

Міністерство освіти і науки України

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії

(назва факультету)

Кафедра електричної інженерії

(повна назва кафедри)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

**бакалавр**

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему:

**Розробка системи електропостачання  
продуктової агрофірми**

Виконав: студент 4 курсу, групи ЕТ-41

спеціальності 141

електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Боденчук С. А.  
(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Оробчук Б. Я.  
(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Коваль В. П.  
(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Коваль В. П.  
(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України  
 Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет прикладних інформаційних технологій та електроінженерії  
(повна назва факультету)

Кафедра Електричної інженерії  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
 Завідувач кафедри  
 Коваль В. П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«30» січня 2024 р.

## ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  
(цифри і назва спеціальності)

студенту Бодячуку Сергію Андрійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Розробка системи електропостачання продуктової агрофірми

Керівник роботи: Оробчук Богдан Ярославович, к.т.н. доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, місце зв'язку)

Затверджені наказом ректора від «22» січня 2024 року № 4/7-50

2. Термін подання студентом завершеної роботи: червень 2024 року

3. Вихідні дані до роботи: Існуюча схема електропостачання цеху харчових продуктів, параметри споживачів електричної енергії, технічні характеристики наявного обладнання

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

Вступ

1. Аналітичний розділ

2. Проектно-конструкторський розділ

3. Розрахунковий розділ

4. Безпека життєдіяльності, основи охорони праці

Загальні висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

1. Генеральний план агрофірми «Агропродсервіс»

2. Електропостачання і електрообладнання цеху харчових продуктів

3. Схема освітлювального електрообладнання і електропроводок

4. Загальна схема з'єднань цеху харчових продуктів

5. Схема трансформаторної підстанції

6. Схема електроапарата виробництва соєвого молока

7. Основні характеристики соєвого апарата

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	Гурик О. Я., <del>к.т.н.</del> , доцент		

7. Дата видачі завдання 30 січня 2024 року

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	15.02.2024	
2	Аналітичний розділ	28.02.2024	
3	Розрахунковий розділ	31.03.2024	
4	Проектно-конструкторський розділ	30.04.2024	
5	Безпека життєдіяльності та основи охорони праці	01.06.2024	
6	Висновки	10.06.2024	
7	Оформлення пояснювальної записки	15.06.2024	
8	Оформлення графічної частини	15.06.2024	

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Боденчук С. А.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

**Оробчук Б. Я.**

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Боденчук Сергій Андрійович. Розробка системи електропостачання продуктової агрофірми.

Стор.– 65; рис. - 4; табл. - 7; плакатів - 7; джерел - 37; додатків - 0.

Метою даної кваліфікаційної роботи є розробка системи електропостачання Тернопільського приватного агропромислового підприємства «Агропродсервіс», яке знаходиться в с. Настасів Тернопільського району Тернопільської області.

В аналітичному розділі виконано огляд літератури за тематикою кваліфікаційної роботи.

В розрахунковому розділі приведено характеристика об'єкта господарювання, виконано розрахунок і вибір електроустановок системи вентиляції, системи опалення, системи водопостачання, проведено розрахунок електричних навантажень, вибрано силовий трансформатор, розраховано і вибрано провідники силової мережі та виконано розрахунок струмів короткого замикання.

В проектно-конструкторському розділі описано призначення розробленої установки і її основні характеристики, розроблено пристрій керування установкою для переробки соєвих бобів та розраховано оцінку надійності.

У четвертому розділі кваліфікаційної роботи розглянуто питання охорони праці та безпеки життєдіяльності при роботі з при роботі з технологічним та електротехнічним устаткуванням на агропромислових підприємствах сільськогосподарської галузі.

Ключові слова: ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ЕЛЕКТРИЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ, ВОЛОДОПОСТАЧАЛЬНА УСТАНОВКА, СИСТЕМА ВЕНТИЛЯЦІЇ, ТРАНСФОРМАТОРНА ПІДСТАНЦІЯ, СИЛОВА МЕРЕЖА.

## ЗМІСТ

ВСТУП	6
1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ	10
1.1 Аналіз умов переробки та зберігання вирощеної продукції	10
1.2 Аналіз переробних сільськогосподарських підприємств	12
1.3 Вплив енергетики на роботу агропромислового комплексу	14
2 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ	18
2.1 Аналіз основних характеристик сільськогосподарського об'єкту	18
2.2 Розрахунок і вибір електрообладнання системи вентиляції і опалення	21
2.3 Розрахунок і вибір системи водопостачання цеху харчових продуктів	23
3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ	25
3.1 Розрахунок електричних навантажень цеху харчових продуктів	25
3.2 Вибір силового трансформатора і комплектної трансформаторної підстанції	28
3.3 Розрахунок і вибір провідників силової електромережі	30
3.4 Розрахунок і вибір пуско-захисної апаратури	33
3.5 Розрахунок струмів короткого замикання і перевірка пуско-захисної апаратури	34
3.6 Призначення установки і основні характеристики	39
3.7 Розробка пристрою керування установкою	41
3.8 Оцінка надійності розробленого пристрою	49
4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ	52
4.1 Розрахунок заземлення трансформаторної підстанції	52
4.2 Розрахунок громозахисту цеху харчових продуктів	56
4.3 Проблеми знезаражування води в сучасних умовах господарювання	57
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	60
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	62

## ВСТУП

Агропромислове виробництво є найбільш важливою економічною складовою економіки України, оскільки воно становить більше 30 відсотків національного доходу нашої держави. Варто відмітити, що ринок споживання майже на 70 відсотків формується за рахунок продукції та товарів, виготовлених із отриманої сільськогосподарської сировини [1]. Стан агропромислового комплексу входить в сферу інтересів майже кожного споживача і, відповідно, його розвиток в більшості випадків впливає на загальні господарські можливості та політичну обстановку в нашій державі.

Державне регулювання сільськогосподарським технологічним процесом провадиться на базі законодавчих актів про агропромислові формування, а також законів і Конституції нашої держави [2].

Оскільки зараз спостерігається інтенсивний перехід на ринкові відносини, то також активно розробляються і нові форми ведення господарювання з метою забезпечення більш ефективного розвитку господарства – приватного, колективного, кооперативного, державного, державно-кооперативного, - які формують різні системи управління сільськогосподарським виробництвом. На цьому фоні впровадження електрифікації і автоматизації технологічних процесів в агропромисловому комплексі дозволяє суттєво знизити труді витрати, підвищити продуктивність праці та загальну економічну складову ефективності виробництва [3].

Одним із напрямків впровадження електрифікації і автоматизації технологічних процесів агропромислового комплексу є власна обробка вирощеної продукції, зокрема сої. Уже достеменно відомо, що в Україні є всі умови для успішного вирощування сої, а саме: вітчизняні скоростиглі високоврожайні сорти, сприятливі ґрунтові і кліматичні умови, наявність розроблених новітніх вітчизняних технологій вирощування цієї культури та її переробки на продукцію, яка сьогодні має широкий попит. Україна є одним з найуспішніших селекціонерів сої, а «Реєстр сортів рослин України» включає в себе більше 60 різних сортів цієї зернобобової культури [4].

Згідно даних досліджень в Україні можна вирощувати сою в усіх регіонах, а її середня врожайність складає біля 5 ц/га. В західних областях України при дотриманні технології вирощування скоростиглих високоврожайних сортів сої досягає врожайності до 20 ц/га, а в господарствах з сучасними технологіями землеробства – до 22 ц/га. Така врожайність сої відповідає середній врожайності сої в США, яка є лідером в світі країні по вирощуванню цієї культури [5].

Варто також додати, що орні землі 17 областей України, - а це майже 70% всіх оброблюваних сільськогосподарських земель, - придатні до промислового вирощування сої. Враховуючи, що на цій території переважно розвинене тваринництво, то виникає унікальна можливість швидко вирішити проблему використання рослинного білка для виробництва кормів з найменшими витратами. В нашій державі переробка сої на олію, молоко здійснюється такими підприємствами, як Пологівський олійний екстракційний завод, Вінницький олійний жировий комбінат, Тернопільське приватне агропромислове підприємство „Агропродсервіс” та компанія „Текмаш”, яка випускає вологі корми на соєвій основі для тваринництва.

Було проведено аналіз щодо ефективності інвестування фінансових та матеріальних ресурсів для вирощування сої в різних областях нашої держави і який показав, що найкращі та стабільні врожаї отримують в лісостеповій та західній зоні України. Український бізнес планує також окрім вирощування сої здійснювати її переробку та виготовляти готову продукцію з доданою вартістю, а малі аграрні підприємства частіше за великі уже починають займатися цим прибутковим бізнесом [6].

На сьогоднішній день соя виступає однією із основних культур щодо збільшення ефективності сільськогосподарської діяльності України та вирішення цілої низки соціальних проблем, зокрема розвитку новітніх вітчизняних технологій по переробці сої на кормові і харчові цілі, впровадження електрифікації і автоматизації технологічних процесів в цій галузі та організації нових робочих місць на її основі, що ознакою підвищення іміджу України у світі при виробництві продовольчих ресурсів [7].

Підсумовуючи проведений короткий аналіз, можна сказати, що проблема впровадження електрифікації і автоматизації технологічних процесів в агропромисловому секторі є достатньо важливою в теперішній час, а тема кваліфікаційної роботи «Розробка системи електропостачання продуктової агрофірми» - актуальною.

*Об'єктом* дослідження є система електропостачання цеху харчових продуктів агропромислового підприємства.

*Метою* кваліфікаційної роботи є розробка надійної та ефективної системи електропостачання споживачів агропромислового підприємства електроенергією необхідної якості.

Таким чином, під час виконання кваліфікаційної роботи були вирішені наступні завдання:

- розроблено технологічну схему розміщення обладнання;
- проведено розрахунок силового електрообладнання та представлено розрахункову схему;
- розроблено систему електропостачання і електрообладнання цеху харчових продуктів;
- розроблено схему освітлювального електрообладнання і електропроводок;
- розроблено загальну схему з'єднань цеху харчових продуктів;
- розроблено схему трансформаторної підстанції;
- розроблено схему електроапарата виробництва соєвого молока та сформовано його основні характеристики.



Під час виконання теми кваліфікаційної роботи було розглянуто загальну характеристику об'єкта господарювання, виконано розрахунок і вибір електроустановок системи вентиляції, електроустановок системи опалення та системи водопостачання. Також було здійснено розрахунок електричних навантажень, провідників силової мережі, виконано вибір силового трансформатора і КТП 10/0,4 кВ та пускозахисної апаратури, розраховано струми короткого замикання. При виконанні кваліфікаційної роботи було використано системний підхід, у якому електромережі агропромислової фірми представлено у вигляді частини електричної енергетичної системи. Для здійснення конструктивного виконання схем електричного постачання в кваліфікаційній роботі застосовано типове устаткування.

## 1 АНАЛІТИЧНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Аналіз умов переробки та зберігання вирощеної продукції

При організації процесу зберігання і переробки вирощеної сільгосппродукції в умовах сьогодення потрібно дотримуватись вимог Указу Президента України «Про заходи щодо забезпечення формування та функціонування аграрного ринку». Зазвичай вирощена сільгосппродукція зберігається напряму у виробників товару або централізовано, зокрема на елеваторах, в овочесховищах, спеціальних холодильних приміщеннях і ін. Такі об'єкти можуть мати державну, акціонерну, міжгосподарську або приватну власність [8].

Значну частину виробленої продукції для скорочення витрат стараються зберігати безпосередньо у тих місцях, де вона була вирощена. Наприклад, такі культури як зерно, соя та бобові зберігають зазвичай у спеціально обладнаних зерносховищах, враховуючи його цільове призначення: чи воно є продовольчим, фуражним або насінням. З цих культур найкраще зберігаються зернові і бобові при температурі плюс 10 °С і нижче, а картопля та овочі зберігаються в овочесховищах у контейнерах, ящиках, кошиках або насипом при низькій температурі (біля 0 °С).

Варто відмітити, що в теперішніх умовах розвитку ринкової інфраструктури важливого інтересу набуває розвиток невеликого розміру промисловості, яка розміщена у місцях виготовлення сировини, зокрема в сільськогосподарських угіддях. Доцільність поєднання переробки вирощеної сільськогосподарської продукції на місцях з роботою потужної переробної промисловості має підтвердження великою кількістю факторів. На сьогоднішній день важливе значення отримала необхідність зростання виробництва продуктів харчування за рахунок значно більшого використання отриманої сільськогосподарської сировини, зменшення її втрат, забезпечення населення певних регіонів продуктами переробки вирощеної сільськогосподарської сировини, досягнення соціально рівних умов постачання продуктами переробки сільського та міського населення, а також зміцнення економічної стабільності сільськогосподарських підприємств.

Попередньо сформовані принципи розміщення переробних підприємств, які отримували перевагу у концентрації виробництва, показали дуже великі розміри у процесі їх формування. При розміщенні великих переробних підприємств не завжди враховувався потенціал сировинної зони, не враховувалися потреби в реалізації продукції у свіжому товарі. Особливо це відноситься до плодо- та овочеконсервного виробництв, розміщення яких в промислових центрах погано відобразилась не тільки на роботі переробних галузей, але і на забезпеченні споживачів свіжими овочами і фруктами. Значна концентрація м'ясопереробних підприємств у містах привела до того, що виробники отримують великі транспортні витрати і втрати в живій масі тварин при їх перевезенні, тимчасовому утриманні в своїх господарствах та на території м'ясокомбінатів. Варто зазначити, що у цьому випадку частина виробленої у сільському господарстві продукції втрачається ще на етапі заготівлі та переробки, а споживач втрачає частину продуктів харчування. При розміщенні переробних підприємств у великих містах і промислових центрах не завжди враховується забезпечення виробленою ними продукцією сільського населення [9].

В сучасних умовах переходу всіх сільськогосподарських регіонів нашої держави до ринкових відносин дуже важливим моментом є самозабезпечення споживачів виробленими продуктами. Діючи при господарствах переробні підприємства при економічно обгрунтованому їх розміщенні мають допомагати при вирішенні продовольчої проблеми і досягненні соціальної рівності сільських і міських працівників при забезпеченні їх продовольчо-промисловими товарами. Варто відзначити, що переробка певної частини або всієї вирощеної сільськогосподарської продукції на місці обгрунтована деякою економічною доцільністю, а саме: значно скоротяться втрати виробленої продукції, скоротяться витрати на її перевезення від місць виробництва, і відповідно, господарства будуть мати ріст прибутків.

