

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО

«На правах рукопису»
УДК

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедри
електроенергетики і електротехнології
доц.
"16" __липня_2025 року

Пояснювальна записка

до кваліфікаційного проекту
здобувача першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **Електрифікація молокоцеху ПрАТ "Нововодолазький молоко-
завод" с.м.т. Нова Водолага Харківської області з розробкою системи
керування лінією виробництва пастеризованого молока**

21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ

Виконав: студент 4 курсу, 41 ЕЕ групи
спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка»
Освітня програма: Електроенергетика, електротехніка
та електромеханіка

(підпис) П.С. Колесник

Керівник, к.т.н.,
доцент

(підпис)

Консультант, к.т.н.,
доцент

(підпис)

Консультант, к.е.н.,
доцент

(підпис)

Нормоконтролер, к.т.н., до-
цент

(підпис)

Рецензент,
к.т.н., доцент

(підпис)

Запоріжжя, 2025 р.

РЕФЕРАТ

Колесник П.С. Електрифікація молокоцеху ПрАТ "Нововодолазький молокозавод" с.м.т. Нова Водолага Харківської області з розробкою системи керування лінією виробництва пастеризованого молока: кваліфікаційний проєкт; Запоріжжя : ТДАТУ. 2025. 80 с.

Обсяг кваліфікаційного проєкту – 80 аркушів, кількість рисунків - 10, кількість таблиць – 16

В представленому кваліфікаційному проєкті розглянута система керування лінією виробництва пастеризованого молока.

На основі технологічних вимог було розраховано і обрано технологічне і силове електрообладнання. Складено схему розташування електросилового обладнання. Розроблено систему керування технологічним процесом. На підставі схеми принципової розроблені схеми під'єднань та підмикань. Обрана апаратура керування і захисту, а також перевірено її за різними умовами. Складена схема силової розподільчої мережі цеху.

Для забезпечення нормованої освітленості в приміщеннях підприємства розраховано освітлювальну установку.

В роботі приділено також увагу охороні праці. Визначено потенційні небезпеки і заходи їх попередження на підприємстві при виконанні технологічних процесів, розглянуті питання технічної безпеки та запропоновано заходи щодо її підвищення; розглянуто пристрій захисту від блискавки.

Розраховані техніко-економічні показники об'єкту.

Ключові слова: ТЕХНОЛОГІЯ, МОЛОЧНИЙ ЦЕХ, СХЕМА, СИЛОВЕ ОБЛАДНАННЯ, СИСТЕМА КЕРУВАННЯ, ПАСТЕРИЗОВАНЕ МОЛОКО, ОХОРОНА ПРАЦІ.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

ABSTRACT

Kolesnyk A.S. Electrification of the milk processing plant of PrJSC "Novovodolazkyi milk-lokozavod" village of Nova Vodolaga, Kharkiv region, with the development of a control system for the production line of pasteurized milk: qualification project; Zaporizhzhia: TDATU. 2025. 80 p.

The volume of the qualification project is 80 sheets, the number of figures is 10, the number of tables is 16

The presented qualification project considers the control system for the production line of pasteurized milk.

Based on the technological requirements, the technological and power electrical equipment was calculated and selected. A layout diagram of the electrical power equipment was drawn up. A technological process control system was developed.

Based on the schematic diagram, connection and wiring diagrams were developed. Control and protection equipment was selected and tested under various conditions. A diagram of the workshop's power distribution network was drawn up.

A lighting installation has been designed to ensure standardized lighting in the premises of the enterprise.

The work also pays attention to labor protection. Potential hazards and measures for their prevention at the enterprise during the implementation of technological processes are identified, technical safety issues are considered and measures are proposed to improve it; a lightning protection device is considered.

The technical and economic indicators of the facility have been calculated.

Keywords: TECHNOLOGY, DAIRY SHOP, SCHEME, POWER EQUIPMENT, CONTROL SYSTEM, PASTEURIZED MILK, LABOR SAFETY.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

