN}, \quad (4.9)$$

де M'_{MIN} – значення мінімального моменту електродвигуна з урахуванням можливого зниження напруги живильної мережі, Н·м;

M_{CMIN} – статичний момент опору робочої машини, Н·м.

При цьому:

$$M'_{MIN} = M_H \cdot \mu_{MIN} \cdot k^2 \quad (4.10)$$

де μ_{MIN} – кратність мінімального моменту електродвигуна, $\mu_{MIN} = 1,6$;

$$M'_{MIN} = 10,27 \cdot 1,6 \cdot 0,9^2 = 13,31 \text{ Нм}.$$

Статичний момент опору визначається з рівняння механічної характеристики робочої машини [12]:

$$M_{CMIN} = M_{TPM} + (M_{CH} - M_{TPM}) \cdot \left(\frac{\omega_{MIN}}{\omega_H} \right)^x, \quad (4.11)$$

де ω_{MIN} – мінімальна кутова швидкість, рад/с.;

x – показник степені, який характеризує зміну статичного моменту опору робочої машини; для насосів $x = 0$; [12];

$$\omega_{MIN} = 0,15 \cdot \omega_1, \quad (4.12)$$

де ω_1 – синхронна кутова швидкість обертання магнітного поля статора електродвигуна, рад/с.;

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30}, \quad (4.13)$$

де n_1 – синхронна частота обертання магнітного поля статора електродвигуна, $n_1 = 1500$ об/хв.;

$$\omega_1 = \frac{3,14 \cdot 1500}{30} = 157 \text{ рад/с};$$

$$\omega_{MIN} = 0,15 \cdot 157 = 23,5 \text{ рад/с};$$

$$M_{CMIN} = 12,32 + (10,27 - 12,32) \cdot \left(\frac{23,5}{146,01} \right)^0 = 10,27 \text{ Нм}.$$

Згідно умови (2.9), в кінцевому результаті маємо:

$$13,31 \text{ Нм} > 10,27 \text{ Нм},$$

тобто умова (3.9) виконується, а вибраний двигун задовольняє умові мінімального моменту.

Перевірка електродвигуна за величиною перевантажувальної здатності здійснюється за умовою [12]:

$$M'_{MAX} \geq (1,1 \dots 1,2) \cdot M_{CMAX}, \quad (4.14)$$

де M'_{MAX} – значення максимального моменту електродвигуна з урахуванням можливого зниження напруги мережі, Н·м;

M_{CMAX} – максимальне значення статичного моменту опору робочої машини, Н м;

1,1...1,2 – коефіцієнт, який враховує розходження величини моменту опору робочої машини.

При цьому:

$$M'_{MAX} = M_H \cdot \mu_{MAX} \cdot k^2, \quad (4.15)$$

де μ_{MAX} – кратність максимального моменту електродвигуна

$$M'_{MAX} = 10,27 \cdot 2,2 \cdot 0,9^2 = 18,3 \text{ Нм}.$$

Максимальне значення статичного моменту опору робочої машини дорівнює:

$$M_{CMAX} = 1,3 \cdot M_{CM}, \quad (4.16)$$

$$M_{CMAX} = 1,3 \cdot 10,27 = 13,35 \text{ Нм};$$

Згідно умови (4.14), в кінцевому результаті маємо, що:

$$18,3 \text{ Н} \cdot \text{м} > 1,2 \cdot 13,35 = 16,02 \text{ Нм},$$

тобто умова (4.14) виконується, а вибраний двигун задовольняє умові на перевантажувальну здатність за максимальним моментом.

Перевірка решти електродвигунів приводу технологічних машин здійснюється аналогічно. Технічні характеристики електродвигунів наведені в таблиці 4.1.

4.4. Світлотехнічний розрахунок приміщення лінії з виробництва яблучного соку

Розрахунок освітлення проводимо для двох приміщень: цеху і побутової кімнати. При цьому виберемо відповідно до рекомендацій різні джерела світла [34].

4.4.1. Розрахунок освітлення цеху з виробництва яблучного соку

У приміщенні цеху з виробництва яблучного соку розраховуємо освітлення методом коефіцієнта використання світлового потоку, який застосовують здебільшого при розрахунках загального рівномірного освітлення виробничих і громадських приміщень світильниками розсіяного світла основних приміщень.

Розміри приміщенні цеху: $20 \times 10 \times 5$ м.

Вибираємо загальну рівномірну систему освітлення.

Розрахункову висоту підвісу світильників визначаємо за формулою:

$$H_p = H - (h_z + h_p), \quad (4.17)$$

де H – висота приміщення, м;

h_z – висота звисання. Приймаємо $h_z = 0,5$ м;

h_p – рівень робочої поверхні від підлоги. Приймаємо $h_p = 0,7$ м. Тоді:

$$H_p = 5 - (0,5 + 0,7) = 3,8 \text{ м.}$$

Вибираємо значення найвигіднішої відносної відстані між світильниками для кривої Γ відповідно $\lambda = 1,3 \dots 1,7$. Приймаємо $\lambda = 1,3$.

Визначаємо оптимальну відстань між світильниками за формулою:

$$L = \lambda \cdot H_p, \quad (4.18)$$

$$L = 1,3 \cdot 3,8 = 4,94 \text{ м.}$$

Визначаємо кількість рядів світильників за формулою:

$$n_p = \frac{B}{L}, \quad (4.19)$$

де B – ширина приміщення, м.

$$n_p = \frac{10}{4,94} = 2$$

Приймаємо $n_p = 2$.

Визначаємо відстань від крайніх світильників до стін за формулою:

$$L_c = 0,5 \cdot L, \quad (4.20)$$

$$L_c = 0,5 \cdot 4,94 = 2,47 \text{ м.}$$

Визначаємо розрахункову відстань між рядами визначаємо за формулою:

$$L_B = \frac{B - 2L_c}{n_p - 1}, \quad (4.21)$$

$$L_B = \frac{10 - 2 \cdot 2,47}{2 - 1} = 5,06 \text{ м.}$$

Розрахункову відстань між світильниками в ряду визначаємо за формулою:

$$L_a = \frac{L^2}{L_B}, \quad (4.22)$$

$$L_a = \frac{4,94^2}{5,06} = 4,8 \text{ м.}$$

Кількість світильників у ряду визначаємо за формулою:

$$n_a = \frac{A - 2 \cdot L_c}{L_a}, \quad (4.23)$$

де A – довжина приміщення, м. Тоді:

$$n_a = \frac{20 - 2 \cdot 2,47}{4,8} = 3,1.$$

Приймаємо $n_a = 3$.

Загальну кількість світильників визначаємо за формулою:

$$N = n_p n_a, \quad (4.24)$$

$$N = 2 \cdot 3 = 6.$$

Визначаємо індекс приміщення за формулою:

$$i = \frac{AB}{H_p(A+B)}, \quad (4.25)$$

$$i = \frac{10 \cdot 20}{3,8 \cdot (10 + 20)} = 1,75.$$

Беремо коефіцієнти відбивання: стелі $\rho_{ст} = 50\%$; стін $\rho_c = 30\%$;
підлоги $\rho_{п} = 10\%$.

Вибираємо коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,6$.

Приймаємо нормовану освітленість $E_n = 200$ лк.

Беремо коефіцієнт запасу $K = 1,3$.

Визначаємо розрахунковий світловий потік світильника за формулою:

$$\Phi_{p.c} = \frac{E_n ABKZ}{N\eta}, \quad (4.26)$$

де Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення, $Z = 1,15$.

$$\Phi_{p.c} = \frac{200 \cdot 10 \cdot 20 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{6 \cdot 0,6} = 16611 \text{ лм.}$$

Вибираємо лампу типу Г 230-240-1000 з $P_n = 1000$ Вт, $\Phi_n = 18450$ лм.

Визначаємо фактичну освітленість за формулою:

$$E_{\phi} = E_n \frac{\Phi_l \cdot m}{\Phi_{pc}}, \quad (4.27)$$

де m – кількість ламп у світильнику.

$$E_{\phi} = 200 \cdot \frac{16611 \cdot 1}{18450} = 180 \text{ лк.}$$

Визначаємо відхилення освітленості:

$$\Delta E = \frac{E_{\phi} - E_n}{E_n} \cdot 100, \quad (4.28)$$

$$E = \frac{180 - 200}{200} \cdot 100 \approx -10 \text{ \%}.$$

Відхилення є допустимим, тому, що знаходиться у межах $+20 \dots -10 \text{ \%}$.