## 1.2 Аналіз переробних сільськогосподарських підприємств

Переробні сільськогосподарські виробництва, які на сьогодні працюють у агропромисловому комплексі України, можна класифікувати на такі групи за наступними ознаками [10]:

- за типом перероблюваної сировини на *переробні і добувні*. До першої групи відносяться виробництва з переробки сировини рослинного і тваринного походження (плодо- та овочеконсервне, м'ясо- та молокопереробне, олійне, борошномельне, круп'яне, картопляно продуктове, виноробне і інші), до другої групи відносяться виробництва мінеральних вод та рибопереробне господарство;

- за типом готової продукції поділяються на *підприємства групи "А"*, які частину своєї продукції направляють іншим галузям у якості сировини (олійна, крохмальна, борошномельна), і *групи "Б"*, які направляють свою продукцію (сюди відноситься і група "А") населенню для прямого споживання (сюди можна віднести переробку м'яса, молока, овочів, фруктів, картоплі, олійних, зернових та круп'яних культур);

- за періодом роботи на протязі року поділяються на виробництва *сезонної дії*, які здійснюють переробку сезонної сировини (овочів, плодів, винограду і картоплі) та *круглолорічної дії* (хлібопекарні, борошномельні, круп'яні і олійні виробництва, а також вторинне виноробство);

- за тривалістю роботи на протязі доби поділяються на *виробництва безперервної дії* (олійні, хлібопекарні), і інші галузі, що не вимагають режиму безперебійного технологічного процесу;

- за способом одержання готової продукції можна виділити підприємства, які виконують наступні операції:

1) отримують корисні речовини з початкової сировини (олійні, виноробні, борошномельні, крохмальні і інші);

2) обезводнюють сировину і підвищують рівень концентрації харчових речовин кінцевого продукту (осушка овочів та плодів, виготовлення продуктів з томатів та картоплі і інше);

3) отримують кінцеву продукцію з різних компонентів (хлібопекарне виробництво, пиво- та безалкогольне і інші);

4) виготовляють продукцію з напівфабрикатів первинного виробництва (сюди відноситься вторинне виноробство);

За рівнем механізації і автоматизації виробничих процесів підприємства агропромислового комплексу можна поділити на [11]:

1) механізовані - механізація процесів основного виробництва;

2) комплексно механізовані - повна механізація процесів основного і допоміжного виробництва;

3) автоматизовані - автоматизація процесів основного виробництва і механізація допоміжного;

4) комплексно автоматизовані - автоматизація процесів основного та допоміжного виробництв.

Перелічені вище ознаки характеризують специфіку організації роботи переробних виробництв, принцип організації праці на цих підприємствах, зокрема вони характеризуються доволі високою матеріаломісткістю. У структурі собівартості продукції, яка виготовляється цими підприємствами, витрати на сировину складають більше 80 відсотків. Тому можна стверджувати, що вдосконалення виробничої технології, зниження втрат і зменшення відходів, підвищення рівня якості продукції може слугувати резервом для підвищення обсягів виробництва та зменшення ціни продуктів.

При переході на ринкові відносини агропромисловий комплекс України характеризується глибокими змінами, що пов'язані зі зміною орієнтації економіки на галузі для повного задоволення потреб споживачів, розширення мережі експорту та раціонального використання сировинної бази. Відповідно, важливим напрямом у структурі агропромислового комплексу має стати виробництво продуктів харчування [12].

Накопичений досвід показує, що виробник може отримати вагомий ефект у тому випадку, коли реалізовується не сама сировина, а продукти її переробки та виготовлені продукти споживання. Тому в країнах з високим розвитком не здійснюється експорт сировини, оскільки в них розвинуті потужні галузі

промисловості з комплексної переробки сировини і система реалізації кінцевого продукту споживання. Варто відмітити, що це відноситься не тільки до великих компаній і фірм, а й також до приватних виробників. У країнах з високим розвитком навіть малі фермерські господарства намагаються продавати свою сільськогосподарську продукцію тільки після її початкової переробки і в деяких випадках доводять її до етапу кінцевого споживання. Для на кооперативних засадах організовується сфера початкової переробки та зберігання вирощеної сільськогосподарської продукції, наприклад, фірми з переробки молока, фірми з виробництва сирів і молочної продукції, підприємства з переробки м'яса. Великі фермерські господарства володіють власними сучасними компактними цехами з первинної переробки вирощеної сільськогосподарської продукції. Варто зазначити, що згаданий напрям у деякій мірі розвивається і в українських сільськогосподарських підприємствах, а реалізація виробленого ними кінцевого продукту, зокрема виробів з м'яса, олії, масла, сирів, консервів і інших товарів надає можливість здійснювати вплив на ціну реалізації продуктів харчування, яка є еквівалентом обміну між містом і селом [13].

### **1.3 Вплив енергетики на роботу агропромислового комплексу**

Енергетичне оснащення сільськогосподарського комплексу України складає 443 кінські сили на 100 гектарів посівної площі, а енергетична озброєність становить 34 кінські сили. Якщо порівнювати ці показники з Америкою, то вони становлять відповідно 525 і 142 кінські сили. Якщо відставання за енергетичною оснащеністю є незначне, то за енергетичною озброєністю працівників є доволі суттєвим [14].

Для зменшення енергетичної ємності виробництва сільськогосподарської продукції і енергетичного забезпечення виробництва енергією та паливом необхідні наступні заходи:

- здійснювати впровадження енергозберігаючих технологій та технічних засобів енергетичного забезпечення;
- організувати облік витрат енергії та палива;

- виконати автоматизацію режимів роботи енергоємних систем, технологічних процесів та установок виробництва тепла;
- стимулювати використання поновлювальних джерел енергії, зокрема біомаси, енергії сонця і вітру.

Прогресивні енергозберігаючі технології охоплюють в сферу таких питань, як освітлення і можна, наприклад, порекомендувати для використання системи автоматичного управління ніжинського інженерного центру "Імпульс", енергозберігаючі лампи типу ДНАТ, а також енергозберігаючі режими циклічного освітлення [15].

Ще одним важливим резервом щодо зменшення витрат електричної енергії у агропромисловому комплексі може бути використання частотно-регульованого електроприводу та компактних люмінесцентних ламп, оскільки у цій галузі електропривод споживає біля 70 відсотків електричної енергії від її загальної кількості.

Загальне число регульованих електричних приводів на виробництві в Америці становить біля 40 відсотків, а це дозволяє скоротити витрати електричної енергії майже на 20 відсотків. В Україні кількість регульованих електричних приводів становить більше 2%, тому застосування різних систем регулювання швидкісних режимів технологій, наприклад, вентиляція птахівничих та тваринницьких ферм, пневматичне транспортування мінеральних добрив та продуктів переробки на комбікормових і борошномельних заводах і цехах, гаряче та холодне водопостачання, приготування кормових сумішей дозволило б зменшити витрати електричної енергії майже на 30 відсотків, а сировини та матеріалів на 20 відсотків, а також підвищити рівень якості виробництва та переробки сільськогосподарської сировини.

Однією з найбільш вразливих проблем української енергетики є нерівномірність споживання електричної енергії на протязі доби, під час робочих та вихідних днів тижня, у різні пори року, а також майже при повній відсутності маневрової енергетичної генеруючої потужності, яка є обов'язковою для ефективного покриття потреб в електричній енергії, особливо в час пікового її споживання. Ця обставина може бути причиною примусового обмеження щоден-

ного споживання електроенергії, особливо для сільських споживачів. Тому в таких випадках використовують практику управління енерговикористання, яка полягає в зміщенні часу підключення потужних енергоспоживачів у режими позапікової роботи енергетичної системи, а при можливості – перевести її на нічний час. Цей процес має державне стимулювання за допомогою впровадження процесу диференційованих тарифів за періодами часу доби. Зокрема, передбачено встановлення тарифних коефіцієнтів для нічного періоду 1,02 і пікового періоду 1,8. В підсумку споживач при споживанні електроенергії у нічний період платить за неї в 7,2 рази менше, ніж у піковий, і в 4 рази менше, ніж у напівпіковий періоди [16].

Сьогодні в нашій державі все більше застосування отримують газодизельні електростанції, які можуть ефективно працювати і на дизельному паливі, і на стиснутому природному газі. У сільськогосподарських підприємствах встановлена доволі багато дизельних електростанцій, закуплених ще до 2000 року, і які працюють на дизпаливі, але їх роботу можна перевести на стиснутий природний газ. Такий процес обгрунтовується тією обставиною, що газ дешевший за дизпаливо десь в 3 рази і 1 м<sup>3</sup> природного газу приблизно еквівалентний 1 л дизпалива. Перевага газодизельних електричних станцій у порівнянні з дизельними полягає в наступному:

- можна скоротити витрати дизпалива до 90% при повній потужності при заміні його стиснутим природним газом;
- можна зменшити до 30% сумарні викиди шкідливих речовин і в 3 рази задимленість відпрацьованих газів;
- передбачена можливість роботи за газодизельними і дизельними циклами при дотриманні рівної або навіть трохи вищої при газодизельному циклі потужності;
- збільшується майже в 3 рази термін служби моторного масла;
- зменшується рівень шуму при роботі двигуна;
- простий процес переобладнання.



Аналіз енергетичних балансів стаціонарних процесів агропромислового комплексу демонструє, що доволі багато енергії витрачається на низькопотенційні процеси, а це дозволяє значно ширше використовувати сонячну і вітрову енергію, теплових біогазових установок та теплових pomp. Наприклад, якщо продуктивність однієї корови становить біля 4 т молока в рік, то витрати енергоресурсів на одну корову складають біля 700 кг умовного палива, при цьому десь біля 35% енергії витрачається на теплові потреби. Якщо використовувати теплоту молока за допомогою теплової помпи, то можна отримати економію до 50 кг умовного палива на одну корову. Для розташування агропромислових об'єктів і забезпечення їх кормами необхідно 290 га ріллі і 50 га пасовищ. У західному регіоні України середньорічна щільність приходу сонячної радіації становить більше 800 кВт·год/м<sup>2</sup> і при коефіцієнті використання сонячної радіації колекторів 0,5 отримане тепло з 1 м<sup>2</sup> буде становити біля 400 кВт·год. Якщо використати колектори сонячної енергії загальною площею 150 м<sup>2</sup> з акумуляційною ємністю 300 м<sup>3</sup>, то можуть утилізувати теплову енергію, яка еквівалентна 25 тонам умовного палива. Реалізація вище перелічених заходів є доволі дорогим процесом. Варто також зазначити, що невідповідність носіїв енергії вимогам технологій як у часі, так і в просторі, буде вимагати використання традиційних джерел палива та енергії [17].

## 2 РОЗРАХУНКОВИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Аналіз основних характеристик сільськогосподарського об'єкту

З 2000 р. ТОВ "Соя України" здійснює успішну роботу щодо збільшення виробництва та переробки соєвої продукції. Станом на сьогоднішній день уже побудовано певну кількість підприємств з переробки соєвих бобів на макуху й олію потужністю до 600 тис. тонн, а також паралельно розвиваються в промислових масштабах потужності з виробництва соєвого борошна, сухого соєвого молока, тофу.

За проведених розрахунків українськими вченими аграрної науки в нашій державі існують можливості до 2025 року збільшити посіви сої до 4,3–4,5 *млн. га* з річним виробництвом сої 8–9 *млн. т*. При експортуванні частини зібраного врожаю (40% - біля 2 *млн. т*) Україна щорічно може отримувати до \$400 *млн.* прибутку [18].

Україна має всі умови для успішного вирощування сої, зокрема наявність вітчизняних скоростиглих високоврожайних сортів, сприятливі ґрунтово-кліматичні умови, розроблені новітні вітчизняні технології вирощування сої та її переробки на кормові і харчові цілі, які сьогодні всебічно використовуються.

За дослідженнями спеціалістів, сою в Україні можливо вирощувати в усіх регіонах. Середня врожайність складає 13–15 *ц/га*. В західних областях України скоростиглі високоврожайні сорти сої, за умови дотримання технології вирощування, можна досягнути врожайності 18–20 *ц/га*, а в господарствах з високою культурою землеробства – до 20–22 *ц/га*, що відповідає середній врожайності сої в одній із передових країн в світі по виробництву сої – США. На поливних землях півдня України врожайність сої може становити навіть 25–35 *ц/га*.

Українські сорти сої органічно співіснують з такими традиційними для України культурами, як пшениця, кукурудза, ячмінь та буряк. Введення культури сої в сівозміну до 20% і більше орних земель може дозволити в короткий термін отримати сільськогосподарськими виробникам дешевий рослинний білок, збільшити виробництво продукції тваринництва, значно підвищити рівень агрокультури обробки ґрунтів, поліпшити якісний стан ґрунтів, їх родючість при мінімаль-

них фінансових і матеріальних затратах. Доведено, що за рахунок збільшення урожайності культур після вирощування сої можливо отримати кожного року році додатково більше 200 млн. грн [19].

ТОВ «Соя України» продає устаткування по переробці сої на харчові продукти, як промислового призначення, так і для використання в магазинах, їдальнях, кав'ярнях і ресторанах. У магазинах західних областей України сьогодні можна купити більше 10 найменувань продуктів на основі соєвого білка.

Продукти переробки сої здобувають усе більшу популярність у наших споживачів. По-перше, це вітчизняний продукт, що має лікувально-профілактичне значення, по-друге, він отримує надзвичайно широке застосування в м'ясній, хлібопекарській, кондитерській промисловості, тим самим підвищуючи якість і зменшуючи собівартість продукції. Варто відмітити, що обсяги продажів на соєвій основі щомісяця підвищуються, зокрема борошна на місяць реалізується більше 200 тонн, а сухого молока - біля 80 тонн. Попитом користується вся продукція від борошна до макуху, що становить більше десяти найменувань продуктів прямої переробки сої. Основними покупцями є м'ясопереробні підприємства, підприємства хлібопекарської і кондитерської промисловості, комбікормові підприємства, птахофабрики по всій території нашої держави. Зокрема, отримали попит фасовані продукти - соєві горішки, олія, борошно та сухе соєве молоко [20].

Приватне агропромислове підприємство «Агропродсервіс» є складовим підрозділом асоціації переробників сої ТОВ «Соя України». Агрофірма «Агропродсервіс» розташована в с. Настасів Тернопільського району Тернопільської області. Будучи переробним підприємством, агрофірма «Агропродсервіс» окрім власних посівних площ ще закуповує сировину в господарствах Львівської Хмельницької та Вінницької областей, що має паспорти-патенти видані Головним управлінням землеробства і маркетингу продукції рослинництва Міністерства агропромислового комплексу України, що дає право на виробництво і реалізацію репродукційного насіння сільськогосподарських культур, а також паспорти-патенти на виробництво і реалізацію оригінального елітного насіння. Ці фермерські господарства спеціалізуються на вирощуванні і реалізації оригінального елітного

та репродукційного насіння сої різних груп стиглості, яке придатне для вирощування в усіх кліматичних зонах нашої держави та європейського континенту.

Для вирощування якісного сортового насіння сої агропромислові комплекси мають в своєму розпорядженні потрібну матеріально-технічну базу, а саме - повний комплекс сільськогосподарської техніки (наприклад, сучасні сівалки з точним висівом насіння та комп'ютерною системою керуванням), елеватори, склади для зберігання продукції приміщення, зерноочисне і зерносушильне устаткування.