ЗМІСТ

ВСТУП.....	10
1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ.....	11
1.1 Аналіз господарської діяльності міні консервного цеху.....	11
1.2 Аналіз електрифікації господарства	14
1.3 Висновки і пропозиції.....	15
2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ.....	17
2.1 Технологія і механізація виробництва молока на підприємстві	17
2.2 Визначення архітектурно-планувальних вихідних даних.....	22
2.3 Складання паспортних даних стандартного технологічного обладнання.....	23
2.4 Складання вимог до проєкту електрифікації.....	24
3 РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ	26
3.1 Розрахунок та вибір силового електрообладнання.....	29
3.2 Перевірочний розрахунок потужності силового електрообладнання	21
3.3 Складання паспортних даних силового устаткування	26
3.4 Складання плану розташування електросилового обладнання.....	30
3.5 Висновки по розділу.....	31
4 ПРОЄКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ.....	32
4.1 Вибір системи і виду освітлення.....	32
4.2 Визначення нормативної освітлюваності та коефіцієнту запасу.....	32
4.3 Розробка схеми розміщення, вибір освітлювачів та визначення.....	33
4.4 Вибір і розрахунок освітлювальної мережі.....	38
4.5 Специфікація на матеріали та обладнання.....	42
5 ПРОЄКТУВАННЯ ВНУТРІШНЬОЇ РОЗПОДІЛЬЧОЇ МЕРЕЖІ.....	43
5.1 Вибір схеми живлення струмоприймачів.....	43
5.2 Визначення розрахункових навантажень.....	44
5.3 Вибір марки і перерізу проводів і кабелів	45

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

5.4	Вибір і перевірка апаратів керування та захисту.....	47
5.5.1	Вибір автоматичних вимикачів.....	47
5.5.2	Вибір електромагнітних пускачів	50
5.5.3	Перевірка вибраних автоматичних вимикачів.....	52
5.6	Узгодження тривало допустимих струмів проводів з номінальними струмами розчіплювачів автоматичних вимикачів.....	52
5.7	Вибір силових розподільчих пристроїв.....	53
5.8	Специфікація на матеріали та обладнання.....	53
6	РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЛІНІЄЮ ВИРОБНИЦТВА ПАСТЕРИЗОВАНОГО МОЛОКА.....	54
6.1	Обрана технологія пастеризації молока	54
6.2	Розробка вимог до системи керування установкою пастеризації	55
6.3	Визначення параметрів необхідних для контролю і керування технологічним процесом.....	56
6.4	Розробка схеми принципової керування технологічним процесом.....	57
6.5	Розробка схеми електричної з'єднування шафи керування технологічним процесом.....	58
6.6	Розробка схеми електричної підмикання.....	59
6.7	Складання специфікації на матеріали та обладнання.....	60
7	ОХОРОНА ПРАЦІ.....	61
7.1	Нормативна правова база з охорони праці	61
7.2	Аналіз стану охорони праці на підприємстві.....	62
7.3	Захист від атмосферної електрики	63
7.4	Інструкція з техніки безпеки при роботі в молочному цеху.....	65
7.5	Висновки по розділу.....	68
8	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ І ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТУ	69
8.1	Загальні положення.....	69
8.2	Розрахунок економічної ефективності.....	71
	Висновки по розділу.....	74
	ВИСНОВКИ	75
	СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	76

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

ВСТУП

На сьогодні молочна промисловість є однією з провідних галузей серед харчової переробної індустрії України. Її розвиток тісно пов'язаний із впровадженням наукових підходів до технологій виробництва — адже технологія молочних продуктів ґрунтується на прикладних знаннях із хімії, мікробіології, біохімії, а також фізико-хімічних властивостей молока як сировини.

Завдяки активному технічному й технологічному прогресу в Україні було збудовано низку сучасних заводів і комбінатів для переробки молока. На частку молочної промисловості припадає близько 14,9 % валового обсягу продукції всієї харчової галузі, що забезпечує їй третє місце за питомою вагою серед інших харчових виробництв.

Сучасні тенденції галузі спрямовані на впровадження інноваційних технологій та виробництво нових видів молочної продукції. Це вимагає від фахівців глибокого розуміння біохімічних процесів, що відбуваються при переробці та зберіганні молока, грамотного вибору технологічних режимів обробки, а також здатності запобігати виникненню дефектів у готовій продукції.

У контексті продовольчої безпеки країни важливу роль відіграє саме підвищення споживання молочної продукції як повноцінного й незамінного компонента раціону для людей різного віку. Висока якість і різноманіття молочних продуктів сприяють покращенню структури харчування населення.

Також актуальною залишається стратегія нарощування експортного потенціалу галузі. Зростання конкурентоспроможності української продукції на зовнішніх ринках є ключовим чинником економічного розвитку молочної промисловості країни.