Визначаємо установлену потужність освітлювальної установки за формулою:

$$P_y = P_l m N, \quad (4.29)$$

$$P_y = 1000 \cdot 1 \cdot 6 = 6000 \text{ Вт.}$$

4.4.2. Розрахунок освітлення побутової кімнати

В побутовій кімнаті освітлення розраховуємо методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Розміри побутової кімнати: $6 \times 5 \times 3 \text{ м}$.

Вибираємо загальну рівномірну систему освітлення.

Розрахункову висоту підвісу світильників визначаємо за формулою (4.17):

$$H_p = 3 - (0,2 + 1,1) = 1,7 \text{ м.}$$

Вибираємо значення найвигіднішої відносної відстані між світильниками, яка для кривої Г становить $\lambda = 1,3 \dots 1,7$. Приймаємо $\lambda = 1,4$.

Визначаємо оптимальну відстань між світильниками за формулою (4.18):

$$L = 1,4 \cdot 1,7 = 2,38 \text{ м.}$$

Визначаємо кількість рядів світильників за формулою (4.19):

$$n_p = \frac{5}{2,38} = 2,1.$$

Приймаємо $n_p = 2$.

Визначаємо відстань від крайніх світильників до стін за формулою (4.20):

$$L_c = 0,5 \cdot 2,38 = 1,2 \text{ м.}$$

Визначаємо розрахункову відстань між рядами визначаємо за формулою (4.21):

$$L_B = \frac{5 - 2 \cdot 1,2}{2 - 1} = 2,6 \text{ м.}$$

Розрахункову відстань між світильниками в ряду визначаємо за формулою (4.22):

$$L_a = \frac{2,38^2}{2,6} = 2,2 \text{ м.}$$

Кількість світильників у ряду визначаємо за формулою (4.23):

$$n_a = \frac{6 - 2 \cdot 1,2}{2,2} = 1,6.$$

Приймаємо $n_a = 2$.

Загальну кількість світильників визначаємо за формулою (4.24):

$$N = 2 \cdot 2 = 4.$$

Визначаємо індекс приміщення за формулою (4.25):

$$i = \frac{5 \cdot 6}{1,7 \cdot (5 + 6)} = 1,6.$$

Беремо коефіцієнти відбивання: стелі $\rho_{\text{ст}} = 50\%$; стін $\rho_c = 30\%$; підлоги $\rho_{\text{п}} = 10\%$.

Вибираємо коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 0,6$.

Приймаємо нормовану освітленість $E_{\text{н}} = 75 \text{ лк.}$

Беремо коефіцієнт запасу $K = 1,3$.

Визначаємо розрахунковий світловий потік світильника за формулою (4.26), прийнявши коефіцієнт нерівномірності освітлення, $Z = 1,15$:

$$\Phi_{p.c} = \frac{75 \cdot 5 \cdot 6 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{4 \cdot 0,6} = 1402 \text{ лм.}$$

Вибираємо світлодіодну лампу типу LGA19 3000K LB08E830L0A.E20JWE0, з $P_n = 7,5$ Вт, $\Phi_n = 485$ лм.

Визначаємо фактичну освітленість за формулою (4.27):

$$E_\phi = 75 \cdot \frac{485 \cdot 3}{1402} = 77,8 \text{ лк.}$$

Визначаємо відхилення освітленості за формулою (4.28):

$$\Delta E = \frac{77,8 - 75}{75} \cdot 100 \approx 3,7 \text{ \%}.$$

Відхилення є допустимим, тому, що знаходиться у межах $+20 \dots -10 \text{ \%}$.

Визначаємо установлену потужність освітлювальної установки за формулою (4.29):

$$P_y = 7,5 \cdot 3 \cdot 4 = 90 \text{ Вт.}$$

Висновки до розділу 4

У відповідності з прийнятою технологією виробництва яблучного соку і на основі функціональної схеми проведено вибір стандартного технологічного обладнання.

Вибір і перевірку електродвигуна проведено на прикладі електроприводу насоса: визначена розрахункову потужність, вибрано двигун АИР80В4У3, виконано перевірочний розрахунок електродвигуна за умовами пускового, мінімального та максимального моментів.

Проведений, з використанням методу коефіцієнта використання світлового потоку, розрахунок освітлення для двох приміщень: цеху і побутової кімнати. Для приміщення цеху вибрано лампу типу Г 230-240-1000

з $P_{\text{н}} = 1000 \text{ Вт}$, $\Phi_{\text{л}} = 18450 \text{ лм}$. Загальна потужність освітлювальної установки становить 6000 Вт . Для освітлення побутової кімнати вибрано світлодіодну лампу типу LGA19 3000K LB08E830L0A.E20JWE0, з $P_{\text{н}} = 7,5 \text{ Вт}$, $\Phi_{\text{л}} = 485 \text{ лм}$. Установлена потужність освітлювальної установки – 90 Вт .

5. РОЗРОБКА АВТОМАТИЗОВАНОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЛІНІЄЮ ВИРОБНИЦТВА ЯБЛУЧНОГО СОКУ

5.1. Розробка функціональної схеми керування технологічним процесом

Функціональна схема автоматизації є основним технічним документом, що визначає функціональні зв'язки між технологічним процесом та засобами контролю і керування [22].

Схема електрична функціональна автоматизації технологічного процесу складається з двох основних блоків, на першому з них показано розташування технічних засобів автоматики і силових агрегатів, крім цього по першому блоці можна судити про хід та контроль в технологічному процесі.

На другому блоці представлена взаємодія вимірювальних перетворювачів з виконавчими механізмами і приводними двигунами. Другий блок виконаний у виді таблиці, яка складається з двох рядків. У першому рядку додатково характеризуються встановлені на місцях засоби автоматики, способи перетворення вимірювальних параметрів, а також межі зміни вимірювальними перетворювачами величин. У нижньому рядку таблиці описуються функції засобів автоматики, що виконують на пульті керування. Знизу таблиці за допомогою стрілок і ліній зазначений напрямок проходження сигналів від вимірювальних перетворювачів до виконавчих механізмів і приводних двигунів.

Усі використовувані в системі автоматизації вимірювальні перетворювачі дискретні. Вони виконують, як правило, функції аварійної сигналізації і керування.

Функціональну схему технологічного процесу виробництва яблучного соку з позначенням приладів і пульта керування показано на рис. 2.2.

Відповідно до прийнятої технології виробництва освітленого яблучного соку та керуючись розробленими вимогами до системи автоматизації було прийняте рішення встановити рідинні датчики рівня в збірниках 2, 5, 8, та датчики температури в системі підігріву води пастеризаційно-охолоджувальної установки 4 (див. рис. 2.2).

Всі передбачені для контролю параметрів в лінії технічні засоби автоматизації повинні бути залучені до електричної принципальної схеми автоматичного управління технологічним процесом виробництва яблучного соку.

Для контролю за нижнім рівнем рідини в збірниках 2 і 5 та верхнім рівнем в збірниках 5 і 8 вибираємо ємнісні датчики рівня рідини ЕСУ-1М з похибкою при вимірюванні $\pm 3\%$. Вихідним сигналом являється один перекидний контакт [22].

Для контролю за температурою води у пастеризаційно-охолоджувальній установці на рівні 130°C та для запобігання закипання води вибираємо біметалеві датчики температури ТР-200. Вихідним сигналом датчика є контакт.

Проаналізувавши параметри які необхідно контролювати, обираємо датчики, технічні характеристики яких зводимо до таблиць 5.1 -5.3 [22].

Таблиця 5.1. Технічна характеристика ємнісного датчика рівня

Тип	Чутливий елемент	Кіл. шт.	Робочий діапазон	Похибка вимірювання, мм	Вихідний сигнал
ЕСУ-1М	ємнісний	4	0 – 20м	± 3 мм	контакт

Таблиця 5.2. Технічна характеристика датчика температури

Тип	Контрольований параметр	Кіл. шт.	Температура контрольованої рідини, $^{\circ}\text{C}$	Похибка вимірювання, $^{\circ}\text{C}$
ТР 200М	температура	2	0 - 200	$\pm(0,25+0,0035t)$

Таблиця 5.3. Технічна характеристика датчика тиску

Тип	Контрольований параметр	Кіл. шт.	Робоче середовище	Похибка вимірювання %	Тиск контрольованої рідини, МПа
МИДА-ДИ-13П	тиск	1	рідина	± 0,15	0-25

5.2. Розробка алгоритму автоматизації технологічного процесу

Алгоритм функціонування системи автоматизації представляємо у вигляді відповідної блок-схеми, показаної на рис. 5.1, яка відображає покрокове формування та реалізацію присутніх в даному процесі операцій у вигляді оптимізації часу обробки сировини, контролю та аналізу контрольованих параметрів, формування і реалізації керуючих впливів. Це, в свою чергу, дає можливість виробляти якісний продукт відповідно до стандартів.