Кліматичні умови району господарювання агропромислового підприємства «Агропродсервіс» характеризуються нестійкими опадами. У загальному випадку клімат є помірним і континентальним, мінімальна температура району становить  $-23^{\circ}\text{C}$ , температура самої холодної тижня складає  $-19^{\circ}\text{C}$ , а максимальна температура  $-34^{\circ}\text{C}$ . Самим найхолоднішим місяцем є січень із середньомісячною температурою мінус  $2,3^{\circ}\text{C}$ , а відносна вологість холодної місяця становить 67%, найтеплішого – плюс 48%. Річна кількість опадів становить 643 мм і значна їх кількість випадає у виді дощів. Поява сніжного покриву припадає на 1-у декаду грудня, який є нестійким і висота його зазвичай не перевищує 10 – 15 см. Переважаючими вітрами в районі господарювання є північно-східні і південно-західні. Північно-східні вітри мають невелику швидкість і переважають в зимові місяці та приносять холодні маси повітря, що сприяють морозній погоді. За швидкісними характеристиками вітру район господарювання відноситься до IV зони з повторюваністю 1 раз у 5 років та тиском вітру  $55 \text{ Н/м}^2$  і швидкістю вітру 30 м/с. За товщиною стінки ожеледиці район IV зони (15 мм) з повторюваністю 1 раз у 5 років. Число грозових годин коливається від 60 до 80 у рік.

Чисельність працівників агропромислового підприємства «Агропродсервіс» складає 85 осіб, у тому числі 15 чоловік – інженерно-технічного складу. Основними споживачами електричної енергії є електричні двигуни технологічного устаткування, силові насоси, підйомно-транспортне обладнання, водонагрівачі і парові генератори, а також електричне освітлення виробничих приміщень. Електричне постачання здійснюється від комплектної трансформаторної підстанції, яка розташована на території агрофірми «Агропродсервіс».

Керівником електричної служби агрофірми є інженер-енергетик, у підпорядкуванні якого є майстер електричного цеху, три електромонтери і електрослюсар контрольно-вимірювальних приладів і автоматики.

## 2.2 Розрахунок і вибір електрообладнання системи вентиляції і опалення

При виконанні розрахунку приймаємо загальну для всіх приміщень приточну систему вентиляції з підігрівом повітря електричним калорифером у холодний період. Значення розрахункових температур приймаємо: зовнішнього повітря для зимового періоду - за результатами переддипломної практики, повітря всередині приміщень – за нормативним значенням [21].

Розрахунок і вибір електричних установок системи вентиляції виконуємо за нормованою кратністю повітрообміну згідно формули:

$$L' = r \cdot V_n, \quad (2.1)$$

де  $V_n$  – будівельний об'єм приміщення,  $m^3$ ;

$r$  - нормована кратність повітрообміну.

Приймаємо значення кратності повітрообміну  $r = 3$  [22].

$$L' = 3 \cdot 2290 = 6872 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Приймаємо 1 вентилятор Ц4-70 №5 продуктивністю  $8300 \text{ м}^3/\text{год}$ , приводний двигун 4А80В4У3 потужністю  $1.5 \text{ кВт}$ . Реальний повітрообмін складе  $8300 \text{ м}^3/\text{год}$

Необхідну продуктивність системи опалення визначаємо з рівняння теплового балансу:

$$Q_{ену} = Q_{огр} + Q_{вент}, \quad (2.2)$$

де  $Q_{ену}$  – продуктивність електронагрівальної установки,  $кДж/\text{год}$ ;

$Q_{огр}$  – втрати теплоти через зовнішні огородження,  $кДж/\text{год}$ ;

$Q_{вент}$  – втрати теплоти через вентиляцію,  $кДж/\text{год}$ .

$$Q_{огр} = q(t_{в} - t_{н}), \quad (2.3)$$

де  $q$  – питома теплова характеристика приміщення,  $Вт/м^3 \cdot К$ ;

$V$  – будівельний об'єм приміщення,  $м^3$ ;

Приймаємо питому теплову характеристику  $q = 0,4 \text{ Вт/м}^3 \cdot К$  [22].

$$Q_{огр} = 0,4 \cdot 2290 \cdot (18+19) = 33892 \text{ Вт}$$

Втрати теплоти через вентиляцію визначаємо за формулою:

$$Q_{вент} = \rho \cdot C \cdot L_p \cdot (t_{в} - t_{н}) \quad (2.4)$$

де  $\rho$  - густина повітря ;

$C$  – теплоємність повітря;

$L_p$  – реальний повітрообмін.

$$Q_{вент} = 1,147 \cdot 1 \cdot 8300 \cdot (18+19) = 352243,70 \text{ кДж} = 97,85 \text{ кВт}$$

Продуктивність електронагрівальної установки визначаємо за формулою:

$$Q_{ену} = 33,89 + 97,85 = 131,74 \text{ кВт}$$

Необхідну потужність електричної нагрівальної установки можна визначити за формулою:

$$P_{ену} = Q_{ену} / \eta, \quad (2.5)$$

де  $\eta$  - ККД електрокалорифера

$$P_{ену} = 131,74 / 1 = 131,74 \text{ кВт}.$$

В якості основної системи опалення приймаємо централізоване опалення від котельні. Для підігріву приточного повітря в холодний період приймаємо електричний калорифер з потужністю 20% від розрахункової: СФОЦ 25/0,5Т зі встановленою потужністю 23,25 кВт, потужність електрокалорифера буде становити 22,5 кВт.

### 2.3 Розрахунок і вибір системи водопостачання цеху харчових продуктів

Середньодобове споживання води по підприємству можна визначити за формулою:

$$Q_{\text{доб}} = g_1 \cdot N_1 + g_2 \cdot N_2 + \dots + g_n \cdot N_n \quad (2.6)$$

де  $g_1, g_2, g_n$  - середньодобові норми водоспоживання на одиницю виміру даного споживача на підприємстві, *л/доб*;

$N_1, N_2, N_n$  – число одиниць виміру даного споживача.

Приймаємо водоспоживання цеху харчових продуктів рівним  $g_1 = 14 \text{ м}^3 = 14000 \text{ л}$  за статистичними даними господарства (результати переддипломної практики):

- водоспоживання гаража рівне  $g_2 = 0.6 \text{ м}^3 = 600 \text{ л}$ ;
- складу і прохідної  $g_3 = 0,1 \text{ м}^3 = 100 \text{ л}$ ;
- адміністративні будинки  $g_4 = 1,0 \text{ м}^3 = 1000 \text{ л}$  (за нормами водоспоживання для сільськогосподарських споживачів).

$$Q_{\text{доб}} = 1 \cdot 14000 + 1 \cdot 600 + 2 \cdot 100 + 1 \cdot 1000 = 15800 \text{ л/доб}$$

Максимальну годинну витрату води визначаємо за формулою:

$$Q_{\text{макс год.}} = k_{\text{доб}} \cdot (g_1 \cdot N_1 \cdot k_{\text{год1}} + g_2 \cdot N_2 \cdot k_{\text{год2}} + \dots + g_n \cdot N_n \cdot k_{\text{годn}}) / t, \quad (2.7)$$

Де  $k_{\text{доб}}$  – коефіцієнт добової нерівномірності водоспоживання;

$g_1, g_2, g_n$  - середньодобові норми водоспоживання на одиницю виміру даного споживача на підприємстві, *л/доб*;

$N_1, N_2, N_n$  – число одиниць виміру даного споживача;

$k_{\text{год1}}, k_{\text{год2}}, k_{\text{годn}}$  – коефіцієнт годинної нерівномірності, що враховує нерівномірність споживання води на протязі години;

$t$  – тривалість робочого дня, *год*.

Приймаємо  $k_{\text{доб}} = 1,1$ ;  $k_{\text{год1}} = 1,5$ ;  $k_{\text{год2}} = 3,5$ ;  $k_{\text{год3}} = 2,5$ ;  $k_{\text{год4}} = 2,5$  [21].

$$Q_{\text{макс год.}} = 1,1 \cdot (1 \cdot 14000 \cdot 1,5 + 1 \cdot 600 \cdot 3,5 + 2 \cdot 100 \cdot 2,5 + 1 \cdot 1000 \cdot 2,5) / 9 = 2954,28 \text{ л/год}$$

Витрату води за секунду можна визначити за формулою:

$$Q_c = Q_{\text{макс год.}} / 3600 + Q_{\text{п}}, \quad (2.8)$$

де  $Q_{\text{макс год.}}$  - максимальна годинна витрата води, л/год.;

$Q_{\text{п}}$  – додаткова протипожежна витрата води, л/с.

Приймаємо  $Q_{\text{п}} = 2,5$  л/с [21].

$$Q_c = 2954,28 / 3600 + 2,5 = 3,32 \text{ л/с.}$$

Для водопостачання комплексу можна використати діючу міську система водопостачання від централізованої насосної станції, яка розташована поза межами території комплексу.

Відпрацьована вода і каналізаційні стоки видаляються в централізовану каналізаційну систему, а даліше вони попадають на міські очисні споруди.



### 3 ПРОЕКТНО-КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

#### 3.1 Розрахунок електричних навантажень цеху харчових продуктів

Визначення значення розрахункової потужності цеху харчових продуктів

Розрахункову потужність цеху визначаємо за методом ефективного числа електричних приймачів згідно формули [23]:

$$P_{роз} = k_{ua} k_{ма} P_{уст} \quad (3.1)$$

де  $k_{ua}$  – коефіцієнт використання активної потужності;

$k_{ма}$  – коефіцієнт максимуму активної потужності;

$P_{уст}$  – установлена потужність устаткування в цеху, *кВт*.

Коефіцієнт максимуму знаходиться по його залежності від ефективного числа  $n_e$  електродвигунів  $n_e$  і коефіцієнта використання активної потужності.

$$n_e = \frac{\left( \sum_{i=1}^N P_{сил} + \sum_{j=1}^M P_{осв} \right)^2}{\sum_{i=1}^N P_{сил}^2 + \sum_{j=1}^M P_{осв}^2} \quad (3.2)$$

$n_e = 5,79$ ; за табл. 36 [23] приймаємо  $k_{ма} = 1,10$

$$P_{роз} = 0,6 \cdot 1,10 \cdot 88,48 = 58,39 \text{ кВА}$$

Коефіцієнт потужності визначаємо за [23], виходячи зі співвідношення  $P_{дв}/\sum P$ , де  $P_{дв}$  - сумарна потужність електричних двигунів:

$$P_{дв}/\sum P = 0,68; \quad \cos \varphi = 0,83$$

Повну потужність визначаємо за формулою:

$$S = P_p / \cos \varphi = 58,39 / 0,83 = 70,35 \text{ кВА}$$

Реактивну потужність визначаємо за формулою:

$$Q = P_p \operatorname{tg} \varphi = 58,39 \cdot 0,67 = 39,24 \text{ кВАр}$$

### *Заходи щодо компенсації реактивної потужності*

Реактивна потужність, що підлягає компенсації, буде рівна:  $Q = 39,24$  кВАр.

Приймаємо до установки дві конденсаторні установки КМ-0,38 потужністю  $13,5$  кВАр кожна. Некомпенсована реактивна потужність буде становити [24]:

$$Q_{ост} = Q - Q_k = 39,24 - 27 = 12,240 \text{ кВАр}$$

Повна потужність і коефіцієнт потужності будуть наступними:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{58,39^2 + 12,24^2} = 59,66 \text{ кВА},$$

$$\cos \varphi = P / S = 58,39 / 59,66 = 0,978$$

#### *Розрахунок електричних навантажень мережі 0,38 кВ*

Визначення сумарних електричних навантажень по лініях  $0,38$  кВ виконується, починаючи з найбільш віддаленої від ТП ділянки.

У випадку, якщо значення навантажень споживачів відрізняється менше, ніж у 4 рази, розрахунок виконується за формулою:

$$P_{дiл} = k_0 \cdot \sum_{i=1}^n P_i \quad (3.3)$$

де  $k_0$  – коефіцієнт одночасності.

В іншому випадку підсумовування навантажень можна виконати шляхом додавання до більшого навантаження, що складається:

$$P_{(д,в)уч} = P_{(д,в)макс} + \sum_{i=1}^{n-1} \Delta P_{(д,в)i} \quad (3.4)$$

де  $P_{(д,в)макс}$  – найбільше з денних або вечірніх активних навантажень на вході споживача розрахункової ділянки,  $кВт$ ;

$\Delta P_{(д,в)}$  – добавлені навантаження [23].

Середньозважені коефіцієнти потужності і реактивної потужності розрахункової ділянки для денного і вечірнього максимумів навантаження визначаються з виразу:

$$\cos\phi_{\text{дїл.сзв}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot \cos\phi_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (3.5)$$

$$\text{tg}\phi_{\text{дїл.сзв}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i \cdot \text{tg}\phi_i}{\sum_{i=1}^n P_i} \quad (3.6)$$

де  $\cos\phi_i$ ,  $\text{tg}\phi_i$  – відповідно коефіцієнти потужності і реактивної потужності споживачів розрахункової ділянки

Отримані результати розрахунків електричних навантажень у мережах 0,38 кВ представлені в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Навантаження ділянок ліній 0,38 кВ

№ лінії ділянки	Р діл кВт	cos φ	tg φ	Q діл кВАр	S діл кВА
Лінія 1					
1-ТП	58,39	0,98	0,20	11,68	59,58
Лінія 2					
3-4	9,00	0,85	0,62	5,58	10,59
5-4	6,00	0,85	0,62	3,72	7,06
4-2	41,50	0,79	0,78	32,37	52,53
2-ТП	50,70	0,76	0,86	43,60	66,71
<b>шини ТП</b>	<b>92,73</b>	<b>0,88</b>	<b>0,53</b>	<b>49,15</b>	<b>105,64</b>

### 3.2 Вибір силового трансформатора і комплектної трансформаторної підстанції

Силовий трансформатор КТП вибирається з умови [25]:

$$S_{ен} \leq S_p \leq S_{ев}, \quad (3.7)$$

де  $S_{ен}$  і  $S_{ев}$  – відповідно нижня і верхня границі економічних інтервалів навантаження для трансформатора прийнятої номінальної потужності,  $кВА$ ;

$S_p$  – розрахункова потужність ТП,  $кВА$ .

Розрахункова потужність ТП визначається за формулою:

$$S_p = k_{рн} \cdot S_{тр макс} \quad (3.8)$$

де  $k_{рн}$  – коефіцієнт росту навантажень.

$$S_p = 1,3 \cdot 105,64 = 137,33 \text{ кВА}.$$

За економічними інтервалами навантажень приймаємо до установки трансформатор потужністю  $100 \text{ кВА}$ . Виконаємо перевірку вибраного трансформатора згідно систематично допустимого перевантаження в нормальному і післяаварійному режимах за наступними умовами:

$$S_p \leq S_{тр макс} \quad (3.9)$$

$$S_p < S_{тр ном} \cdot k_{ном А} \quad (3.10)$$

де  $S_{тр макс}$  – величина максимального систематичного перевантаження трансформатора,  $кВА$ ;

$k_{ном А}$  – значення коефіцієнта допустимих післяаварійних перевантажень трансформаторів.

$$105,64 < 130,$$

$$105,64 < 1,64 \cdot 100 = 164$$

Бачимо, що умови виконуються.