З огляду на ці фактори, виникає необхідність розробки проєкту електрифікації консервного цеху та лінії лінією виробництва пастеризованого молока, що дозволить оптимізувати споживання енергії та підвищити ефективність виробничих процесів.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1 АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ

1.1. Аналіз господарської діяльності ПрАТ "Нововодолазький молокозавод"

Нова Водолага — селище міського типу Харківського району Харківської області (до липня 2020 року — адміністративний центр Нововодолазького району). Розташоване на річці Вільхуватка (інша назва — Водолажка), притоці річки Мжа, басейну Сіверського Дінця, за 45 км від обласного центру. Площа населеного пункту становить 10,68 км². У селищі розташована залізнична станція Водолага.

Нововодолазький молокозавод є відомим харківським виробником натуральної молочної продукції та офіційним виробником продукції торговельної марки «Зоряка».

Основним видом діяльності підприємства є виробництво та реалізація якісної молочної продукції, яка виготовляється виключно на власних виробничих потужностях. Сьогодні під ТМ Zor'ka milk випускається понад 60 найменувань продукції, що користуються стійким попитом у споживачів.

Завод постачає свою продукцію для кафе, ресторанів, кондитерських, кулінарних підприємств та розважальних закладів. Крім того, підприємство має розгалужену мережу фірмових магазинів у Харкові та Харківській області, що дозволяє забезпечувати споживача якісною продукцією безпосередньо від виробника.

Історія заводу бере свій початок з 1960 року, коли підприємство було створене на базі молочного комбінату імені Мікояна. До 1997 року відбувалися поетапні реорганізації, а в період з 1997 по 2010 рік було здійснено комплексну модернізацію технологічного та технічного обладнання. Завдяки оновленням підприємство значно скоротило виробничі цикли та досягло сучасного рівня якості продукції.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Виробнича потужність заводу нині складає до 30 тон молочної сировини на добу.

Таблиця 1.1 Основні показники виробництва (за рік):

Продукція	Обсяг, т	Вартість, тис. грн
Молоко знежирене	3477	14 311,8
Масло	167	14 112,0
Кисломолочна продукція	137	1 987,0
Молоко	521	5 656,2
Казеїн технічний	343	30 730,0

Таблиця 1.2 Обсяги реалізації продукції:

Продукція	Обсяг, т	Вартість, тис. грн
Молоко знежирене	3477	14 311,8
Масло	108	9 126,3
Кисломолочна продукція	136	1 972,0

Основні види продукції Ново Водолазького молокозаводу реалізуються як на території України, так і на експорт. Загальна сума експортної виручки становить 46 788 тис. грн, що відповідає 58 % від загального обсягу продажів. Основною експортною позицією є технічний кислотний казеїн.

Аналіз ринкової ситуації свідчить, що найбільш перспективними на сьогодні залишаються продукти, які мають стабільний споживчий попит, а саме:

- масло селянське;
- цільномолочна продукція;
- кисломолочні вироби.

Підприємство постійно веде роботу з пошуку нових постачальників молочної сировини, а також щодо розширення ринку збуту. Особлива увага

приділяється укладанню довгострокових партнерських угод з підприємцями, що сприяє стабільності поставок і розвитку торговельної мережі.

Висока якість продукції, підтверджена попитом серед населення, дозволяє підприємству поступово нарощувати обсяги реалізації, освоювати нові ринки та впевнено конкурувати з іншими виробниками на внутрішньому та зовнішньому ринках.

Перспективні плани розвитку: основним питанням є досягнення збільшення прибутку шляхом підвищення рівня автоматизації виробництва, покращення організації праці робітників, щоб обладнання працювало без простоїв, що приведе до економії матеріальних витрат - вугілля, солярки, води, електроенергії, газу, метану.

Виробничі потужності та ступінь використання обладнання:

Нововодолазький молокозавод має потужність в зміну переробляти до 60 т молока, а за рік - 21900 т, фактично перероблено 11998 т, що становить 54,8%.

Будівлі та споруди - ступінь використання -100%; машини та обладнання - ступінь використання - 54,8%; транспортні засоби - ступінь використання - 84%; інші основні засоби - ступінь використання - 72%.

Товаро - матеріальні цінності знаходяться на складах.

Готова продукція (кефір, сметана, молоко, масло селянське і др. до 100 т) зберігається в холодильних камерах на території товариства.

Екологічні питання, що можуть позначитися на використанні активів підприємства. Корінне змінення екологічного законодавства з питань очисних споруд, може позначитися на використанні активів підприємства.

Виробництво Нововодолазький молокозавод не є шкідливим для навколишнього середовища. 100 % основних засобів використовується в діяльності підприємства.