На основі аналізу умов роботи технологічного обладнання, виявлених законів та критеріїв керування об'єктом, а також вимог, які висуваються до точності стабілізації, контролю технологічних параметрів, до якості регулювання та надійності складаємо функціональну схему автоматизації, яка представлена на рис. 2.2.

Схему функціональну складено відповідно до СТ СЭВ 4723-84 і СТ СЭВ 3334-81, умовні позначення приладів та засобів автоматизації виконано відповідно ГОСТ 2.701-2008 .

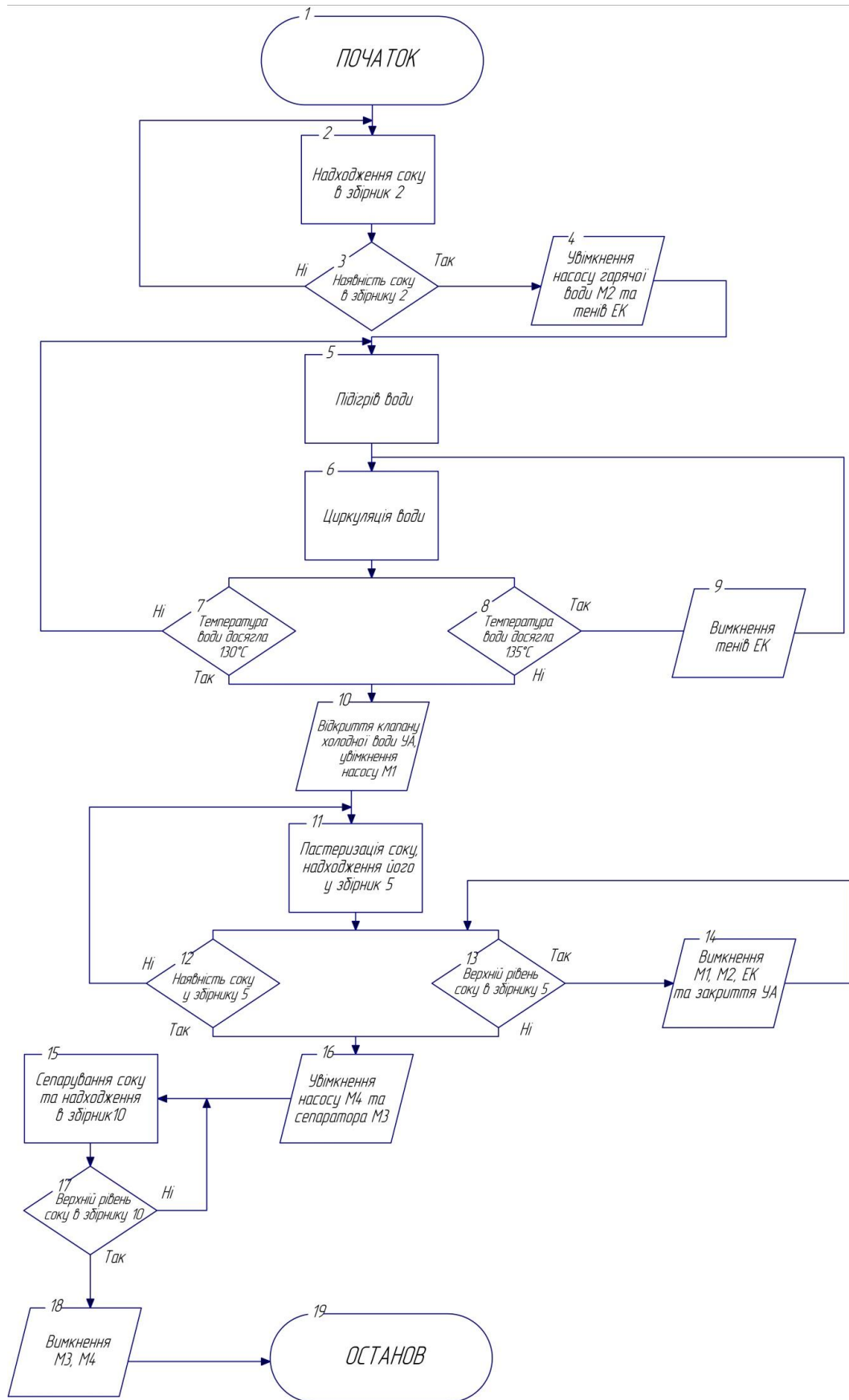


Рис. 5.1. Алгоритм автоматизованого керування лінією виробництва яблучного соку

5.3. Розробка електричної принципальної схеми автоматичного керування технологічним процесом виробництва яблучного соку

Для автоматичного керування процесом термічної обробки яблучного соку шляхом його швидкого нагріву з послідуєчим швидким охолодження, та з урахуванням висунутих вимог до процесу автоматизації, складеної функціональної схеми, розроблена електрична принципальна схема, яка представлена на рис. 5.2 [7, 16].

Принципальні електричні схеми призначені для повного відображення взаємозв'язків пристроїв з урахуванням принципів їх дії і послідовності роботи. На принципальних електричних схемах електричні елементи зображують за допомогою умовних позначень, а також вказують лінії зв'язків між ними, блоками та модулями. На схемі, також, розміщується наступна інформація: умовне зображення принципу роботи функціональних вузлів, пояснювальні написи, частини окремих елементів, діаграми переключення контактів, а також перелік використовуваних в даній схемі пристроїв.

При розробці системи автоматизації процесу яблучного соку з урахуванням прийнятої технології і загальних принципів створення автоматизованих систем, висуваємо наступні вимоги [4]:

- порядок увімкнення машин має відбуватися відповідно до прийнятої технологічної схеми;
- необхідно впровадити до схеми світлову сигналізацію роботи технологічних машин;
- слід забезпечити контроль наявності яблучного соку з у збірниках 2 і 5;
- необхідно забезпечити контроль верхнього рівня яблучного соку у збірниках 5 і 8;

- необхідно забезпечити контроль тиску гарячої води 0,4МПа при пастеризації;
- для дотримання вимог технологічного процесу забезпечити контроль за температурою води пастеризаційно-охолоджувальної установки не менше 130°C.