*Розрахунок і вибір ЛЕП. Розрахунок відхилень напруги в мережі і регулювання напруги мережі*

Електричний розрахунок мережі 0,38 кВ виконується за методом найменших витрат з наступною перевіркою за втратою напруги. Марки і площа січення проводів за найменшими приведеними витратами вибираються відповідно до таблиць інтервалів економічних навантажень. Основним параметром вибору є розрахункова еквівалентна потужність за ділянками мережі [26]:

$$S_{e \text{ діл}} = \kappa_{\partial} \cdot S_{\text{діл}} \quad (3.11)$$

де  $\kappa_{\partial}$  – значення коефіцієнта динаміки росту навантажень;

$S_{\text{діл}}$  – величина повної потужності максимуму навантаження, кВА.

Провід вибираємо за найбільшим значенням. Отримані дані виконаних розрахунків представлені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 - Вибір проводів по ділянках ліній 0,38 кВ

№ лінії	потужність	cos °	Se кВА	довж. діл., м	марка і січення проводів	Втрата напруги, %	
	S, кВАр					по ділян.	від початку
<i>лінія 1</i>							
1 - ТП	59,58	0,98	41,71	30	A 50	1,16	1,16
<i>лінія 2</i>							
3 - 4	10,59	0,85	7,41	30	A 25	0,35	2,67
5 - 4	7,06	0,85	4,94	15	A 25	0,12	2,44
4 - 2	52,53	0,79	36,77	30	A 50	1,02	2,32
10 - ТП	66,71	0,86	46,70	30	A 50	1,30	1,30

Визначаємо втрату напруги по ділянках ліній за формулою:

$$\Delta U = \Delta U_{\text{нум}} \cdot \frac{S_{e \text{ діл}}}{0,7} \cdot l_{\text{діл}}, \quad (3.12)$$

де  $\Delta U_{\text{нум}}$  - питома втрата напруги, %/кВА км;

$l_{\text{діл}}$  – довжина ділянки, км.

Питома втрата напруги залежить від перетину проводу та коефіцієнта потужності і її можна визначити графічно згідно [26].

Результати отриманих розрахунків представлені в табл. 3.2

### 3.3 Розрахунок і вибір провідників силової електромережі

Внутрішні електропроводки цеху харчових продуктів повинні відповідати умовам навколишнього середовища й архітектурних особливостей цього приміщення. При виборі електричних проводів необхідно приймати до уваги ступінь захисту працівників від ураження електричним струмом, пожежо- і вибухонебезпеку провідників, надійність та економічну обґрунтованість їх застосування. Площу перетину провідників зазвичай вибирають за найбільш допустимим струмом (за нагріванням) для силових мереж і за допустимою втратою напруги для освітлювальних елктромереж [27].

*Визначення розрахункових і максимальних струмів електроприймачів*

Розрахунковий струм для одного електроприймача:

$$I_{роз} = K_3 I_n, \quad (3.13)$$

де  $K_3$  – значення коефіцієнта завантаження електричного приймача;

$I_n$  – величина номінального струму електричного приймача, А.

Розрахунковий струм групи електричних приймачів можна визначити за наступною формулою:

$$I_p = K_o \sum K_3 I_n, \quad (3.14)$$

де  $K_o$  – значення коефіцієнта одночасності;

$K_3$  – значення коефіцієнта завантаження електричного приймача;

$I_n$  – величина номінального струму електричного приймача, А.

Максимальний струм одного електричного приймача можна визначити за наступною формулою:

$$I_{\text{маск}} = I_{\text{пуск}} = \lambda_n I_n \quad (3.15)$$

де  $\lambda_n$  – кратність пускового струму

$I_n$  – номінальний струм електричного приймача,  $A$ .

Визначаємо максимальний струм для групи електричних приймачів за формулою:

$$I_{\text{макс гр}} = I_{\text{пуск. найб}} + K_o \sum K_z I_n, \quad (3.16)$$

де  $I_{\text{пуск. найб}}$  – значення найбільшого пускового струму електричного приймача, що входить в групу,  $A$ ;

$K_o$  – значення коефіцієнта одночасності;

$K_z$  – значення коефіцієнт завантаження електроприймача;

$I_n$  – величина номінального струму електричного приймача,  $A$ .

Визначаємо номінальний струм електричного приймача за формулою:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_n \cos \varphi \cdot \eta}, \quad (3.17)$$

де  $P_n$  – величина номінальної потужності електричного приймача,  $Вт$ ;

$U_n$  – величина номінальної напруги електричного приймача,  $B$ ;

$\cos \varphi$  – значення коефіцієнта потужності;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії електричного приймача.

Визначимо значення характерних струмів для групи 1 ЩС1:

$$I_n = \frac{1100}{1,73 \cdot 380 \cdot 0,82 \cdot 0,81} = 2,76 \text{ A},$$

$$I_p = 2,76 \cdot 0,7 = 1,93 \text{ A},$$

$$I_{\text{макс}} = 2,76 \cdot 5,0 = 13,8 \text{ A}$$

Таблиця 3.3 - Результати розрахунку характерних струмів і вибору проводів силової мережі

№ ел-ка	№ групи	Найменування електроприймача	$P_{н},$ кВт	$I_{н},$ А	$K_3$	$I_p,$ А	$K_1$	$I_{макс},$ А	Марка і перетин проводу	$I_{г, доп},$ А
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
<b>ЩС1</b>										
10	1	Наповнювач ДНЗ-1	1,1	2,76	0,7	1,93	5,0	13,8	АВВГ 4 x 2,5	18
11	2	Конвейер М8-АКС-М	0,55	1,74	0,7	1,22	4,0	6,96	АВВГ 4 x 2,5	18
12	3	Машина для закрутки БЧ-КЭК-109	1,5	3,57	0,7	2,50	5,0	17,8	АВВГ 4 x 2,5	18
13	4	Конвейер М8-АКС-М	0,55	1,74	0,7	1,22	4,0	6,96	АВВГ 4 x 2,5	18
<b>ЩС2</b>										
1	1	Конвейер М8-АКС-М	0,55	1,74	0,7	1,22	4,0	6,96	АВВГ 4 x 2,5	18
2	2	Конвейер М8-АКС-М	0,55	1,74	0,7	1,22	4,0	6,96	АВВГ 4 x 2,5	18
3	3	Таль електрична	1,5+0,18	4,88	0,7	3,42	-	21,40	АВВГ 4 x 2,5	18
4	4	Таль електрична	1,5+0,18	4,88	0,7	3,42	-	21,40	АВВГ 4 x 2,5	18
5	5	Таль електрична	1,5+0,18	4,88	0,7	3,42	-	21,40	АВВГ 4 x 2,5	18
8	6	Конвейер М8-АКС-М	0,55	1,74	0,7	1,22	4,0	6,96	АВВГ 4 x 2,5	18
9	7	Конвейер М8-АКС-М	0,55	1,74	0,7	1,22	4,0	6,96	АВВГ 4 x 2,5	18
<b>ЩС3</b>										
6	1	Конвейер М8-АКС-М	0,55	1,74	0,7	1,22	4,0	6,96	АПВ 4 x 2,5	19
7	2	Конвейер М8-АКС-М	0,55	1,74	0,7	1,22	4,0	6,96	АПВ 4 x 2,5	19
14	3	Конвейер М8-АКС-М	0,55	1,74	0,7	1,22	4,0	6,96	АПВ 4 x 2,5	19
15	4	Насос підвищувачий К50-32-125	2,2	4,7	0,6	2,82	6,5	30,5	АПВ 4 x 2,5	19
16	5	Конвейер М8-АКС-М	0,55	1,74	0,7	1,22	4,0	6,96	АПВ 4 x 2,5	19
17	6	Насос підвищувачий К50-32-125	2,2	4,7	0,6	2,82	6,5	30,5	АПВ 4 x 2,5	19



Розрахунок значень характерних струмів інших груп здійснюється аналогічним чином. Отримані значенні результатів розрахунку характерних струмів представлені в табл. 3.3.

### *Розрахунок і вибір проводів силової мережі*

Вибір перетину проводів силової мережі зазвичай здійснюється за умовою нагрівання:

$$I_{T \text{ доп}} \geq I_p \quad (3.18)$$

де  $I_{T \text{ доп}}$  – значення тривалого допустимого струму провідника,  $A$ ;

$I_p$  – значення розрахункового струму електричного приймача (ділянки мережі),  $A$ .

Розглянемо вибір проводу для групи 1 ЩС 1.

$I_p = 1,93 A$ . Отже, вибираємо провід АПВ 4 х 2,5 з  $I_{T \text{ доп}} = 19 A$

$I_{T \text{ доп}} = 19 A \geq 1,93 A$  – бачимо, умова виконується.

Для інших груп вибір перетину силових проводів виконуємо аналогічним чином, а результати вибору проводів силової мережі заносимо в табл. 3.3.

### **3.4 Розрахунок і вибір пуско-захисної апаратури**

Для захисту електричних мереж від струмів короткого замикання і перевантажень в більшості випадків використовують автоматичні вимикачі [28].

Вибір автоматичних вимикачів будемо виконувати, враховуючи наступні умови:

$$I_{на} \geq I_{ну}, \quad (3.19)$$

де  $I_{на}$ ,  $I_{ну}$  – відповідно номінальний струм автомата й установки,  $A$ .

$$I_{тр} \geq k_{тр} I_p \quad (3.20)$$

де  $k_{тр}$  – значення коефіцієнта надійності [29].

$I_p$  – величина розрахункового струму електричного приймача,  $A$ .

$$I_{емр} \geq K_{емр} \cdot I_{макс} , \quad (3.21)$$

де  $K_{емр}$  – значення коефіцієнта надійності [29].

$I_{макс}$  – величина максимального струму електричного приймача (групи),  $A$ .

Розглянемо вибір ПЗА на прикладі групи 1 ЩС1.

$$I_{тр} \geq 1,2 \cdot 1,93 = 2,32 \text{ A},$$

$$I_{емр} \geq 1,5 \cdot 13,8 = 5,63 \text{ A}.$$

Приймаємо до установки автомат ВА 51-25 з такими параметрами:

$$I_n = 25 \text{ A}; I_{тр} = 3,15 \text{ A}; I_{емр} = 22,05 \text{ A}.$$

Розрахунок і вибір пуско-захисних апаратів інших груп виконуємо аналогічним чином, а результати розрахунків заносимо в табл. 3.4.

### **3.5 Розрахунок струмів короткого замикання і перевірка пуско-захисної апаратури**

#### *Перевірка проводів на узгодження з пуско-захисною апаратурою*

При спрацьовуванні будь-якого захисного апарату захищені проводи на протязі деякого часу можуть бути під впливом аварійних струмів (наприклад, короткого замикання або перевантаження). Відповідно, існує імовірність пошкодження проводів або устаткування ще перед тим, як спрацює захисний апарат. Для того, щоб попередити виникнення описаної ситуації, здійснюють перевірку пуско-захисної апаратури на узгодження з тривалим допустимим струмом силового проводу [30].

Перетин силового проводу повинен задовольняти наступним умовам - для ліній, що захищаються автоматами:  $I_{тр}/I_{Т доп} < 1.5$ ;  $I_{емр}/I_{Т доп} < 4.5$ ,

де  $I_{тр}$  – струм теплового розщеплювача,  $A$ ;

$I_{емр}$  – струм електромагнітного розщеплювача,  $A$ ;

$I_{Т доп}$  – тривало допустимий струм проводу,  $A$ .

Результати перевірки приведені в табл. 3.5.

Таблиця 3.4 - Розрахунок і вибір пуско-захисної апаратури

№ групи	$I_p, A$	$I_{max}, A$	Тип апарата	$I_n, A$	$I_{тр}, A$	$I_{емр}, A$	Пусковий апарат	$I_n, A$
<b>ЩС1</b>								
1	1,93	13,8	ВА 51 – 25	25	3,15	22,05	ПМЛ121002	10
2	1,22	6,96	ВА 51 – 25	25	1,6	11,2	ПМЛ121002	10
3	2,50	17,8	ВА 51 – 25	25	4,0	28	ПМЛ121002	10
4	1,22	6,96	ВА 51 – 25	25	1,6	11,2	ПМЛ121002	10
<b>ЩС2</b>								
1	1,22	6,96	ВА 51 – 25	25	1,6	11,2	ПМЛ121002	10
2	1,22	6,96	ВА 51 – 25	25	1,6	11,2	ПМЛ121002	10
3	3,42	21,40	ВА 51 – 25	25	5,0	35	ПМЛ121002	10
4	3,42	21,40	ВА 51 – 25	25	5,0	35	ПМЛ121002	10
5	3,42	21,40	ВА 51 – 25	25	5,0	35	ПМЛ121002	10
6	1,22	6,96	ВА 51 – 25	25	1,6	11,2	ПМЛ121002	10
7	1,22	6,96	ВА 51 – 25	25	1,6	11,2	ПМЛ121002	10
<b>ЩС3</b>								
1	1,22	6,96	ВА 51 – 25	25	1,6	11,2	ПМЛ121002	10
2	1,22	6,96	ВА 51 – 25	25	1,6	11,2	ПМЛ121002	10
3	1,22	6,96	ВА 51 – 25	25	1,6	11,2	ПМЛ121002	10
4	2,82	30,5	ВА 51 – 25	25	4,0	40	ПМЛ121002	10
5	1,22	6,96	ВА 51 – 25	25	1,6	11,2	ПМЛ121002	10
6	2,82	30,5	ВА 51 – 25	25	4,0	40	ПМЛ121002	10
<b>ЩС4</b>								
1	2,50	17,8	ВА 51 – 25	25	4,0	28	ПМЛ121002	10
2	2,50	17,8	ВА 51 – 25	25	4,0	28	ПМЛ121002	10
3	6,90	80,5	ВА 51 – 25	25	12,5	87,5	ПМЛ121002	10
4	38,5	420	ВА 51 – 31	100	50	500	ПМЛ421002	60
<b>ЩС5</b>								
1	1,05	3,15	ВА 51 – 25	25	1,6	11,2	ПМЛ121002	10
2	1,05	3,15	ВА 51 – 25	25	1,6	11,2	ПМЛ121002	10
3	3,71	30,9	ВА 51 – 25	25	5,0	50	ПМЛ121002	10
4	3,71	30,9	ВА 51 – 25	25	5,0	50	ПМЛ121002	10
5	0,84	4,9	ВА 51 – 25	25	1,6	11,2	ПМЛ121002	10
6	0,84	4,9	ВА 51 – 25	25	1,6	11,2	ПМЛ121002	10
<b>ЩС6</b>								
1	2,50	17,8	ВА 51 – 25	25	4,0	28	ПМЛ121002	10
2	35,23	35,23	ВА 51 – 31	100	50	150	ПМЛ421002	60
<b>ЩВ1</b>								
1	5,84	22,17	ВА 51 – 31	100	10	70		
2	12,11	30,78	ВА 51 – 31	100	16	112		
3	8,42	37,47	ВА 51 – 31	100	16	160		
4	40,32	431,9	ВА 51 – 31	100	63	630		
5	11,20	36,55	ВА 51 – 31	100	20	60		
6	37,73	53,03	ВА 51 – 31	100	50	150		
7	8,0	8,80	ВА 51 – 31	100	12	36		
8	8,12	8,93	ВА 51 – 31	100	12	36		
9	39,39	39,39	ВА 51 – 31	100	63	630		