З метою покращення якості та збільшення обсягів постачання молока на підприємстві впроваджено гнучку систему закупівельних цін. Додатково, для підвищення рівня збереження якості сировини в процесі транспортування і

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

приймання, у виробничих цехах встановлено обладнання для збору та охолодження молока.

Якість як сировини, так і готової продукції постійно контролюється згідно з фізико-хімічними та мікробіологічними показниками відповідно до чинних стандартів.

Впровадження новітніх технологій у виробництво продукції з тривалим терміном зберігання стало логічним кроком у відповідь на розширення ринків збуту. Асортимент продукції торговельної марки сьогодні налічує понад 50 найменувань і охоплює різні групи споживачів за віком і смаковими уподобаннями.

Ключові стратегічні напрями подальшого розвитку:

- розширення масштабів виробництва;
- покращення фінансової стабільності підприємства;
- оновлення й розширення асортименту кисломолочної продукції.

1.2 Аналіз електрифікації господарства

Електропостачання підприємства здійснюється від державної енергосистеми через трансформаторні підстанції. Повітряні лінії електропередачі напругою 10 кВ змонтовані на залізобетонних опорах, а лінії 0,4 кВ — на залізобетонних та дерев'яних.

Енергетичною службою заводу керує інженер-енергетик, який несе персональну відповідальність за виконання завдань із забезпечення електрифікації виробничих процесів. На підприємстві працює 6 електриків, що є недостатнім для належного обслуговування усіх підрозділів підприємства.

У головній електрощитовій встановлено розподільні пункти типу ПР-9000, а поруч розміщується освітлювальний щиток СУ-9400. Для керування електродвигунами використовуються шафи управління типу ШАП і ШАИ, у яких розміщені:

- магнітні пускачі серії ПМЕ;

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- теплові реле типу ТРН;
- автоматичні вимикачі серій АЕ1000 та АЗ100 (зняті з виробництва).

Живлення цеху з переробки молока здійснюється через трансформаторну підстанцію потужністю 100 кВА, підведення виконується кабелем КРТП, прокладеним у землі. Електропроводка всередині цеху виконана проводом АППВ, що потребує повної заміни через технічну зношеність і невідповідність сучасним вимогам.

Рівень автоматизації в цеху є недостатнім: усі електродвигуни вмикаються вручну через кнопкові пости, відсутня система автоматичного чергування роботи агрегатів. Контроль температури здійснюється лише за допомогою термометрів, що не забезпечує належної точності та оперативності керування технологічним процесом.

1.3 Висновки і пропозиції

На основі аналізу поточної виробничої діяльності ПрАТ «Нововодолазький молокозавод», технічного стану електрифікації, рівня механізації та автоматизації виробничих процесів сформульовано загальне завдання проекту — провести часткову реконструкцію технологічного обладнання та здійснити повну реконструкцію електросилового оснащення підприємства.

Запропоновані заходи передбачають:

- модернізацію електропостачання та систем керування технологічними процесами;
- підвищення рівня автоматизації роботи обладнання;
- оновлення технічної інфраструктури відповідно до сучасних вимог енергозбереження та надійності.

У результаті реалізації поставлених завдань очікується:

- зростання продуктивності праці;

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- зменшення технологічних втрат і природного збитку продукції;
- зниження собівартості готової продукції;
- підвищення конкурентоспроможності підприємства на ринку.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

2.1 Технологія і механізація виробництва молока на підприємстві

Підприємство ПрАТ "Нововодолазький молокозавод" випускає натуральне питне коров'яче молоко і вершки, відновлене молоко і вершки.

Питне молоко класифікується за такими ознаками:

За масовою часткою жиру:

- ненормалізоване — натуральне, цілісне молоко без додавання знежиреного молока або без часткової сепарації; не містить жодних добавок чи наповнювачів.
- нормалізоване — з додаванням знежиреного молока або вершків з метою досягнення потрібної масової частки жиру; можуть містити наповнювачі або харчові добавки.

Знежирене — отримане шляхом сепарації натурального молока для вилучення жирової фракції.

За способом термічної обробки:

- сире;
- пастеризоване;
- пастеризоване-топлене;
- стерилізоване.

За видами добавок і наповнювачів:

- білково-вітамінізоване (з додаванням, наприклад, вітаміну С);
- з какао;
- з кавою.

За способом пакування:

- сире або пастеризоване у флягах чи цистернах;
- пастеризоване або стерилізоване в пляшках чи пакетах.