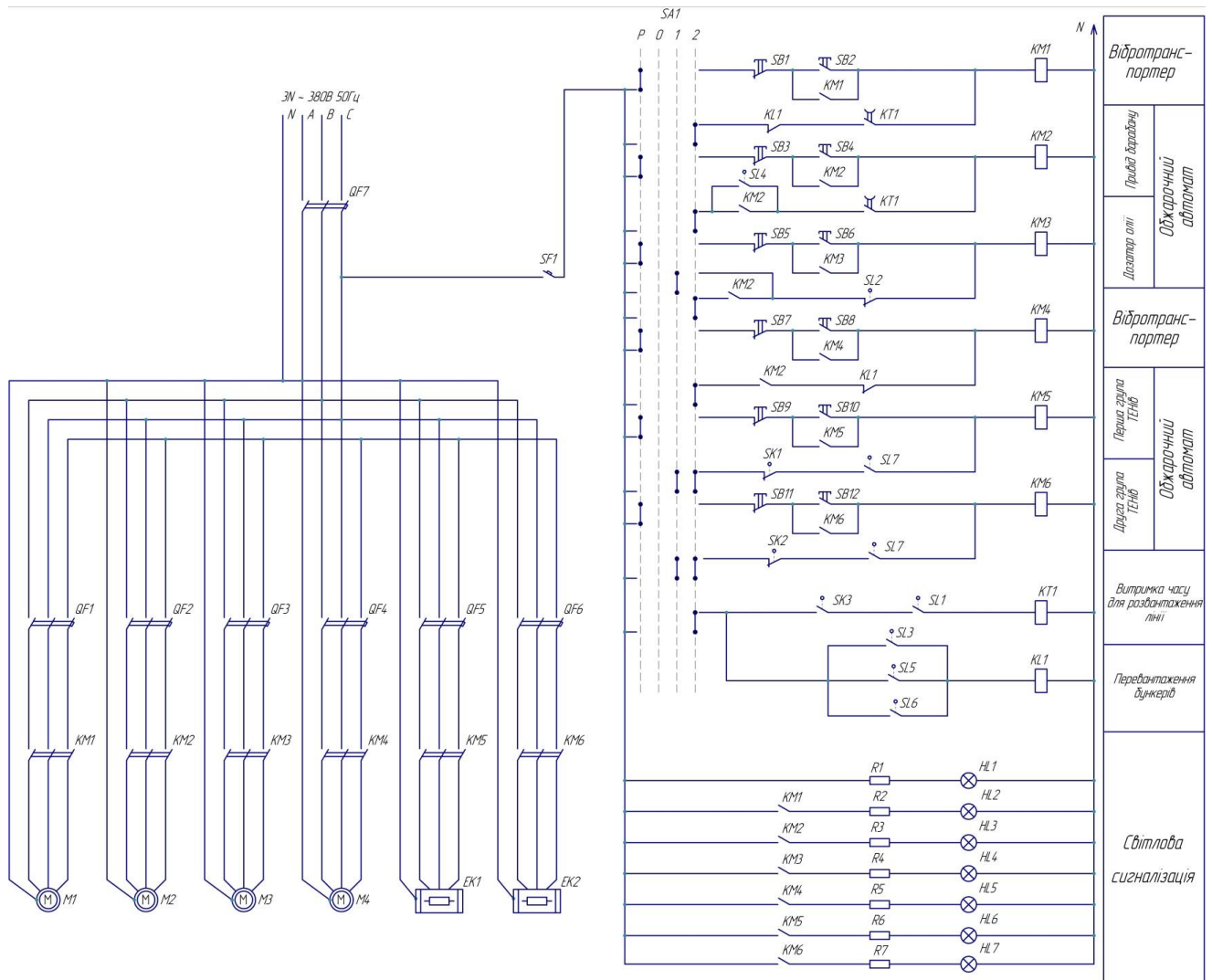


Рис. 5.2. Принципіальна електрична схема системи автоматизованого керування лінією виробництва яблучного соку

Схема електрична принципіальна передбачає роботу у двох режимах: ручному та автоматичному. Для здійснення технологічного процесу виробництва яблучного соку використовується лише автоматичний режим.

Ручний режим використовується для наладки роботи лінії та промивки технологічних машин від залишків продукції.

Живлення силові електроприймачі отримують через автоматичні вимикачі QF3, QF4, QF5, QF6, QF7. Після замикання контактів останніх, отримують живлення нерухомі контакти магнітних пускачів КМ1, КМ2, КМ3, КМ4, КМ5, які при спрацюванні подадуть живлення на відповідні струмоприймачі: електродвигуни М1, М2, М3, М4 та нагрівач ЕК.

Силові електроприймачі захищені відповідними автоматичними вимикачами QF3–QF7, а схема керування однополюсним автоматичним вимикачем SF.

В ручному режимі схема працює наступним чином: при наявності живлення пакетний перемикач SA переводимо в положення “Р”, за рахунок чого отримують живлення всі ланцюги кнопкових станцій SB1– SB12. При натисканні на кнопку SB2 отримує живлення котушка магнітного пускача КМ1, яка втягнувши осердя блокує контакт, виконавши шунтування кнопки та замкнувши свої силові контакти увімкне електродвигун М1 (привід насосу соку з м’якоттю).

Зупинка двигуна М1 здійснюється натисканням кнопки SB1. Керування іншими струмоприймачами здійснюється аналогічно, при натисканні відповідних кнопок: SB3, SB4 – двигун М2 (привід насосу гарячої води); SB5, SB6 – двигун М3 (привід сепаратору); SB7, SB8 – двигун М4 (привід насосу сепарованого соку). Кнопками SB9, SB10 – електронагрівач ЕК (нагрів води для пастеризації соку). Кнопками SB11, SB12 – електромагнітний клапан УА (подача охолодженої води для пастеризації соку).

Для роботи схеми керування в автоматичному режимі необхідно перевести ручний перемикач SA в положення “А” – автоматизоване управління лінією. При наявності соку з м’якоттю у збірнику 2 контакт

датчика нижнього рівня SL1 буде замкнений і відповідно після переведення схеми в автоматичний режим через замкнений контакт SL1 і KL2 отримає живлення котушка магнітного пускача KM2, втягнувши ярмо своїми силовими контактами увімкне електродвигун M2 (привід насоса води для пастеризації 9), а допоміжними контактами подасть живлення на котушку магнітного пускача KM5, який увімкне ТЕНи для нагріву води. Вода циркулює по замкненому контуру і підігрівається до тих пір, поки не досягне температури 130°C. Після цього спрацює датчик температури SK1 і замкнувши свій контакт подасть живлення на проміжне реле KL1, цим самим відкриє електромагнітний клапан YA холодної води і увімкне двигун M1 – насос соку з м'якоттю. Сік почне проходити через пастеризатор (при підвищенні температури води більше 135°C спрацює SK2 і за допомогою KL3 відключить ТЕНи) і надходити у збірник 5 до тих пір, поки не досягне верхнього допустимого рівня. При цьому спрацює датчик рівня SL2 і подасть живлення на проміжне реле KL2, яке знеструмить котушку KM2 та KL1 і тим самим закриє електромагнітний клапан YA та зупинить M1. Розімкнувши свої контакти магнітний пускач KM2 вимкне насос циркуляції гарячої води M2 і KM5 – нагрівач води EK.

При наявності пастеризованого яблучного соку у збірнику 5 датчик нижнього рівня SL3 замкнеться, увімкне магнітний пускач KM4, який увімкне двигун M4 насосу сепарованого соку 7 і увімкнувши KM3 увімкне двигун M3 приводу сепаратора. Сік після сепарування буде надходити у збірник 16 до досягнення верхнього допустимого рівня, після цього спрацює датчик рівня SL4 і розімкнувши свій контакт в колі живлення KM4 зупиниться двигун насоса M4 і сепаратора M3.

При закінченні соку з м'якоттю у збірнику 2 розімкнеться контакт датчика рівня SL1, який знеструмить KM2 при цьому зупиниться M2 і знеструмиться KM5 (нагрівач EK) та насос M1.

При закінченні пастеризованого соку у збірнику 5 розімкнеться контакт датчика нижнього рівня SL3, який знеструмить KM4, при цьому зупиниться M4 (насос сепарованого соку) і знеструмиться KM3 – зупиниться електродвигун M3 сепаратора.

При модернізації схеми керування для підвищення температури теплоносія (води) встановлено підпірні клапани 12 для підвищення тиску. Тому для контролю тиску в сорочці гарячої води додатково встановлюємо датчик тиску. Тоді при зменшенні тиску нижче 0,4МПа SP замкне свої контакти і увімкне KL4. Проміжне реле KL4 вимкне магнітний пускач KM5 (нагрівальний блок) і KM1 (насос соку) і увімкне звукову сигналізацію HA, розташовану в приміщенні диспетчерської. Решта машин працюватиме в залежності від датчиків рівня, встановлених в проміжних ємностях 5 і 8.

Про роботу чотирьох електродвигунів та нагрівального блоку вказує сигнальна арматура HL1–HL6, про наявність напруги у схемі керування вказує сигнальна лампа HL7.

5.4. Складання специфікації на матеріали та обладнання

Специфікація — технічний документ в якому зазначено назви частин, вузлів і деталей певного виробу, а також вказано їх кількість, матеріал тощо.

На основі вибраних елементів розробленої електричної принципальної схеми складаємо специфікацію на всі електричні матеріали та електричне обладнання, яка приведена в таблиці 5.4.