Таблиця 3.5 - Перевірка пуско-захисної апаратури на узгодження

№ гр.	Електроприймач	$I_{уст, A}$	$I_{Г доп, A}$	$I_{уст}/I_{Г доп}$	Умова
1	2	3	4	5	6
<b>ЩС1</b>					
1	Наповнювач ДНЗ-1	3,15	18	0,18	Виконується
2	Конвейер М8-АКС-М	1,6	18	0,09	Виконується
3	Машина для закрутки БЧ-КЭК-109	4,0	18	0,22	Виконується
4	Конвейер М8-АКС-М	1,6	18	0,09	Виконується
<b>ЩС2</b>					
1	Конвейер М8-АКС-М	1,6	18	0,09	Виконується
2	Конвейер М8-АКС-М	1,6	18	0,09	Виконується
3	Таль електрична	5,0	18	0,28	Виконується
4	Таль електрична	5,0	18	0,28	Виконується
5	Таль електрична	5,0	18	0,28	Виконується
6	Конвейер М8-АКС-М	1,6	18	0,09	Виконується
7	Конвейер М8-АКС-М	1,6	18	0,09	Виконується
<b>ЩС3</b>					
1	Конвейер М8-АКС-М	1,6	19	0,08	Виконується
2	Конвейер М8-АКС-М	1,6	19	0,08	Виконується
3	Конвейер М8-АКС-М	1,6	19	0,08	Виконується
4	Насос підвищуючий К50-32-125	4,0	19	0,21	Виконується
5	Конвейер М8-АКС-М	1,6	19	0,08	Виконується
6	Насос підвищуючий К 50-32-125	4,0	19	0,21	Виконується
<b>ЩС4</b>					
1	Агрегат електронасосний ПВ-ОНВ-02	4,0	18	0,22	Виконується
2	Агрегат електронасосний ПВ-ОНВ-02	4,0	18	0,22	Виконується
3	Фаршомішалка Л5-ФМ2-У-335	12,5	18	0,69	Виконується
4	Подрібнювач ЯЗ-ФІД	63	68	0,93	Виконується
<b>ЩС5</b>					
1	Плита парова А9-КВ2-Д	1,6	18	0,09	Виконується
2	Плита парова А9-КВ2-Д	1,6	18	0,09	Виконується
3	Машина для очищення овочів МООЛ-500	5,0	18	0,28	Виконується
4	Машина для очищення овочів МООЛ-500	5,0	18	0,28	Виконується
5	Машина для нарізки коренеплодів МРО-350	1,6	18	0,09	Виконується
6	Машина для нарізки коренеплодів МРО-350	1,6	18	0,09	Виконується

## Продовження Таблиці 3.5

1	2	3	4	5	6
<b>ЩС6</b>					
1	Вентилятор	4,0	18	0,22	Виконується
2	Електрокалорифер	50	38	1,32	Виконується
<b>ЩВ1</b>					
1	ЩС1	10	18	0,56	Виконується
2	ЩС2	16	18	0,56	Виконується
3	ЩС3	16	18	0,56	Виконується
4	ЩС4	63	54	1,17	Виконується
5	ЩС5	20	18	1,11	Виконується
6	ЩС6	50	54	0,93	Виконується
7	ЩО1	12	18	0,67	Виконується
8	ЩО2	12	18	0,67	Виконується
9	КМ1-0,38	63	54	1,17	Виконується

*Розрахунок струму однофазного короткого замикання*

Розрахунок струмів короткого замикання виконують для того, щоб виконати перевірку захисної апаратури на термічну і динамічну стійкість, а також на предмет чутливості та селективності дії.

Процедуру розрахунку струму однофазного короткого замикання здійснюють для найбільш віддаленого електричного приймача.

Струм однофазного короткого замикання можна визначити за формулою:

$$I_{кз}^{(1)} = \frac{U_n}{\frac{Z_T}{3} + Z_L}, \quad (3.22)$$

де  $U_n$  – величина напруги мережі живлення, В;

$Z_T$  – величина опору трансформатора струму короткого замикання, Ом;

$Z_L$  – величина опору мережі живлення, Ом.

Розрахунок струму однофазного КЗ здійснюють для найвіддаленішого електричного приймача, яким є електричний приймач № 7 - конвеєр М8-АКС-М групи 2 ЩС3.

Відстань від джерела електричної енергії (трансформаторної підстанції) до електричного приймача:  $l_1 = 7$  м, провід АПВ 4 х 2,5;  $l_2 = 32$  м, провід АВВГ 4 х 2,5;  $l_3 = 30$  м, провід А50.

Розрахункова схема має наступний вигляд:

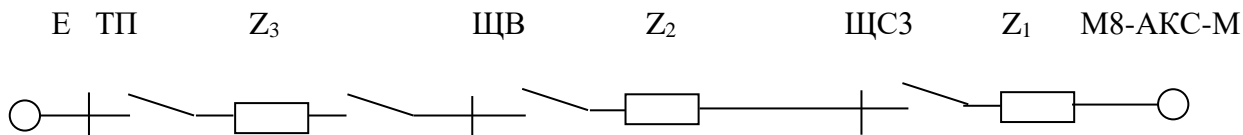
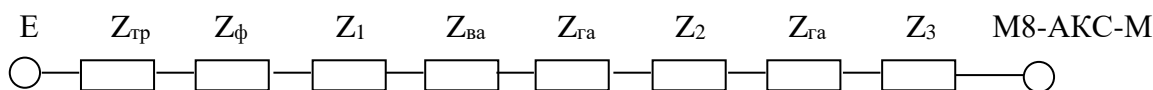


Схема заміщення має наступний вигляд:



де  $Z_{тр}$  – опір трансформатора трансформаторної підстанції струму однофазного короткого замикання; для трансформатора ТМ100/10  $Z_{тр} = 0,225$  Ом [26];  
 $Z_{ф}$  – величина опор фідера, приймаємо 0,015 Ом [26];  
 $Z_{ва}$ ,  $Z_{га}$  – величина опору ввідного і групового автоматів відповідно, приймаємо 0,01 Ом.

Опір мережі живлення можна визначити як суму опорів окремих ділянок електричної мережі за формулою:

$$Z_{Л} = Z_{ф} + Z_1 + Z_{ва} + Z_{га} + Z_2 + Z_{га} + Z_3 \quad (3.23)$$

Опір ділянки лінії визначаємо за формулою:

$$Z_{Л} = z_0 \cdot l, \quad (3.24)$$

де  $z_0$  – величина питомого опору петлі фаза-нуль [26], Ом/км.

$$Z_{Л1} = 13,2 \cdot 0,007 \cdot 2 = 0,184 \text{ Ом},$$

$$Z_{Л2} = 13,2 \cdot 0,032 \cdot 2 = 0,844 \text{ Ом},$$

$$Z_{ЛЗ} = 0,35 \cdot 0,030 \cdot 2 = 0,021 \text{ Ом},$$

$$Z_{л} = 0,015 + 0,184 + 0,01 + 0,01 + 0,844 + 0,01 + 0,021 = 1,094 \text{ Ом},$$

$$I_{КЗ} = \frac{230}{0,55 + 1,094} = 139,90 \text{ А}$$

*Перевірка на спрацьовування захисного апарата, який знаходиться найближче до місця короткого замикання*

Перевірку виконуємо за наступною умовою:

$$I_{КЗ}^{(1)} > I_{КХВ} \quad (3.25)$$

де:  $I_{КЗ}^{(1)}$  – величина струму однофазного КЗ, А;

$I_{КХВ}$  - значення мінімально допустимого струму спрацьовування найближчого до точки короткого замикання захисного апарата, А.

Струм для захисного апарата з тепловим розмикачем буде наступним:

$$I_{КХВ} = k_n \cdot I_y \quad (3.26)$$

де  $k_n$  – значення коефіцієнта надійності,

$I_y$  – величина струму вставки захисного апарата, А.

Для теплового розмикача приймаємо значення  $k_n = 3$ .

$$I_{КХВ} = 3 \cdot 1,6 = 4,8 \text{ А}$$

$4,8 < 139,90$  – бачимо, що умова виконується.

### **3.6 Призначення установки і основні характеристики**

Багатофункціональна установка для переробки соєвих бобів призначена для широкого використання на підприємствах торгівлі і громадського харчування, медичних, оздоровчих, дитячих дошкільних і навчальних установ та має розширені технологічні можливості. Крім широко відомих продуктів переробки соєвих бобів - заміника молока «Соєве молоко», спеціалізованого соєвого продукту, харчового соєвого збагачувача, майонезу, білкового фаршу і напою з відновленого сухого соєвого молока - установка дозволяє випускати додатковий асортимент.

мент різних продуктів із включенням соєвого білка: супи, пасти, креми, десерти, кетчупи. Установа відповідає вимогам державного стандарту і в комплект установки входять:

- електропарогенератор потужністю 13,5 кВт, 380 В, 50 Гц;
- розмолочно-варочний апарат 1,5 кВт, 380 В, 50 Гц;
- прес віджимний;
- прес-форми для виготовлення спеціалізованого соєвого продукту.

Розроблений варіант установки для переробки соєвих бобів - нове покоління мобільної установки для переробки соєвої продукції. Це проста в експлуатації й економічна установка періодичної дії, що обслуговується одним оператором. Вона вигідно відрізняється від аналогічних установок, вимагаючи для своєї роботи ті ж виробничі площі й інженерно-енергетичне забезпечення. Розроблений варіант установки має наступні технічні характеристики, які приведені в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 - Основні технічні характеристики установки

<i>Характеристика</i>	<i>Одиниця виміру</i>	<i>Значення</i>
1. Ємність:		
- котла парогенератора на воді	л	9,0
- бака розмолочно-варочного апарата	л	24,0
- бака віджимного преса	л	20,0
- відра (каструлі) для збору продуктів	л	20,0
- прес-форми для спецпродукту	см <sup>3</sup>	8662,0
2. Тиск пари:		
- у котлі парогенератора	кгс/см <sup>2</sup>	0,3-3,0
- у баці розмолочно-варочного апарата	кгс/см <sup>2</sup>	0,3-1,2
3. Вид струму - змінний, напруга	В	3 ~ 380
4. Встановлена потужність:		
- парогенератора:	кВт	13,5
- розмолочно-варочного апарата:	кВт	1,5



Розроблена установка відрізняється від аналогів такими параметрами:

- збільшеним об'ємом розмолочно-варочного апарата і, відповідно, продуктивністю за робочий цикл;
- новою системою розмелювальних ножів, що дозволяє скоротити час розмелу і забезпечити більш тонкий розмел бобів;
- системою охолодження продукту, що дозволяє при необхідності остудити його безпосередньо в розмолочно-варочному апараті;
- системою видавлювання густих пастоподібних і желеподібних продуктів з котла розмолочно-варочного апарата.

Запропонована конструкція розмолочно-варочного апарата дозволяє забезпечити велику гнучкість технологічного процесу й одержувати продукти з включенням соєвих бобів, що відповідають підвищеним санітарно-гігієнічним і споживчим вимогам.

### 3.7 Розробка пристрою керування установкою

#### *Опис роботи установки*

Установка для переробки ріпакового насіння складається з наступних компонентів (рис. 3.1):

**РВА** – розмолочно-варочного апарата, в якому відбувається розмелення бобів і термічна обробка;

**ВО** – віджимного преса, вихідним продуктом преса є спеціальний продукт;

**ПК** – парового котла, в якому одержують пару, необхідну для термічної обробки продукту. Котел повинен мати автоматику, що в залежності від одержуваного продукту буде змінювати температуру і кількість виробленої пари;

**ЕМК** – електромагнітний клапан, призначений для керування подачею холодної води в паровий котел;

**Н** – водяний насос, необхідний для подачі холодної води в паровий котел. При підключенні установки до централізованої системи водопостачання може бути відсутнім;

**РТ** – регулятор температури, призначений для підтримки температури в паровому котлі в заданих межах;

**РРВ** – призначений для регулювання рівня води в паровому котлі.

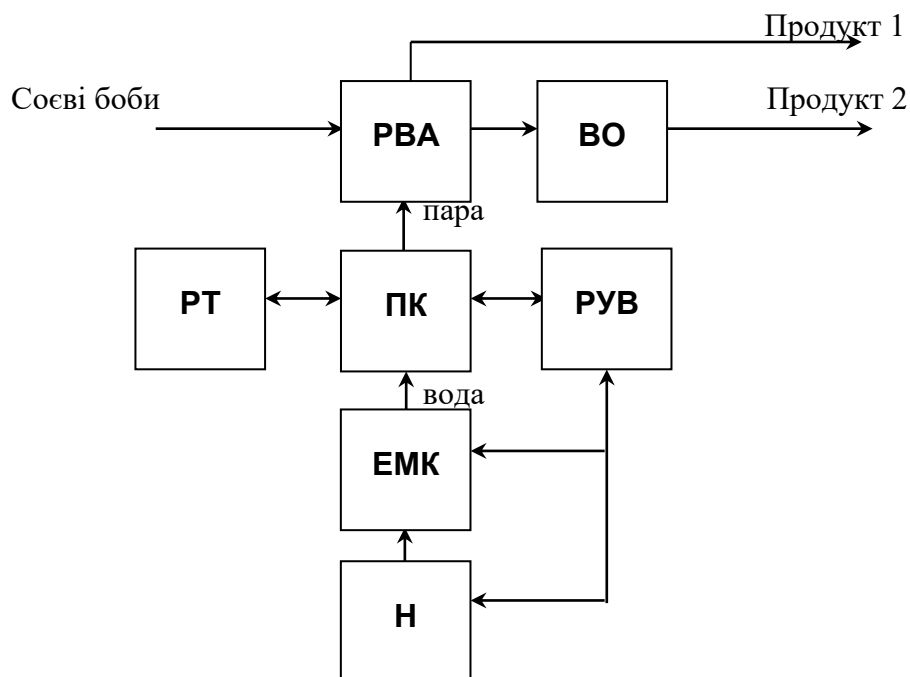


Рисунок 3.1. Структурна схема установки для переробки соєвих бобів

Очищені, промиті і вимочені у воді боби або заздалегідь підготовлені компоненти рецептурного складу продукту завантажуються через завантажувальний бункер розмолочно-варочного апарата в його бак. У баці розмолочно-варочного апарата здійснюються основні технологічні процеси готування продукту: розмелювання, перемішування, нагрівання або варіння, охолодження і зливання або видавлювання нефільтрованого (розвар для заміника молока «Соєве молоко») або остаточне приготовленого продукту. Склад вихідної сировини, рецептурний склад, технологічні прийоми і методи приготування того або іншого спецпродукту докладно описуються в технологічних інструкціях на виготовлення конкретного продукту.