Вершки розрізняють за трьома критеріями:

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

Масова частка жиру (наприклад: 10%, 20%, 33%);

Спосіб термообробки — пастеризовані або стерилізовані;

Тип упаковки — у пляшках, пакетах, флягах тощо.

Пастеризованим називають молоко, піддане тепловій обробці при певних режимах і потім охолоджене. Його випускають нежирним і з масовою долею жиру 1,5; 2,5; 3,2; 3,5; 6,0 %; топленим нежирним і з масовою долею жиру 1, 4, 6 %; білковим з масовою долею жиру 1,5; 2,5 і 3,2 %; відновленим і з наповнювачами (кава або какао) згідно діючої нормативної документації.

Пастеризоване молоко є однорідною рідиною білого кольору, без осаду, з легким жовтуватим відтінком. Топлене молоко має кремовий, а нежирне - легкий синюватий відтінок. Відстій вершків не допускається для топленого молока з масовою долею жиру 3,5 %. Пастеризоване коров'яче молоко має чистий смак і запах без сторонніх, не властивих свіжому молоку відтінків.

Виробництво всіх видів пастеризованого молока передбачає виконання низки послідовних операцій, кожна з яких має важливе значення для забезпечення якості й безпечності готової продукції. Основні етапи технологічного процесу включають:

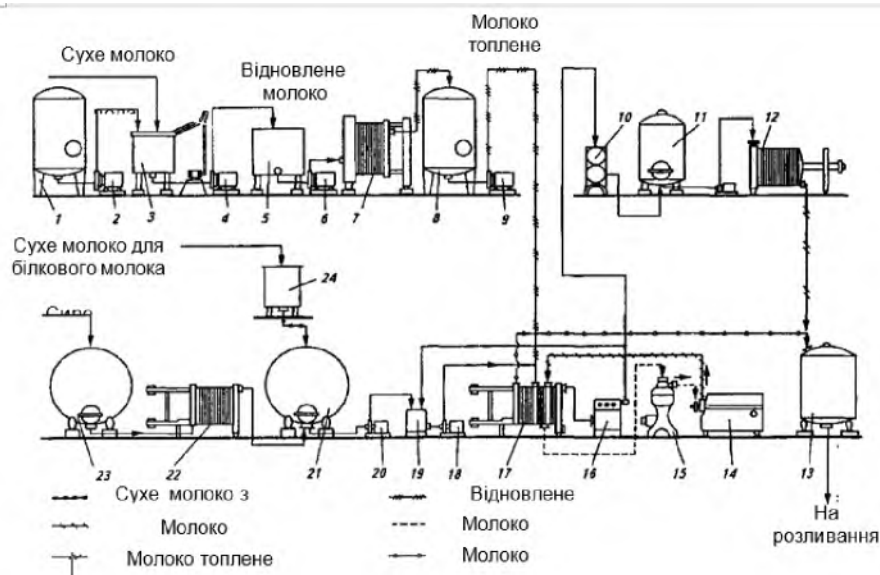
1. Приймання та підготовка сировини — надходження молока на підприємство та перевірка його якості.
2. Очищення — видалення механічних домішок і забруднень.
3. Нормалізація (за потреби) — приведення молока до заданої масової частки жиру шляхом додавання знежиреного молока або вершків.
4. Складання суміші (для продуктів із добавками та наповнювачами) — додавання компонентів, таких як какао, вітаміни, цукор тощо.
5. Пастеризація та охолодження — теплове оброблення молока для знищення патогенних мікроорганізмів та швидке охолодження до температури зберігання.
6. Вітамінізація (якщо передбачено рецептурою) — збагачення молока корисними речовинами, наприклад, вітаміном С.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

7. Розлив, упаковка та маркування — фасування готової продукції у відповідну тару та нанесення інформації для споживача.

8. Зберігання та транспортування — дотримання умов холодильного ланцюга для збереження якості продукції до моменту споживання

Технологічна схема виробництва пастеризованого молока показана на рисунку 2.1.



1 - місткість для води; 2, 4, 6, 9, 18, 20 - насоси; 3 - установка для відновлення молока; 5 - ванна пастеризації; 7, 12, 22 - пластинчаті охолоджувачі для молока; 8, 11 - ємності для витримки молока; 10-трубчаста установка пастеризації; 13-ємність для зберігання молока перед розливом; 14 - гомогенізатор; 15-сепаратор; 16-пульт управління пластинчатої пастеризаційно-охолоджувальної установки, 17-пластинчата пастеризаційно-охолоджувальна установка; 18 - зрівняльний бачок; 21, 23 - ємності для зберігання молока; 24 - ванна для розчинення у воді сухого молока.