Таблиця 4.4 – Специфікація на матеріали та обладнання

Поз. позн.	Найменування	Кільк.	Примітка
1	2	3	4
A1	Шафа розподільча ШР-11-73505-54У3,		

1	2	3	4
	ТУ 16.536.506 –76	1	
A2	Шафа керування Ш5926-4674У3,		1
	ТУ16-536.125-82	1	
	Електродвигуни		
M1; M2	АИР80В4У3, ТУ16-525.564-84	2	$P_H = 1,5 \text{ кВт}$
M3	АИР112М2У3, ТУ16-535.571-84	1	$P_H = 7,5 \text{ кВт}$
M4	АИР80А2У3, ТУ16-525.564-84	1	$P_H = 1,5 \text{ кВт}$
EK	ТЕНи ЭТ-160	6	$P_H = 1,5 \text{ кВт}$
	Автоматичні вимикачі		
QF1	ВА51-31-34, ТУ16-522.157-83	1	$I_{H \text{ тр}} = 40 \text{ А}$
QF3; QF4; QF6	ВА51Г-25-34, ТУ16-522.157-83	3	$I_{H \text{ тр}} = 4,0 \text{ А}$
QF5	ВА51Г-25-34, ТУ16-522.157-83	1	$I_{H \text{ тр}} = 16,0 \text{ А}$
QF7	ВА51-25-34, ТУ16-522.157-83	1	$I_{H \text{ тр}} = 16,0 \text{ А}$
SF	ВА14-26-14, ТУ 16-641.004-83	1	$I_{H \text{ тр}} = 16 \text{ А}$
KL1...KL4	Реле проміжне РП 21-002УХЛ4,		
	ТУ 16.523.593-80	4	
	Магнітні пускачі		
KM1, KM2, KM4	ПМЛ 110604, ТУ16-644.001-83	3	$U_{H \text{ к}} = 220 \text{ В}$
KM3, KM5	ПМЛ 210604, ТУ16-644.001-83	2	$U_{H \text{ к}} = 220 \text{ В}$
	Кнопкові пости		
SB1- SB12	ПКЕ-112-2У3, ТУ 16-642.006-83	6	
SA	Перемикач універсальний ПКП-25,		
	ТУ 16-642.046-86	1	
SL1...SL4	Ємнісні датчики рівня ЕСУ-1М	4	
SK1, SK2	Біметалеві датчики температури ТР-200	2	
SP	Датчик тиску МИДА-ДИ-13П	1	
	Сигнальна арматура		
HL1- HL7	АС 220/12, ТУ 16-535.930-76	7	

5.5. Визначення надійності та якості роботи автоматичної системи керування

При проектуванні системи автоматизації необхідно розробляти такі системи, які мають задані технічні характеристики і забезпечують необхідну надійність у процесі їх експлуатації.

Якщо на стадії проектування не врахувати надійність, то в реальних умовах схема керування може стати непрацездатною. До того ж, навіть найкращі, з точки зору технічних показників, системи автоматизації не виключають виникнення відмов у роботі.

Будь-який технічний пристрій або система керування можуть бути об'єктами досліджень теорії надійності у тому випадку, коли вони знаходяться у двох взаємовиключних станах – відмови і працездатності.

Надійність визначають як властивість об'єкту виконувати задані функції, зберігаючи у часі значення установлених експлуатаційних показників в заданих межах.

Питання надійності функціонування окремих елементів і системи регламентуються ГОСТ 27.002-83 «Надійність у техніці, терміни та визначення».

До основного поняття теорії надійності належить відмова – повна або часткова втрата працездатності, порушення нормального функціонування об'єкту у результаті чого його характеристики перестають задовольняти умовам.

Існують відмови трьох видів:

- робочі (за рахунок невідпрацьованої технології і відсутності контролю виробів у процесі їх виробництва);
- зносіві (в результаті застарілості окремих компонентів виробу);
- раптові (виникають випадково, тому виключити їх нелегко).

У відповідності з ГОСТ 27.002-83 надійність – це комплексна властивість, яка в залежності від призначення об'єкта і умов його

експлуатації може включати безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність і збереження або визначений збіг їх властивостей як для системи, так і для її частин. До кількісних показників надійності відносять ймовірність безвідмовної роботи, інтенсивність відмов, час напрацювання на відмову, середній строк служби, середній час відновлення, середній термін експлуатації, коефіцієнт готовності об'єкта тощо [24].

Інтенсивність відмов $\lambda(t)$ - величина, яка визначається як імовірність виникнення відмови виробу у одиницю часу після даного моменту при умові, що відмова до цього не виникала.

Однією з найважливіших вимог до системи автоматизації технологічних процесів є надійність роботи обладнання, до яких належить:

- строк служби обладнання;
- надійність та можливість безвідмовної роботи.

Заводи-виготовлювачі електричного обладнання сільсько-господарського призначення гарантують строк служби обладнання не менше двох років, але не більше 2,5 з дня його відвантаження, за умов дотримання передбачених умов експлуатації.

Імовірність безвідмовної роботи будь якої автоматизованої системи керування залежить від надійності складових елементів, які входять до неї, і визначається за формулою [7, 16]:

$$P_{(t)} = e^{-\sum_1^n \lambda_i kt}, \quad (5.1)$$

де λ - інтенсивність відмов кожного елемента;

k - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив навколишнього середовища, $k = 1$ для нормальних умов [2];

t - час роботи схеми, $t = 10000$ год.

Інтенсивність відмов λ визначається за формулою:

$$\lambda = n \cdot \lambda_i, \quad (5.2)$$

де n - кількість однотипних елементів;

λ_i , - інтенсивність відмов i -го елемента.

Час безвідмовної роботи схеми:

$$T = \frac{1}{\sum_1^n \lambda_i}. \quad (5.3)$$

Як вихідні дані використовуємо схему електричну принципіальну. Всі її елементи розбиваємо на однотипні групи і визначаємо для кожного елемента інтенсивність відмов, таблиця 5.5.

Таблиця 5.5 – Інтенсивність відмов елементів схеми автоматизації технологічного процесу

Назва елемента	Число однотипних елементів	Інтенсивність відмов елементів i -го типу, λ 1/год.	Загальна інтенсивність, λ 1/год.
Реле загальні	3	$2,50 \cdot 10^{-6}$	$7,5 \cdot 10^{-6}$
Вимикачі:			
автоматичні	7	$0,185 \cdot 10^{-6}$	$1,295 \cdot 10^{-6}$
кнопокві	12	$0,063 \cdot 10^{-6}$	$0,756 \cdot 10^{-6}$
пакетні	1	$0,175 \cdot 10^{-6}$	$0,175 \cdot 10^{-6}$
Контакти (замикаючі, розмикаючі)	20	$0,250 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-6}$
Резистори	7	$0,030 \cdot 10^{-6}$	$0,21 \cdot 10^{-6}$
Лампи розжарювання	7	$0,625 \cdot 10^{-6}$	$4,375 \cdot 10^{-6}$
Контакти датчиків	6	$0,250 \cdot 10^{-6}$	$1,5 \cdot 10^{-6}$
Інтенсивність відмов усієї схеми			$20,811 \cdot 10^{-6}$

Розраховуємо імовірність безвідмовної роботи:

$$P(t) = e^{-0,000020811 \cdot 1 \cdot 10000} = 0,81263$$

Час безвідмовної роботи схеми:

$$T = \frac{1}{20,811 \cdot 10^{-6}} = 48051,52 \text{ год}$$

Розрахункові показники відповідають середньостатистичним.

Отже, відповідно до проведених розрахунків можна зробити висновок, що показники надійності системи керування відповідають середнім показникам надійності промислових засобів автоматизації і, таким чином, система керування буде надійною в експлуатації.

Висновки до розділу 5

Розділ 5 присвячено розробці автоматизованої системи керування лінією виробництва яблучного соку. Для цього розроблено алгоритм автоматизованого керування лінією виробництва яблучного соку. Для автоматичного керування процесом термічної обробки яблучного соку шляхом його швидкого нагріву з послідуєчим швидким охолодження, та з урахуванням висунутих вимог до процесу автоматизації і складеної функціональної схеми, розроблена електрична принципіальна схема. На основі вибраних елементів електричної принципіальної схеми складено специфікацію на всі електричні матеріали та електричне обладнання.

Проведено визначення надійності та якості роботи автоматичної системи керування за показником імовірність безвідмовної роботи. Розрахунками підтверджено, що показники надійності системи керування відповідають середнім показникам надійності промислових засобів автоматизації.

6. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

6.1. Система управління охороною праці на виробництві

Система управління охороною праці (СУОП) на виробництві - це сукупність взаємопов'язаних правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних рішень, спрямованих на попередження аварій, нещасних випадків, професійних захворювань, а також засобів, які забезпечують збереження життя, здоров'я та працездатність людини в процесі праці [6].

Метою впровадження СУОП є безпечні і нешкідливі умови праці на всіх виробничих процесах. При цьому мусить забезпечуватись не лише своєчасне усунення будь-яких порушень нормативних актів з охорони праці, а і завчасне попередження можливості їх виникнення.