Електропарогенератор призначений для одержання насиченої водяної пари надлишковим тиском 1-3 кгс/см<sup>2</sup> і є невід'ємною частиною установки. Котел парогенератора повинен працювати на воді, що відповідає ДСТ 2874-82, з тиском води в мережі не менше 2,0-2,5 кгс/см<sup>2</sup>.

Електропарогенератор комплектується автоматикою керування і забезпечує автоматичну підтримку рівня води в котлі і роботу електронагрівальних приладів відповідно до режиму, що задається оператором.

Електропарогенератор складається з наступних основних частин:

- котел;
- нагрівальні елементи загальною потужністю 13,5 кВт, 380 В;
- прилади контролю і регулювання процесу;
- система підживлення водою і дренажу;
- система витрати пари;
- автоматика регулювання процесу;
- кожух.

Котел являє собою зварену циліндричну посудину з плоскими днищами, у які приварені штуцера для системи водопостачання і витрати пари, а також фланці для кріплення нагрівальних елементів. До корпусу котла приварені дві опори, до яких кріпляться ніжки котла, що забезпечують регулювання котла в горизонтальне положення. Для зменшення теплових втрат і забезпечення безпечної роботи котел теплоізований.

Нагрівання води в котлі забезпечують три трубчастих нагрівальних елементи (ТЕН) потужністю по 4,5 кВт, встановлених на переднім днищі котла в горизонтальному положенні. ТЕНи кріпляться до казана за допомогою фланців. Паранітова прокладка забезпечує герметичність у котлі.

Прилади контролю і регулювання процесу:

- манометр МП2-УУ2 з межею тиску 4-6 кгс/см<sup>2</sup> встановлений на лицьовій панелі кожуха котла через манометричну трубку з накидними гайками;
- клапан запобіжний пружинного типу КПЗ-2 розрахований на максимальний тиск - 4,0 кгс/см<sup>2</sup>. Тиск повного відкриття клапана - 6 кгс/см<sup>2</sup>. Клапан призначений для автоматичного випуску пари з котла при підвищенні робочого тиску в ньому понад допустимий. Клапан забезпечений ручкою підриву тиску, необхідного для періодичної перевірки його працездатності;

- електронний регулятор температури призначений для підтримки заданої температури води в котлі. Датчик регулятора встановлений на лицьовій панелі кожуха. Діапазон регулювання температури, застосованого в електропарогенераторі регулятора, 90-150 °С, розкид спрацьовування не більше 2,5%;

- водомірне скло встановлене праворуч на задній панелі кожуха. Трубка виготовлена з кварцового скла і забезпечує міцність по заданих параметрах роботи котла. У передній частині на трубці встановлено захист, знімати яку в процесі роботи казана забороняється. В окремих модифікаціях замість манометра МП2-УУ2 і датчика регулювання температури може бути встановлений електроконтактний манометр ДМ 2010 С.

Система підживлення котла водою і дренажу. Підживлення котла водою забезпечується за рахунок тиску води у водопровідній системі (не менше 2,0-2,5 кгс/см<sup>2</sup>) при відкритому соленоїдному клапані на гребінці системи живлення. На цій же гребінці встановлені два зворотних клапани, водяний сітчастий фільтр і кульовий клапан.

Система витрати пари включає кульовий кран і шланг (металофторопластовий рукав) довжиною 1 м, що за допомогою двох штуцерів з накидними гайками з'єднує парогенератор з розмолочно-варочним апаратом (РВА) установки. Технічна характеристика рукава розрахована на температурний режим парогенератора.

#### *Пристрій керування установкою*

Пристрій керування установкою для переробки соєвих бобів складається з магнітного пускача К1 другої величини котла, що включає нагрівальні елементи, у колі живлення пускача включений контакт електронного терморегулятора, що має діапазон регулювання температури 90÷150 °С і розкид спрацьовування не більше 2,5%, і контакт реле К2, що в свою чергу керується регулятором рівня води.

Регулятор рівня води складається з блоку живлення, що складається з трансформатора Т1, діодного моста VD1, конденсатора С1 і інтегрального стабілізатора DD1, датчика рівня води, інтегрального ключа DD2; на виході ключа встановлений підсилювач на транзисторі VT1 навантаженням якого є котушка реле К2. Регулятор рівня води має три індикатори, по яких можна визначити режим роботи установки: "Мережа", "Заповнення водою", "Нагрівання".

Регулятор температури призначений для автоматичної підтримки постійної температури пари на виході парогенератора. У практичному застосуванні є чимало подібних електронних пристроїв, однак деякі з них небезпечні в експлуатації, так як елементи регулювання і датчик не мають гальванічної розв'язки з мережею живлення. Інші є складними у виготовленні або вимагають спеціального окремого джерела для їхнього живлення, що приводить до збільшення габаритів і маси пристрою.

Запропонований варіант термостабілізатора позбавлений від цих недоліків і забезпечує підтримку температури пари з точністю до  $0.1^{\circ}\text{C}$ . При зазначених номіналах вимірювального моста поріг температури можна встановлювати в межах від  $100$  до  $145^{\circ}\text{C}$ . Передбачена також можливість регулювання ширини зони нечутливості (тобто ширини температурного інтервалу від моменту включення до моменту відключення нагрівача) від  $0.1$  до  $2^{\circ}\text{C}$ . Потужність, споживана термостабілізатором від мережі, складає близько  $3\text{ Вт}$ .

Пристрій являє собою сукупність трьох функціональних вузлів: електронного термореле, двотактного напівмостового перетворювача напруги і триністорного ключа.

Електронне термореле складається з компаратора напруги DA1 і вимірювального моста. Датчиком температури служить терморезистор RK1. Він включений в одне з пліч вимірювального резистивного моста R1R2R3R4RK1, що живиться стабілізованою напругою. Фільтр R5R6C2 призначений для ослаблення впливу перешкод, що наводяться на провідники, що з'єднують термодатчик з електронним блоком. Резистор R2 служить для встановлення температури. Резистором R7 встановлюють ширину «гістерезису» компаратора або, інакше кажучи, ширину зони нечутливості. Наявність «гістерезиса» компаратора

виключає часте переключення нагрівача поблизу граничної температури. Точність підтримки температури максимальна при мінімальній ширині зони нечутливості.

Світлодіод HL1 індикує включення нагрівача. Тиристорні оптрони U1 і U2 виконують функції ключів у колах керування триністорів VS1 і VS2. Оптрони забезпечують гальванічну розв'язку між термореле і триністорним ключем.

Застосування двохактного напівмостового перетворювача дозволило обійтись без великого і важкого мережного трансформатора, що дало можливість, по-перше, різко скоротити габарити і масу термостабілізатора і, по-друге, поєднати в одному вузлі функцію джерела живлення і генератора імпульсів керування триністорами. У перетворювач входять транзистори VT1 — VT3, конденсатори C4, C5 і високочастотний трансформатор T1. Робоча частота генерації перетворювача складає близько 20 кГц. У літературі докладно описані пристрій і принцип роботи подібних перетворювачів, тому ми, в основному, звернули увагу на відмінні риси.

Змінна напруга мережі через захисний фільтр C11L1L2C10 і баластові резистори R17, R18 надходить на випрямний міст VD5. Призначення захисного фільтра — усунути проникнення високочастотної напруги від перетворювача в мережу живлення; ця напруга може стати джерелом перешкод при прийомі радіо- і телепрограм. На виході моста VD5 включений стабілітрон VD4, що обмежує вихідну напругу на рівні 150 В. Таке схемне рішення дозволило використовувати конденсатори C4, C5, C9 на меншу номінальну напругу і низьковольтні транзистори VT1, VT2.

Для забезпечення надійного запуску перетворювача і стійкості його роботи служить вузол, зібраний на резисторах R14, R15, R16, транзисторі VT3, конденсаторі C8 і лампі VL1. Цей вузол, як показала практика, при пониженій напрузі працює надійно і не вимагає добірки транзисторів.

Після включення живлення починає заряджатися конденсатор C8 через резистори R15 і R16. При досягненні напруги на конденсаторі 70...85 В відбувається його розрядка через лампу VL1, резистор R16 і емітерний перехід транзистора VT2, після чого перетворювач запускається. Резистор R16 обмежує

імпульс струму розрядки конденсатора С8. Позитивні напівперіоди напруги, що знімається з обмотки 8—9 трансформатора Т1, періодично відкривають транзистор VT3. У результаті конденсатор С8 залишається розрядженим. Якщо з якої-небудь причини перетворювач зупиниться, то конденсатор С8 знову починає заряджатися, буде сформований імпульс запуску і перетворювач знову запусниться.

Напругу з вторинної обмотки 1 з трансформатора Т1 випрямляють діоди VD2, VD3. Випрямлена напруга згладжується конденсаторами С1, С3 і стабілізується параметричним стабілізатором VD1R10. Світлодіод HL2 служить для контролю роботи перетворювача. З обмоток 4—5, 6—7 трансформатора знімається напруга, з якої оптрони U1, U2 формують пачки імпульсів керування триністорами VS1, VS2 електронні ключі.

#### *Розробка конструктивного виконання*

Автоматика регулювання процесу встановлюється на знімній панелі, яка встановлена на фронтальній частині котла під передньою кришкою кожуха. Вона забезпечує сталу роботу котла при підтримці заданих режимів його роботи. Кожух виконується з полірованої нержавіючої сталі марки 08Х18Н10Т. На бічних панелях кожуха котла є жалюзі, що забезпечують вентиляцію автоматики керування. З лівої сторони на передній панелі корпусу встановлена розетка РД для підключення побутового насосу типу «Кама» (0,5 кВт, 220 В) при відсутності необхідного тиску в системі водопостачання цеху. Заземлення кожуха виконується до задньої панелі кожуха.

Термостабілізатор змонтований на односторонній друкованій платі з фольгованого склотекстоліту товщиною 2 мм (рис. 3.2). У пристрої використані постійні резистори МЛТ, змінні - СП4-1 (R2, R7); конденсатори К73-17 (С4, С5, С8, С10, С11), КМ6 (С2, С3, С6, С7), К50-35 (С1; С9). Змінні резистори R2, R7 закріплені на платі за допомогою кутника з дюралюмінію.

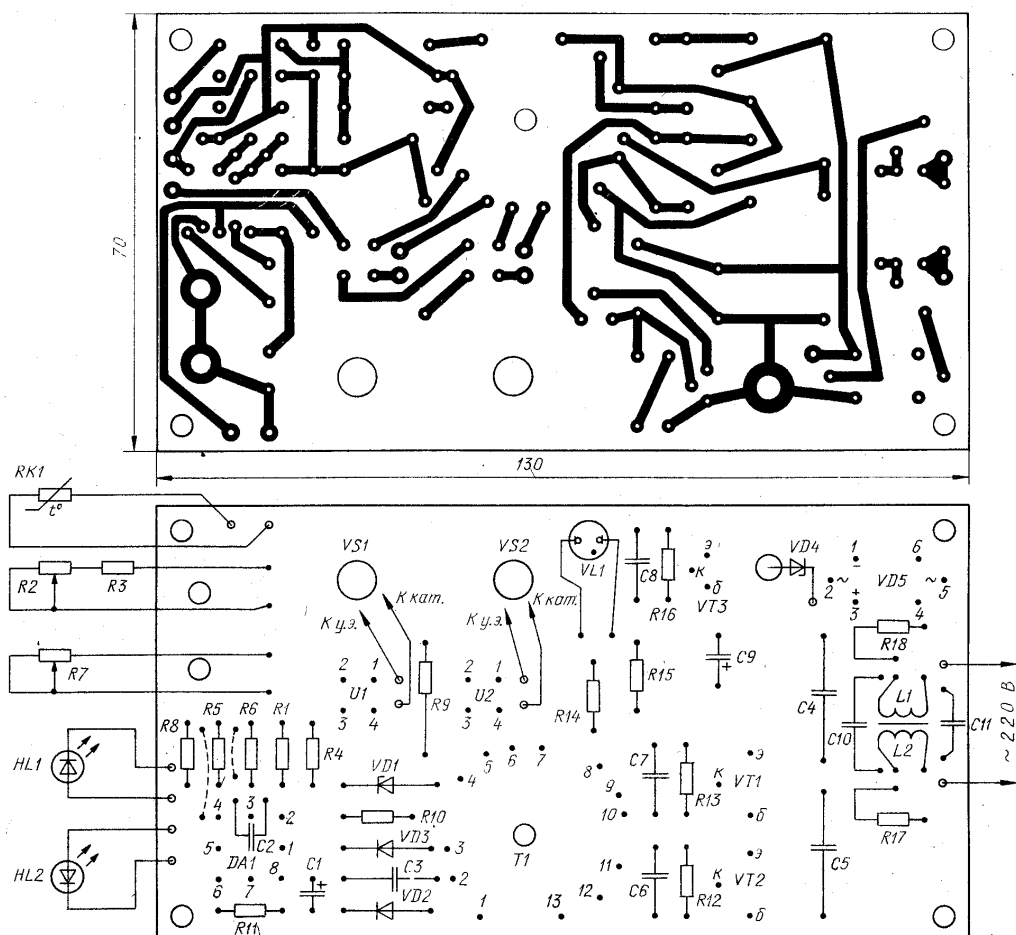


Рисунок 3.2. Друкована плата терморегулятора з розміщеними елементами

Можливе застосування будь якого терморезистора КМТ (RK1) опором від 22 до 100 кОм, але при цьому для збереження меж регулювання необхідно пропорційно змінити опір резисторів R2, R3. Транзистори VT1, VT2 необхідно підібрати з близькими значеннями статичного коефіцієнта передачі струму. Можлива заміна транзисторів КТ602Б на будь-які із серій КТ604, КТ605, КТ611. Замість транзистора КТ315Б підійде кожний із серій КТ301, КТ312, КТ3102. Діоди Д223 можна замінити на будь-які із серій КД521, КД522.

### 3.8 Оцінка надійності розробленого пристрою

Надійність відображає властивість об'єкта зберігати в часі та у встановлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність об'єкта виконувати необхідні функції в заданих режимах і умовах застосування, технічного обслуговування, ремонтів, збереження і транспортування. Надійність є складною комплексною властивістю, що у залежності від призначення об'єкта й умов його



застосування складається з поєднання властивостей: безвідмовності, довговічності, ремонтпридатності і збереження.