Система управління охороною праці - це багатоступенева, багаторівнева система, яка включає наступні рівні управління охороною праці:

- міністерство - галузь (керівництво, відділ охорони праці, науково-технічний відділ);
- об'єднання - комбінати (керівництво, відділ охорони праці, науково-технічний відділ);
- виробничі підприємства, організації (керівництво, відділ або служба охорони праці, науково-технічний відділ);
- цеха, відділення, філії (керівництво, інженер з охорони праці, спеціалісти);
- робоче місце (виконавець-керівник лінійних служб, працівники).

Система управління охороною праці керується відповідними законодавчими і нормативними актами, вона передбачає опрацювання і затвердження роботодавцем (керівником) окремих нормативних документів: положень та інструкцій з питань охорони праці, що є обов'язковими для виконання на підприємстві.

Для забезпечення безпеки працівників від дії технологічного устаткування, засобів зв'язку і оргтехніки, електротехнічних і вентиляційних установок, систем тепло-, водо- і газопостачання, будівельної техніки, транспортних засобів, підйимально-транспортних машин і механізмів, які використовуються або запроваджуються в експлуатацію, здійснюють:

- призначення осіб, відповідальних за утримання цього устаткування в належному стані;
- завчасний контроль устаткування на відповідність вимогам норм і правил безпеки праці, за наявності сертифікатів;
- вивчення проектної та технічної документації, визначення заходів безпечної експлуатації устаткування у відповідних інструкціях;
- встановлення порядку введення в експлуатацію нового устаткування або такого, що пройшло ремонт після відпрацьованого амортизаційного терміну;
- своєчасне навчання персоналу, який обслуговує, використовує устаткування;
- організацію своєчасного проведення ремонтів і випробувань згідно зі встановленими нормативами.

Виробничі приміщення, інженерні мережі, які вводяться в експлуатацію після будівництва або реконструкції, повинні відповідати вимогам відповідних актів з охорони праці.

Забезпечення санітарно-гігієнічних умов праці на робочих місцях у відповідності до нормативів, встановлених Міністерством охорони здоров'я і Міністерством праці і соціальної політики України, здійснюється за результатами атестації робочих місць і паспортизації їх санітарно-технічного стану.

Оцінка фактичного стану умов праці за ступенем шкідливості та безпеки проводиться на основі гігієнічної класифікації умов праці за показниками важливості та безпечності факторів виробничого середовища, важкості і напруженості виробничого процесу.

Нормалізація санітарно-гігієнічних умов праці досягається усуненням причин виникнення і використання ефективних засобів захисту; вдосконаленням устаткування, механізацією і автоматизацією виробничих процесів; вентиляцією, освітленням виробничих приміщень, а також своєчасним забезпеченням працівників засобами захисту, спеціальним одягом і іншими засобами індивідуального захисту, встановлення чіткого порядку їх видачі, використання та зберігання.

Оптимальний режим праці і відпочинку для працівників встановлюється з урахуванням специфіки їх роботи, фізичного і нервово-емоційного навантаження, психофізіологічної характеристики праці.

Надання працівникам особливих режимів праці та відпочинку згідно нормативами, встановленими Міністерством праці та соціальної політики, передбачається колективним договором.

Лікувально-профілактичне обслуговування працівників, зайнятих на виконанні робіт з використанням речовин 1-4 класів небезпеки, проводиться відповідно до нормативних актів з охорони праці.

Професіональний добір встановлює фізичну і психофізіологічну придатність працівників окремих спеціальностей до можливості безпечного виконання робіт.

Робота з охорони праці здійснюється у відповідності з перспективним і поточним планами створення безпечних і нешкідливих умов праці, в яких визначені задачі підприємству в цілому і окремим структурним підрозділам, а також керівникам і спеціалістам.

Планування робіт здійснюється на основі:

- заходів, які забезпечують досягнення встановлених нормативів безпеки праці, гігієни праці та виробничого середовища;
- заходів, передбачених колективним договором;
- заходів по усуненню недоліків, виявлених при розслідуванні нещасних випадків, професійних захворювань і аварій.

Стимулювання роботи з охорони праці, направлене на підвищення зацікавленості працівників у забезпеченні безпечних умов праці, здійснюється відповідно до Положення на підприємстві, в якому визначені конкретні показники, умови, види і форми заохочення за активну участь і ініціативу в реалізації заходів з підвищення безпеки праці і за роботу без порушень правил безпеки, а також заходи впливу на порушників.

Комбінована структура системи керування охороною праці на підприємстві представлена на рис. 6.1.

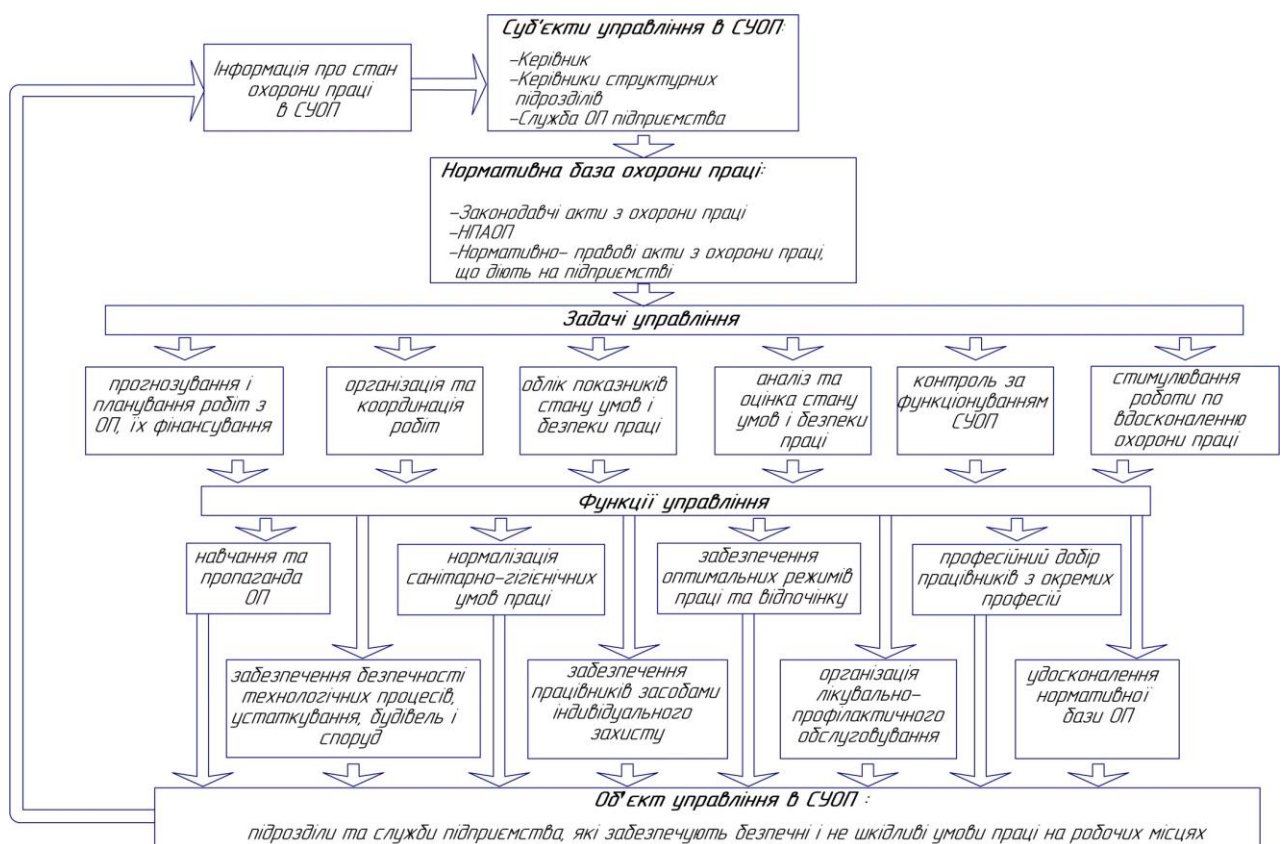


Рис. 6.1. Комбінована структура системи керування охороною праці на підприємстві

Відповідальність за стан охорони праці на підприємстві несуть:

- керівник (роботодавець) підприємства - за підприємство в цілому;
- керівники структурних підрозділів - у структурних підрозділах;

- безпосередні керівники робіт - на робочому місці.

Керівник підприємства повинен визначити і внести до посадових інструкцій обов'язки з питань охорони праці для всіх своїх заступників, начальників відділів і служб, які йому безпосередньо підлеглі.