Інтенсивність відмов  $\lambda_0(t)$  дорівнює сумі значень інтенсивності відмов всіх елементів, що входять до складу даного об'єкта:

$$\lambda_0(t) = \lambda_1(t) + \lambda_2(t) + \dots + \lambda_n(t) \quad (3.27)$$

Якщо об'єкт містить у собі кілька груп однотипних елементів, то більш доцільно визначити інтенсивність відмов кожної з цих груп за формулою:

$$\lambda_0(t) = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^l n_i \lambda_i(t), \quad (3.28)$$

де  $k$  – число груп елементів;

$l$  – число елементів у групі.

Інтенсивність відмов кожного з елементів визначається за довідковими даними. Показники надійності залежать від умов експлуатації автоматичних систем. Ці умови приблизно враховуються експлуатаційним коефіцієнтом  $a$ :

$$\lambda_e(t) = a \cdot \lambda_0(t) \quad (3.29)$$

де:  $\lambda_e(t)$  – інтенсивність відмов об'єкта з урахуванням умов експлуатації;

$a$  – експлуатаційний коефіцієнт.

Приблизну імовірність безвідмовної роботи об'єктів, що знаходяться в експлуатації, можна визначити експериментальним шляхом за наступною формулою:

$$P(t) \approx \frac{N_0 - n(t)}{N_{cp}} \quad (3.30)$$

де  $N_0$  – число об'єктів, що справно працюють у початковий момент експлуатації;

$n(t)$  – число об'єктів, що відмовили за час експлуатації;

$N_{cp}$  – середнє число справно працюючих елементів за час  $t$ .

Для систем автоматизації найбільше практичне значення має експонентний закон розподілу. При такому законі розподілу для етапу нормальної експлуатації:

$$P(t) = e^{-\lambda(t)t} \quad (3.31)$$

У будь-якому випадку відповідно до вимог державних стандартів імовірність безвідмовної роботи сільськогосподарської техніки повинна бути не нижче показника 0.8. Величину наробітку до відмови можна визначити за результатами контрольованої експлуатації у вигляді середнього значення часу роботи об'єкта між відмовами за формулою:

$$T_0 \approx \frac{t_1 + t_2 + \dots + t_n}{n}, \quad (3.32)$$

де  $t_i$  - час роботи об'єкта між черговими відмовами.

При аналітичному визначенні значення  $T_0$ , виходячи з визначення наробітку до відмови:

$$T_0 = \int_0^{\infty} P(t) dt \quad (3.33)$$

На етапі нормальної експлуатації можна прийняти що  $\lambda(t) = \text{const}$ , тоді наробіток до відмови може бути з достатньою імовірністю визначений як:

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_s(t)} \quad (3.34)$$

На підставі принципової схеми і нормованих показників відмов складаємо таблицю інтенсивності відмов елементів системи (табл. 3.7).

Сумарна інтенсивність відмов

$$\lambda(t) = 16,25 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}$$

З урахуванням умов експлуатації вона буде рівною:

$$\lambda_e(t) = 1 \cdot 16,25 \cdot 10^{-6} = 16,25 \cdot 10^{-6} \text{ 1/год.}$$

Таблиця 3.7 - Нормована інтенсивність відмов елементів установки

Найменування елемента	К-ть, шт	Інтенсивність відмов, $10^{-6}$
Магнітний пускач	1	0,55
Діодний міст	1	0,8
Автоматичний вимикач	1	0,75
Конденсатор	1	0,1
Реле проміжне	1	0,8
Кнопка	1	3,2
Мікросхема	2	0,2
Резистор	5	0,35
Світлодіод	3	2,4
Діод	1	0,8
Транзистор	1	0,3
Трансформатор	1	4,4
Термореле	1	0,8
Електромагнітний клапан	1	0,8
<i>Всього:</i>		<i>16,25</i>

Час наробітку установки до відмови буде становити:

$$T_0 = \frac{1}{\lambda_0(t)} = \frac{1}{16,25 \cdot 10^{-6}} = 61538,46 \quad \text{год}$$

Час безвідмовної роботи при роботі установки на протязі 8-и годин на день 12 місяців на рік буде рівною:

$$T = T_0/t_m = 61538,46/ 2920 = 21,07 \text{ років}$$

Тоді імовірність безвідмовної роботи буде становити:

$$P(t) = e^{-\lambda_0(t)t_p} = e^{-16,25 \cdot 10^{-6} \cdot 2920} = 0,99$$

Отже, отримане значення імовірності безвідмовної роботи більше нормованого значення (0,8).

## 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

Вихідні дані: цех харчових продуктів агрофірми «Агропродсервіс» розташований в с. Настасів Тернопільського району Тернопільської області.

Кліматичний сезонний коефіцієнт складає 1,4. Ґрунт являє собою чорнозем. Питомий електричний опір ґрунту складає 200 Ом·м. Цех харчових продуктів розташований у IV районі за вітром. Швидкісний напір вітру складає 34,3 Н/м<sup>2</sup>, 15 м/с. Район за ожеледицею – IV. Товщина стінки ожеледі складає 15 мм. Середньорічна тривалість громовиць складає 40 ... 60 годин.

Аналіз потенційних небезпек, що виникають внаслідок впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів, і засоби попередження цього небезпечного впливу приведені в табл. 4.1.

### 4.1 Розрахунок заземлення трансформаторної підстанції

На підстанції споживачів для загального заземлюючого пристрою з урахуванням всіх повторних заземлень, при кількості відхідних ліній не менше 2-х, допустима величина опору для напруги 380/220 В складає  $R_{\text{дон}} = 4 \text{ Ом}$  [33].

Так як питомий опір  $\rho = 200 \text{ Ом}\cdot\text{м} > 100 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ , то і допустимий опір заземлення може бути збільшений в  $\rho/100$  разів, тобто

$$R_{\text{дон}}' = R_{\text{дон}} \cdot \rho/100, \quad (4.1)$$

$$R_{\text{дон}}' = 4 \cdot 200/100 = 8 \text{ Ом}.$$

Питомий електричний опір ґрунту  $\rho = 200 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ .

Кліматичний сезонний коефіцієнт  $K_c = 1,4$ .

Тоді 
$$\rho' = K_c \cdot \rho, \quad (4.2)$$

$$\rho' = 1,4 \cdot 200 = 280 \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

Таблиця 4.1 - Аналіз потенційних небезпек шкідливих виробничих факторів

Технологічні операції, устаткування, інструмент	Вид небезпек	Джерела небезпек	Вимоги безпеки		Вимоги виробничої санітарії	Особи, що здійснюють контроль над дотриманням ТБ
			До персоналу	До устаткування		
Очищення овочів	Попадання руками в обертові частини	Привід очистки машини	Інструктаж з ТБ. Застібнутий і заправлений одяг	Захисні кожухи, контраст рухомих частин	E = 100 лк, t = 23 °C, φ = 60-75%	Бригадир
Різання овочів	Попадання руками в обертові частини	Привід машини	Інструктаж з ТБ. Застібнутий і заправлений одяг	Захисні кожухи, контраст рухомих частин	E = 100 лк, t = 23 °C, φ = 60-75%	Бригадир
Різання овочів	Попадання руками в зону роботи ножів	Ножі	Інструктаж з ТБ	Механічне і електричне блокування	E = 100 лк, t = 23 °C, φ = 60-75%	Бригадир
Транспортери, насоси, вентилятори	Попадання руками в обертові частини	Привід механізму в	Інструктаж з ТБ. Обмеження доступу людей	Захисні кожухи, контраст рухомих частин	t = 23 °C, φ = 60-75%	Бригадир
Готування соєвого молока	Можливість опіку	Парогенератор, паропроводи, розмолочно-варочний апарат	Інструктаж з ТБ	Теплоізоляція, попереджуючі надписи	E = 100 лк, t = 23 °C, φ = 60-75%	Бригадир
Ремонт і ТО технологічного устаткування	Поразка електричним струмом, попадання руками в обертові частини	Будь-яке технологічне устаткування	Інструктаж з ТБ, відповідна кваліфікація ремонтного персоналу, група допуску III і вище	Можливість повного відключення установок, наявність пристроїв захисного відключення	—	Бригадир

Визначимо опір розтіканню електричному струму одиночного заземлювача. Для стержня на глибині  $h = 0.6$  м довжиною 5 м і діаметром  $d = 16 \cdot 10^{-3}$  м він буде становити:

$$R_{\epsilon} = \frac{\rho'}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot l}{d} + 0,5 \ln \frac{4 \cdot t + 3 \cdot l}{4 \cdot t + l} \right), \quad (4.3)$$

де  $\rho'$  – приведений питомий опір ґрунту, Ом·м;

$l$  – довжина стрижня, м;

$d$  – діаметр стрижня, м;

$t$  – глибина центра стрижня, м.

$$t = l/2 + h \quad (4.4)$$

$$t = 5/2 + 0,6 = 3,1.$$

$$R_{\epsilon} = \frac{280}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \cdot \left( \ln \frac{2 \cdot 5}{0,016} + 0,5 \ln \frac{4 \cdot 3,1 + 3 \cdot 5}{4 \cdot 3,1 + 5} \right) = 59,4 \text{ Ом}$$

Визначимо необхідну кількість вертикальних заземлювачів:

$$n_m = R_{\epsilon} / R_{\text{дон}}, \quad (4.5)$$

де  $n_m$  - теоретична кількість стержнів.

$$n_m = 59,4/8 = 7,425 \text{ шт. Приймаємо } n_m = 7 \text{ шт.}$$

Виберемо дійсну кількість стержнів:

$$n_{\partial} = n_m / k, \quad (4.6)$$

де  $k$  – коефіцієнт взаємного екранування.

Для  $a/l = 2$  при кількості  $n = 8$ :  $k = 0,71$  при розміщенні електродів по контуру.

$$n_{\partial} = 7/0,71 = 9,86 \text{ шт. Приймаємо } n_{\partial} = 10 \text{ шт.}$$

Тоді опір джерела електродів  $R_o$  буде рівний:

$$R_o = R_{\epsilon} / n_{\partial} \quad (4.7)$$

$$R_o = 59,4/10 = 5,94 \text{ Ом}$$

Визначимо довжину з'єднувальної смуги для електродів, розміщених по контуру за формулою [34]:

$$L_n = a \cdot n \quad (4.8)$$

де  $a$  – відстань між електродами, м;

$n$  – дійсна кількість електродів, шт.

Приймаємо  $a = 10$  м.

$$L_n = 10 \cdot 10 = 100 \text{ м.}$$

Розрахуємо опір одиночної з'єднувальної смуги за формулою (рис. 4.1):

$$R_g = \frac{\rho'}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_n}{b \cdot h} \quad (4.9)$$

де  $b$  - ширина смуги, м.

Приймаємо  $b = 0,04$  м.

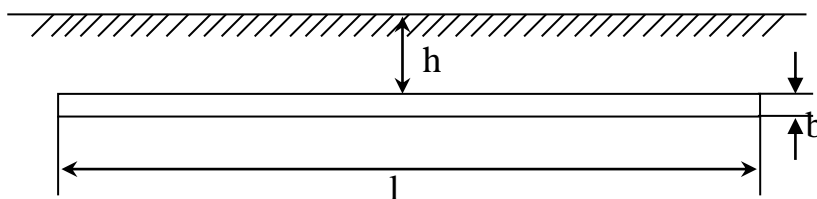


Рисунок 4.1 - Одиночна з'єднувальна смуга

$$R_g = \frac{280}{2 \cdot 3,14 \cdot 100} \cdot \ln \frac{2 \cdot 100^2_n}{40 \cdot 10^{-3} \cdot 0,6} = 6,13 \text{ Ом.}$$

Визначимо опір заземлюючого пристрою за формулою:

$$R_{зп} = \frac{R_0 \cdot R_n}{(R_0 + R_n) \cdot K_z}, \quad (4.10)$$

де  $K_z$  – коефіцієнт взаємного впливу вертикальних електродів і з'єднувальної смуги.

Для  $a/l = 2$  при числі стрижнів  $n = 10$  при розміщенні електродів по контуру приймаємо  $K_z = 0,4$ .

$$R_{3П} = \frac{5,94 \cdot 6,13}{(5,94 + 6,13) \cdot 0,4} = 7,54 \text{ Ом.}$$

Умова  $R_{3П} \leq R_{дон} \leq 8 \text{ Ом}$  виконується. Отже, заземлюючий пристрій розрахований вірно.

Витрата матеріалів для спорудження заземлювача складе: число стержнів – 10 шт., довжина стержня – 5 м, діаметр стержнів – 16 мм.

Довжина всіх стержнів:

$$L_{заг. ст} = n \cdot l_{ст} = 10 \cdot 5 = 50 \text{ м.}$$

Довжина з'єднувальної смуги – 100 м, довжина стержня від трансформаторної підстанції до смуги – 1 м.

#### 4.2 Розрахунок громозахисту цеху харчових продуктів

Цех харчових продуктів відноситься до II категорії пристроїв громозахисту (зона B).

Будинки і споруди, віднесені для будови громозахисту до II категорії, захищаються від прямих ударів блискавки і від занесення високих потенціалів через підземні металеві комунікації [35].

Очікувана кількість уражень на рік будинку або споруди, не обладнаних громозахистом, визначається за формулою:

$$N = [(S + 6 \cdot h) \cdot (L + 6 \cdot h) - 7,7 \cdot h^2] \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (4.11)$$

де  $L$  і  $S$  - відповідно довжина і ширина цеху, м;

$h$  – найбільша висота цеху, м;

$n$  – середньорічне число ударів блискавок у 1 км<sup>2</sup> земної поверхні в районі розташування молочного блоку.

$$N = [(31,4 + 6 \cdot 6) \cdot (31,87 + 6 \cdot 6) - 7,7 \cdot 6^2] \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 0,017.$$

Цех харчових продуктів відносяться до III категорії об'єктів по громозахисту, тобто проєктований об'єкт підлягає захисту від усіх видів впливу громового розряду.



Для об'єктів III категорії, що мають дах, громозахист доцільно виконувати у вигляді сталеві сітки з дроту  $d = 6$  мм.

Вузли сітки повинні бути звареними. Струмопроводи прокладаються не рідше 25 м.

Опір розтіканню струму заземлювачів не більше 10 Ом. Заземлюючі спуски проводяться паралельно до фундаменту (рис. 4.2).

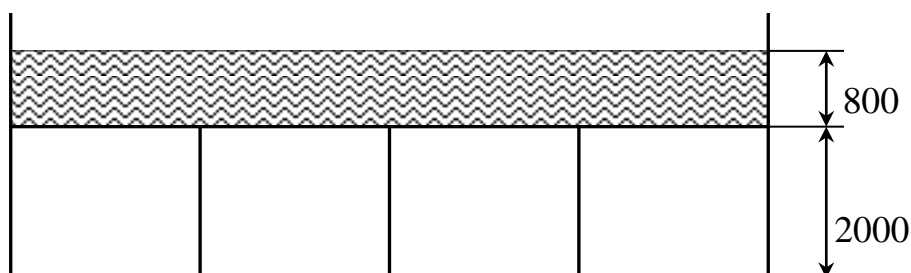


Рисунок 4.2 - Заземлювач громозахисту

Матеріал заземлювача: кутник 40 x 40 x 4 мм, смуга 4 x 40 мм.

### 4.3 Проблеми знезаражування води в сучасних умовах господарювання

Першорядне значення в підвищенні стійкості роботи об'єкта агропромислового комплексу має організація надійного захисту людей, тварин, продуктів тваринництва, рослин і продуктів рослинництва від впливу сучасних засобів нападу надзвичайних ситуацій, а також забезпечення й організацію робіт з ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій і відновленню нормальної виробничої діяльності об'єкта [36].

Серед багатьох галузей сучасної техніки, спрямованих на підвищення рівня життя людей, благоустрою населених місць і розвитку промисловості, водопостачання займає одне із основних місце.

Проблеми водопостачання - це проблеми соціально значимі. Підприємства, що здійснюють забір води з водних джерел, її очищення, за рівнем поставлених задач і оборотних коштів займають одне з ведучих місць у регіоні. А отже, ефективність використання матеріальних ресурсів у даній галузі так чи інакше позначається на загальному рівні добробуту і здоров'ї людей, що проживають на даній території.

Макроекономічні зміни в Україні вплинули на сектор водопостачання і каналізації по різних напрямках. Хронічний недобір податків і дефіцит бюджету перешкоджають наданню урядом великих субсидій, що підтримували функціонування систем водопостачання в минулому. Скорочені доходи домогосподарств і обсяги промислового виробництва обмежують рівень тарифів, що могли б бути встановлені для споживачів. У результаті водоканали - муніципальні підприємства, що здійснюють утримання і експлуатацію систем водопостачання - не мають достатніх фінансових ресурсів для забезпечення адекватного рівня утримання і так необхідної реконструкції та ремонту системи. Інвестиції в нові спорудження практично призупинені. Фінансовий голод привів до стійкого погіршення якості і зниження безпеки послуг. У деяких місцях поганий стан служб водопостачання створює загрозу здоров'ю населення, аварійність у 2,5 рази більше, ніж у країнах Східної Європи. Ненадійність надання послуг водопостачання породило загальну незадоволеність з боку населення [37].

Технологія очищення і підготовки питної води містить у собі її знезаражування.

У сучасних умовах знезаражування стало чи не єдиним обов'язковим процесом у багатоступінчастій системі очищення води питного водопостачання. Коагулювання і фільтрування води через пісок звільняють її від суспендированих домішок і частково знижують її бактеріальне забруднення. Але тільки знезаражуванням води можна на 98% очистити воду від патогенних (хвороботворних) мікроорганізмів. У зв'язку з цим пошук і впровадження найбільш раціонального способу знезаражування води з проблеми актуальної переходить у розділ соціально значимих.

ВАТ «Тернопільводоканал», яке обслуговує також агрофірму «Агропродсервіс», пропонує свої послуги підприємствам водопровідного і каналізаційного господарства для вирішення проблем розвитку і реконструкції очисних споруд, зокрема, у будівництві й експлуатації систем знезаражування питної води.

Підготовка об'єктів до відновлення повинна передбачати плани першочергових відбудовних робіт по декількох варіантах можливого ушкодження, руйнування об'єкта з використанням сил самих об'єктів, наявних будівельних матеріалів, з врахуванням, при необхідності, розміщення устаткування на відкритих площадках, перерозподілу робочої сили, приміщень і устаткування.

Знезаражування води може бути здійснено за допомогою різних методів, що частково використовуються на ВАТ «Тернопільводоканал».

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В результаті виконання кваліфікаційної роботи було виконано розробку системи електропостачання цеху харчових продуктів агрофірми «Агропрод-сервіс» Тернопільського району Тернопільської області, яке знаходиться в с. Настасів, та установки з виробництва соєвого молока.

В ході виконання кваліфікаційної роботи була проведена характеристика об'єкта господарювання, виконано розрахунок і вибір електроустановок системи вентиляції, системи опалення, системи водопостачання, розраховані електричні навантаження, вибрано силовий трансформатор, розраховано і вибрано провідники силової мережі та виконано розрахунок струмів короткого замикання, розроблено пристрій керування установкою для переробки соєвих бобів та розраховано оцінку надійності.

Після проведення розрахунків були отримані наступні результати:

1. Для системи вентиляції вибрано вентилятор Ц4-70 №5 продуктивністю  $8300 \text{ м}^3/\text{год}$ , приводний двигун 4А80В4У3 потужністю  $1,5 \text{ кВт}$ .

2. Для підігріву приточного повітря в холодний період вибрано електрокалорифер потужністю 20% від розрахункової – СФОЦ 25/0,5Т з встановленою потужністю  $23,25 \text{ кВт}$ , потужність електрокалорифера -  $22,5 \text{ кВт}$ .

3. Для водопостачання виробництва буде достатньо існуючої міської системи водопостачання від централізованої насосної станції.

4. Повна розрахункова потужність цеху харчових продуктів склала  $70,35 \text{ кВА}$ , реактивна –  $39,24 \text{ кВАр}$ .

5. Розрахункова потужність ТП склала  $137,33 \text{ кВА}$ . Обраний трансформатор відповідає умовам систематично допустимого перевантаженню в нормальному і післяаварійному режимах.

6. Для захисту електричних мереж від струмів короткого замикання і перевантажень вибрано автомат ВА 51-25:  $I_n = 25 \text{ А}$ ;  $I_{тр} = 3.15 \text{ А}$ ;  $I_{емр} = 22.05 \text{ А}$ .

7. Сумарна інтенсивність відмов розробленого апарата склала  $16,25 \cdot 10^{-6}$  *l/год*, час наробітку установки до відмови 61538,46 *год.*, час безвідмовної роботи при роботі установки на протязі 8-и годин у день 12 місяців на рік становить 21,07 *років*, що є більшим за нормоване значення.

В перспективі передбачається утилізація каналізаційних відходів з подальшою переробкою їх для одержання поновлювальних джерел енергії із застосуванням цієї енергії в виробничому циклі підприємства.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Скопенко Н. Агропромисловий сектор: сучасний стан, тенденції та перспективи розвитку: Економічний аналіз. – 2011. – Вип. 8. – Ч. 1. – С. 179- 183
2. Законодавство та право в агропромисловому комплексі України: Навчальний посібник. – Вінниця: ПП «Едельвейс і К», 2011. – 334с.
3. Рубаненко О.Є., Рубаненко О.О. Електрифікація і автоматизація сільськогосподарського виробництва. Методичні вказівки для самостійної роботи для студентів агрономічного факультету спеціальностей, 6.130102 «Агрономія», форма навчання денна – Вінниця: РВВ ВНАУ, 2012. – 40 с.
4. Технологія вирощування сої: основні аспекти, поради науковців та досвід практиків. Частина 1. Режим доступу: <https://superagronom.com/articles/686-tehnologiya-viroschuvannya-soyi-osnovni-aspekti-poradi-naukovtsiv-ta-dosvid-praktikiv>
5. Крайнов Т. К. Економіко-енергетичний аналіз технологій вирощування зернобобових культур / Т. К. Крайнов // Інноваційна економіка: наук.-виробн. журнал. – 2011. – №3. – С. 110-114.
6. Бабіч А.К. Розміщення посівів і технологія вирощування сої в Україні / А.К. Бабіч, А.Б. Побережна, А.Б. Немцов // Пропозиція.–2011.–№ 5.– С.35-41.
7. Шевніков М.Я. Соя – важливий компонент для ефективного використання біокліматичного потенціалу лівобережної частини Лісостепу України / М.Я. Шевніков // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2009. – № 1. – С. 9-12.
8. Бритвенко А., Семенов А., Тулопов Д. Маркетингові інформаційні системи в АПК // Вісник Бердянського університету менеджменту і бізнесу. – 2017. – №4. – С. 34–38.
9. Пришляк Н.В., Балдинюк В.М. Ефективність виробництва сільськогосподарської продукції як сировини для переробки на біопалива. Агросвіт. 2019. № 21. С. 47–58. DOI: [10.32702/2306-6792.2019.21.47](https://doi.org/10.32702/2306-6792.2019.21.47)

10. Єгоров Б.В., Лагодієнко В.В., Кордзая Н.Р. Удосконалення організаційно-економічного механізму формування регіональної системи продовольчого забезпечення. Вісник ХНАУ. Серія "Економічні науки" : зб. наук. пр. / Харк. нац. аграр. ун-т ім. В.В. Докучаєва. Харків : ХНАУ, 2020. № 3. С. 317-331. DOI: [10.31359/2312-3427-2020-3-317](https://doi.org/10.31359/2312-3427-2020-3-317)
11. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: підр. / за ред. Рудь А. В. Київ : Агросвіта, 2012. 432 с.
12. Ханенко М. Енергоємність продукції та напрямки енергозбереження у тваринництві // Матеріали міжнародної науковопрактичної конференції за участю іноземних студентів "Розвиток аграрного бізнесу в умовах глобалізації" 15-17 квітня 2018 р., Тернопіль.- ТНЕУ.- С.194-196.
13. Червінська Т.М. Науковий та виробничий потенціали інноваційної діяльності АПК / Т.М. Червінська // Проблеми науки. - 2007. - №1. - С. 35-41.
14. Механізація та електрифікація сільського господарства [Текст] : міжвідом. темат. наук. зб. / Укр. акад. аграр. наук; Нац. наук. центр "Інститут механізації та електрифікації сільського господарства"; редкол.: Я.С. Гуков (відп. ред.) та ін. - Глеваха : Вип. 94. - 2010. - 620 с.
15. Підприємство ТОВ "Інженерний центр "Імпульс". Режим доступу: [https://youcontrol.com.ua/catalog/company\\_details/14219908/](https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/14219908/)
16. Неміш П. Д. Сутність, оцінка та напрями підвищення ефективності механізму енергозбереження АПК / П. Д. Неміш // Інноваційна економіка. - 2013. - № 7 (45). - С. 46-53.
17. Король О.М. Міжнародні і національні пріоритети енергозбереження в сільськогосподарському виробництві // Зовнішня торгівля: економіка, фінанси, право.-К.-№6, 2010.- с.45-51
18. Вирощування сої як бізнес. Режим доступу: [https://tetra-agro.com.ua/news/viroshhuvannya\\_soyi\\_yak\\_biznes](https://tetra-agro.com.ua/news/viroshhuvannya_soyi_yak_biznes)
19. Зернобобові культури та соя для сталого розвитку аграрного виробництва України» / Матеріали міжнародної наукової конференції / 11–12 серпня 2016 р. – Вінниця: Діло, 2016. – 176 с

20. Мазур О. В. Перспективи виробництва сої в Україні / О. В. Мазур. // Збірник наукових праць ВНАУ.. – 2012. – №1. – С. 57.
21. Оробчук Б., Іванків А. Адаптивна система керування режимами електропостачання // Актуальні питання розвитку агропромислового комплексу. ВП НУБІП України «Бережанський агротехнічний інститут». - Бережани, 2016 р.
22. Судаченко В.Н., Ерк А.Ф., Тимофієв Е.В. Вибір варіанту енергопостачання об'єктів сільгоспвиробництва за економічними критеріями // Технології і технічні засоби механізованого виробництва продукції рослинництва і тваринництва. 2017. № 92. С. 43-48
23. Журахівський, А.В. Оптимізація режимів електроенергетичних систем: навч. посібник для вузів / А.В. Журахівський, І.В. Жежеленко; Держ. ун-т "Львівська політехніка"; ПДТУ. Каф. електропостачання пром. підприємств.- Львів ; Маріуполь : [б. і.], 2000. - 109 с.
24. Оробчук Б., Гудзь В. Компенсація реактивної потужності в системі електропостачання // Актуальні питання розвитку агропромислового комплексу. ВП НУБІП України «Бережанський агротехнічний інститут».- Бережани, 2016 р.
25. Оробчук Б., Терновий В. Підвищення надійності роботи силового обладнання підстанцій. Актуальні питання розвитку агропромислового комплексу. ВП НУБІП України «Бережанський агротехнічний інститут». - Бережани, 2017 р.
26. Електричні мережі та системи: підручник [для студентів електроенергет. спец. ВНЗ, аспірантів, викл. і спеціалістів відповід. профілю] / М. С. Сегеда ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т «Львів. політехніка». — 3-тє вид, переробл. та доповн. — Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2015. — 540 с.
27. ПУЕ - Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання)/ Наказ від 21.07.2017 № 476 Про затвердження Правил улаштування електроустановок.
28. Литвин І.Ю. Електричні апарати. Курс лекцій для студ. напряму 80252923 “Електротехніка і електротехнології” денної та заочної форм навчання. – К.: НУХТ, 2012 – 88 с.
29. Козлов В. Д. Електричні апарати. Вимірювальні, контрольні та захисні апарати : посібник / В. Д. Козлов, С. В. Єнчев. – К. : НАУ, 2007. – 72 с.



30. Оробчук Б., Гоцуляк Ю. Підвищення надійності електропостачання сільськогосподарських споживачів // Конференція Актуальні питання розвитку агропромислового комплексу. ВП НУБПІ України «Бережанський агротехнічний інститут». Бережани – 2016, С. 89
31. Оробчук Б., Братковський Н, Семенюк В. Дослідження перехідних процесів при замиканнях на землю // VI Міжнародна науково-технічна конференція молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій» - Тернопіль, ТНТУ ім. І. Пулюя, 2017 р.
32. Охріменко В. М. Споживачі електричної енергії : підручник / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 286 с. ISBN 978-966-695-487-2
33. Серіков Я.О. Основи охорони праці: Навчальний посібник для студентів вищих закладів освіти. - Харків, ХНАМГ, 2007. - 227 с.
34. Ткачук К.Н., Зацарний В.В., Третьякова Л.Д., Мітюк Л.О. Охорона праці і промислова безпека: навчальний посібник. Київ: Лібра, 2010. - 425 с.
35. Методичний посібник для здобувачів освітнього ступеня «магістр» всіх спеціальностей денної та заочної (дистанційної) форм навчання «Безпека в надзвичайних ситуаціях» / В.С. Стручок –Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., –156 с.  
Отримано з <https://elartu.tntu.edu.ua/handle/lib/39196>
36. Лапін В.М., Безпека життєдіяльності людини, - Львів: ЛБК НБУ; Київ: Знання, 2000.-188 с.
37. Євтух П.С., Буняк О.А., Оробчук Б.Я. Решетник В.Я. Зміст та тематика дипломних проектів (робіт) за спеціальністю 7.05070103 (8.05070103) електротехнічні системи електроспоживання // Методичні вказівки. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2012.