Для проведення організаційно-методичної роботи з управління охороною праці та координації діяльності всіх структурних підрозділів відносно забезпечення на робочих місцях в кожному структурному підрозділі умов праці відповідно нормативно-правовим актам, дотримання законодавства відносно прав працівників на підприємстві з кількістю працівників 50 осіб і більше, керівник (роботодавець) підприємства створює у відповідності з Типовим положенням службу з охорони праці, яка підпорядковується безпосередньо йому.

На підприємствах, де працює менше 50 працівників, функції служби охорони праці можуть виконувати в порядку сумісництва особи, які мають відповідну підготовку.

На підприємствах з кількістю працюючих менше 20 осіб для виконання функції служби охорони праці можуть залучатись сторонні фахівці, які мають відповідну підготовку.

На службу охорони праці на підприємстві покладено виконання таких функцій [28]:

- розробка цілісної ефективної програми охорони праці на підприємстві;
- оперативно-методичне керівництво охороною праці на підприємстві;
- розробка заходів для досягнення нормативів охорони і гігієни праці;
- проведення ввідного інструктажу та контроль за проведенням інструктажів на виробництві;
- забезпечення робітників необхідними інструкціями і нормативними документами з питань охорони праці;

- паспортизація цехів, робочих місць;
- облік і аналіз нещасних випадків, професійних захворювань, аварій і підготовка статистичних звітів з питань охорони праці;
- розробка поточних і перспективних планів, проведення конкурсів-оглядів з питань охорони праці;
- підвищення кваліфікації і перевірка знань з охорони праці.

Згідно зі ст. 18 Закону України "Про охорону праці" усі працівники при прийнятті на роботу й у процесі роботи проходять на підприємстві інструктаж (навчання) з питань охорони праці, надання першої медичної допомоги потерпілим у разі нещасних випадків, з правил поведінки в аварійній ситуації згідно з Типовим положенням про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці та переліку робіт з підвищеною небезпекою затвердженою наказом Держнаглядохоронпраці від 26.01.2005 р. №15.

До кола обов'язків власника підприємства входить організація навчання, перевірка знань і проведення інструктажу з питань охорони праці для всіх працівників при прийнятті на роботу й у процесі роботи, в тому числі й у випадках переведення працівника на іншу роботу на тому ж підприємстві.

На підприємствах на основі цього Типового положення й з урахуванням специфіки виробництва та вимог галузевих нормативних актів про охорону праці розробляються і затверджуються їх власниками відповідні положення підприємств та щорічні плани-графіки навчання і перевірки знань працівників з охорони праці, з якими усі вони мають бути ознайомлені. Відповідальність за організацію цієї роботи на підприємстві покладається на його власника, а у структурних підрозділах - на керівників цих підрозділів. Загальна структурна схема СУОП підприємства приведена в графічній частині роботи.

6.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Стійкість роботи об'єкта - це здатність його в надзвичайних ситуаціях випускати продукцію у запланованому обсязі, необхідної номенклатури і відповідної якості, а у випадку впливу на об'єкт вражаючих факторів, стихійних лих та виробничих аварій - у мінімально короткі строки відновити своє виробництво .

Залежить вона від таких основних факторів:

- розміщення об'єкта відносно великих міст, об'єктів атомної енергетики, хімічної промисловості, великих гідротехнічних споруд, військових об'єктів та ін.;
- природнокліматичних умов, технології виробництва;
- надійності захисту працюючих, населення від впливу вражаючих факторів, наслідків стихійних лих і виробничих аварій, катастроф;
- надійності системи постачання об'єкта всім необхідним для виробництва продукції (паливом, мастилами, електроенергією, газом, водою, хімічними засобами захисту рослин, ветеринарними засобами, мінеральними добривами, запасними частинами, технікою та ін.);
- здатності інженерно-технічного комплексу протистояти надзвичайним ситуаціям;
- стійкості управління виробництвом і ЦЗ, психологічної підготовленості керівного складу, спеціалістів і населення до дій в екстремальних умовах;
- навченості керівного складу ЦЗ об'єкта і населення правильно виконувати комплекс заходів цивільного захисту;
- масштабів і ступеня вражаючої дії стихійного лиха, виробничої аварії, катастрофи чи зброї і підготовленість об'єкта до ведення рятувальних та інших невідкладних робіт для відновлення порушеного виробництва.

Пожежна безпека виробництва визначається технологічним процесом, матеріалами які застосовуються у виробництві та готовою продукцією. За пожежною безпекою технологічного процесу всі об'єкти поділяються на п'ять категорій: А, Б, В, Г, Д.

Категорія А - склади бензину; приміщення стаціонарних кислотних і лужних акумуляторних установок.

Категорія Б - цехи приготування і транспортування деревного борошна; розмельні відділи млинів; цехи виготовлення цукрової пудри; мазутне господарство електростанцій.

Категорія В - лісопильні, деревообробні, столярні, меблеві, бондарні й лісотарні цехи; цехи текстильної і паперової промисловості; заводи сухої первинної обробки льону, конопель і луб'яних волокон; зерноочисні відділення млинів і зернові елеватори; склади паливно-мастильних матеріалів; відкриті склади мастил і мастильне господарство електростанцій; закриті склади вугілля.

Категорія Г- кузні; зварні цехи; приміщення двигунів внутрішнього згорання; головні корпуси електростанцій; розподільне обладнання з вимикачами й апаратурою з вмістом мастила 60 кг і менше в одиниці обладнання; високовольтні лабораторії; котельні»

Категорія Д - цехи переробки м'ясних, рибних, молочних продуктів; насосне й водоприймальне обладнання електростанцій; насосні станції для перекачування негорючих рідин.

До категорій А, Б і В не належать виробництва, в яких горючі рідини; гази і пари спалюються як паливо, а також виробництва, в яких технологічний процес протікає із застосуванням відкритого вогню. Склади поділяються на категорії відповідно до пожежної безпеки матеріалів що знаходяться на них стосовно вказівок даних категорій.

Під пожежною безпекою об'єкта розуміють такий його стан, за якого з регламентованою імовірністю виключається можливість виникнення і розвитку пожежі та впливу на людей небезпечних чинників пожежі, а також забезпечується захист матеріальних цінностей.

Забезпечення пожежної безпеки об'єкта досить складне і багатоаспектне завдання, тому до його вирішення необхідно підходити комплексно.

Основними системами комплексу заходів та засобів щодо забезпечення пожежної безпеки об'єкта є:

- система запобігання пожежі;
- система протипожежного захисту;
- система організаційно-технічних заходів.

Організаційні заходи пожежної безпеки передбачають: організацію пожежної охорони на об'єкті, проведення навчань з питань пожежної безпеки (включаючи інструктажі та пожежно-технічні мінімуми), застосування наочних засобів протипожежної пропаганди та агітації, організацією ДПД та ПТК, проведення перевірок, оглядів стану пожежної безпеки приміщень, будівель, об'єкта в цілому.

До технічних заходів належать: суворе дотримання правил і норм, визначених чинними нормативними документами при реконструкції приміщень, будівель та об'єктів, технічному переоснащенні виробництва, експлуатації чи можливого переобладнанні електромереж, опалення, вентиляції, освітлення і т. п.

Заходи режимного характеру передбачають заборону куріння та застосування відкритого вогню в недозволених місцях, недопущення появи сторонніх осіб у вибухонебезпечних приміщеннях чи об'єктах, регламентацію пожежної безпеки при проведенні вогневих робіт тощо.

Експлуатаційні заходи охоплюють своєчасне проведення профілактичних оглядів, випробувань, ремонтів технологічного та допоміжного устаткування, а також інженерного господарства (електромереж, електроустановок, опалення, вентиляції).

Висновки до розділу 6

Запропоновані засоби та заходи з охорони праці, які спрямовані на виключення травматизму та зниження загальних та професійних захворювань, зменшення вірогідності появи надзвичайних ситуацій при виробництві соків, підвищення культури виробництва та росту продуктивності праці робітників. Приведена комбінована структура системи керування охороною праці на підприємстві.

ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

На підставі приведеного аналізу господарчої діяльності ТОВ «Агрокомплекс «Зелена долина», стану його електрифікації та автоматизації, а також вивчення технологічних процесів було прийняте рішення про виробництво яблучного соку. На основі проведенного аналізу процесів та технології виробництва яблучного соку була обґрунтована необхідність модернізації лінії шляхом впровадження установки для високотемпературної стерилізації в потоці.

Проведено теоретичне дослідження способів пригнічення мікрофлори та мікробіологічного складу соків при їх температурній обробці. Зроблено висновок про необхідність здійснення контролю параметрів технологічного процесу з метою отримання якісного та поживного продукту.

Проаналізовано існуючі технологічні лінії з сучасним модернізованим обладнанням. У роботі проведено вибір технологічного та електросилового обладнання лінії. Для приводу технологічних робочих машин, виконано перевірочний розрахунок електродвигунів робочих машин за умовами пускового, мінімального та максимального моментів.

На основі розробленої функціональної схеми керування технологічним процесом було виконано вибір пристроїв контролю та керування технологічним процесом, розроблено алгоритм автоматизованого керування технологічним процесом та схему електричну принципову керування лінією виробництва яблучного соку.

Проведений, з використанням методу коефіцієнта використання світлового потоку, розрахунок освітлення для двох приміщень: цеху і побутової кімнати. Для приміщення цеху вибрано лампу типу Г 230-240-1000 з $P_n = 1000$ Вт, $\Phi_n = 18450$ лм. Загальна потужність освітлювальної установки становить 6000 Вт. Для освітлення побутової кімнати вибрано світлодіодну

лампу типу LGA19 3000K LB08E830L0A.E20JWE0, з $P_n = 7,5$ Вт, $\Phi_{л} = 485$ лм.
Установлена потужність освітлювальної установки – 90 Вт.

Для модернізації автоматизованої системи керування лінією виробництва яблучного соку розроблено алгоритм автоматизованого керування. Для автоматичного керування процесом термічної обробки яблучного соку, шляхом його швидкого нагріву з наступним швидким охолодження, та з урахуванням висунутих вимог до процесу автоматизації і складеної функціональної схеми, розроблена електрична принципіальна схема.

Підтверджено, що показники надійності системи керування відповідають середнім показникам надійності промислових засобів автоматизації. Використання результатів дослідження дозволить зменшити витрати електроенергії, покращити умови праці обслуговуючого персоналу, отримувати додаткову виручку від реалізації більш якісної продукції.

Запропоновані засоби та заходи з охорони праці сприятимуть виключенню травматизму та зниженню загальних та професійних захворювань, зменшенню вірогідності появи надзвичайних ситуацій при виробництві соків, підвищенню культури виробництва та росту продуктивності праці робітників.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Белянчиков Н. Н. Механизация технологических процессов / Н.Н. Белянчиков, И.П. Белеов. - М.: Агропромиздат, 1989. – 404 с.
3. Видмиш А.А. Теорія електропривода. Курсове та дипломне проектування. Самостійна та індивідуальна робота студентів: навч. Посіб./ А.А. Видмиш, С.М. Бабій, В.В. Петрусь. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 101 с.
4. Вельтищев В. Н. Расчет и конструирование машин и аппаратов пищевых производств /В.Н. Вельтищев, Ю.А. Калошин, Ю.В.Зуева. - М.: МГУТУ, 2007. - 32с.
5. Гончар В. Ф. Електрообладнання і автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок. - К.: Вища школа, 1989. – 342 с.
6. Грибан В. Г. Охорона праці : навч. посібник / В. Г. Грибан, О. В. Негодченко. – К. :Центр учбової літератури, 2009. – 280 с.
7. Дворецкий С. И. Основы проектирования пищевых производств. / С. И. Дворецкий, Е. В. Хабарова. Учебное пособие. - Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. - 92 с.
8. Довідник сільського електрика/ В.С.Олійник - К.: Урожай, 1989.– 262с.
9. Жемела Г.П. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. / Г. П. Жемела, О.М. Олексюк – Полтава: Терра. 2003.
10. Жулай Є.Л. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній: підручник. / К.:Вища освіта,2001.-288 с.
11. Зотов Б.І., Курдюмов В.І. Безпека життєдіяльності на виробництві. - М.: Колос, 2004. - 432 с.
12. Електропривод і автоматизація: Навчальний посібник / О.Ю.Синявський, П.І Савченко, Ю.М. Лавріненко та ін.; За ред. О.Ю.Синявського. – К.: Аграр Медіа Груп, 2013. – 586 с.

13. Ермолаев С.А. Эксплуатация энергооборудования в сельском хозяйстве / С.А. Ермолаев, Е.П. Масюткин, В.Ф. Яковлев (под ред. С.А. Ермолаева) Учебник. – Н.:Фирма «Инкос», 2005 – 670 с.
14. Калетнік Г.М. Практична реалізація державної політики у сфері вищої освіти та положень нового закону "про вищу освіту" в концептуальних засадах підготовки фахівців на базі ННВК "Всеукраїнський науково-навчальний консорціум" / Г.М. Калетнік, І.В. Гунько, Є.А. Кіреєва // Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики, 2016, № 9 С.7-19.
15. Матвійчук В.А. Методичні вказівки по оформленню дипломних робіт магістра для студентів ОКР «Магістр» спеціальності 8.10010101 «Енергетика сільсько-господарського виробництва» та студентів ОС «Магістр» спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка»/ Матвійчук В.А., Стаднік М.І., Рубаненко О.О. .– Вінниця: ВНАУ, 2016. - 63 с.
19. Матвійчук В.А. Технології наукових досліджень. Навч. посібник / Матвійчук В.А., Лежнюк П.Д., Рубаненко О.Є. - Вінниця: ВНАУ, Л 49 2015. - 190 с.
20. Матвійчук В. А. Електротехнології в АПК: навчальний посібник / В. А. Матвійчук, О. Є. Рубаненко, І. П. Стаднійчук. ВНАУ – Вінниця:ТОВ «ТВОРИ», 2020. – 272 с.
21. Матвійчук В. А. Діагностування електрообладнання: навчальний посібник / В. А. Матвійчук, О. Є. Рубаненко, І. О. Гунько. ВНАУ – Вінниця:ТОВ «ТВОРИ», 2020. – 140 с.
22. Мартиненко І. І. Проектування систем електрифікації та автоматизації сільського господарства: Підручник / І. І. Мартиненко, В. П. Лисенко, Л. П. Тищенко, В. С. Лукач. – К.: Вища шк., 1999. – 201с.
23. Машины, оборудование, приборы и средства автоматизации для перерабатывающих отраслей АПК / Каталог. Т.2 – 4. – М.: 1990. – 400 с.

24. Момот В. В. Механизация процессов хранения и переработки плодов и овощей /В. В. Момот. Справочник. – М.: Агропромиздат, 1988. – 271с.
25. Осокіна Н. М., Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва./ Н. М. Осокіна, Г. С. Гайдай Умань – 2005 р.
26. Рогачев И. И. Стерилизация консервов в аппаратах непрерывного действия / Рогачев И. И., Бабарин В. П. - М.: Пищевая промышленность, 1978. - 248 с.
27. Рогачева В. И. Асептическое консервирование плодоовощных продуктов /Рогачева В. И. - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. - 288 с.
28. Русаловський А.В. Правові та організаційні питання охорони праці навч. посібник / А.В. Русаловський. – К. : Центр учбової літератури, 2005– 176 с.
29. Ситников Е. Д. Дипломное проектирование заводов по переработке плодов и овощей / Е.Д. Ситников. - М.: Агропромиздат, 1990. – 320с.
30. Скалецька Л.Ф. Технологія зберігання і переробки продукції рослинництва. / Л.Ф. Скалецька , Т. М Духовська, А.М. Сеньков Практикум. К.: Вища школа 1994 р.
31. Скрипніков Ю. Г. Технологія переробки плодів і ягід / Ю. Г. Скрипніков. Переклад з російської В.К. Сидоренка. Навчальний посібник. - К.: Урожай, 1991. 272с.
32. Скрипников Ю. Г. Оборудование предприятий по хранению и переработке плодов и овощей / Ю. Г. Скрипников, Э. С. Гореньков. – М.: Колос, 1993. – 336 с.
33. Технічна механіка. Підручник. Калетнік Г.М., Булгаков В.М., Черниш О.М., Кравченко І.Є., Солоня О.В., Цуркан О.В. – К.: «Хай-Тек-Прес», 2011. – 340 с.
34. Червінський Л. С. Електричне освітлення та опромінення/ Л. С. Червінський, Л. О. Сторожук// Посібник. – К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2013. – с.

ДОДАТКИ