Рисунок 2.1 - Технологічна схема виробництва пастеризованого молока

Молоко, відібране за якістю і очищене, нормалізують по масовій долі жиру при виробленні нормалізованого пастеризованого молока і топленого молока. Для білкового молока його додатково нормалізують по масовій долі

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

сухих знежирених речовин, в залежності про г виробничої потужності і технічної оснащеності підприємств молоко нормалізують в потоці або технологічних місткостях різної місткості.

Загалом нормалізацію молока доцільно проводити перед пастеризацією. Однак відомі також ефективні технологічні схеми нормалізації у закритому потоці, коли гаряче пастеризоване молоко підвищеної жирності змішують із гарячим знежиреним молоком.

Схема реалізується таким чином: Сире цілісне молоко температурою 6–8 °С після перемішування в проміжній ємності насосом подається до секції рекуперації пастеризаційної установки для попереднього підігріву.

Далі молоко надходить до сепаратора-молокоочисника, проходить очищення і прямує до секції пастеризації.

Частина гарячого пастеризованого молока температурою 73–78 °С після витримання відводиться через розрахований регулюючий потік до сепаратора-вершковіддільника.

Там виконується сепарація — розділення на вершки та знежирене молоко. Кількість молока, що подається на сепарацію, визначається відповідно до необхідного вмісту жиру в готовому продукті.

Отримане гаряче знежирене молоко змішується з рештою гарячого пастеризованого цілісного молока, утворюючи нормалізований продукт.

Нормалізоване молоко повертається в секції рекуперації, а потім спрямовується на остаточне охолодження.

Нормалізацію по жиру проводять, змішуючи заздалегідь відміряний об'єм цілісного молока зі знежиреним, пахтою або їх сумішшю, якщо жирність нормалізованого молока менше жирності цілісного, і з вершками, якщо жирність нормалізованого молока вища, ніж цілісного. Молоко нормалізують в потоці в сепараторах - нормалізаторах або шляхом сепарації цілісного молока в сепараторах вершковіддільниках для відбору вершків.

Із застосуванням сепараторів-нормалізаторів молоко нормалізують таким чином. Спочатку молоко подають в секцію рекуперації пластинчатої

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пастеризаційно-охолоджувальної установки для підігрівання, потім в сепаратор-нормалізатор. Нормалізоване до заданої жирності молоко направляють в секцію пастеризації, а потім в секцію охолодження охолоджувальної для пастеризації установки.

За відсутності сепараторів-нормалізаторів застосовують сепаратори-вершковіддільники. В цьому випадку одну частину молока, підігрітого в секції рекуперації охолоджувальної для пастеризації установки, направляють до сепаратору-вершковіддільнику, а іншу - до сепаратору-молокоочиснику. Знежирений продукт на виході з сепаратора-вершковіддільниках змішується в потоці з цілісним молоком, що поступає в трубопровід з молокоочиснику. Нормалізована суміш далі поступає в секції пастеризації і охолодження пластинчастої охолоджувальної для пастеризації установки.

Нормалізоване по жиру молоко підігрівають, очищають і гомогенізують при тиску $12,5 \pm 2,5$ МПа і температурі 45- 70 °С. Гомогенізацію нормалізованого молока можна проводити окремо. Для цього нормалізоване молоко, підігріте до температури 55-65 °С, сепарують. Отримані вершки з масовою долею жиру 16-20 % гомогенізують на двоступінчатому гомогенізаторі при тиску в першому ступені 8 - 10 МПа і в другій - 2-2,5 МПа. Гомогенізовані вершки змішуються в потоці зі знежиреним молоком, що виходить з сепаратора-вершковіддільнику, і прямують в секцію пастеризації охолоджувальної для пастеризації установки. Вершки можна гомогенізувати також перед їх змішуванням з обезжиреним молоком при складанні нормалізованого молока.

Після гомогенізації нормалізоване молоко пастеризують. Залежно від технічної оснащеності підприємства ця операція може бути короткочасною при температурі $76 \pm 2^{\circ}\text{C}$ з витримкою 20 с, $85 \pm 2^{\circ}\text{C}$ без витримки або $65 \pm 2^{\circ}\text{C}$ з витримкою 30 хв. Температуру пастеризації необхідно підтримувати постійною, контролювати відповідними контрольно-вимірювальними приладами і засобами.

Пастеризоване молоко охолоджують до $6 \pm 2^{\circ}\text{C}$ і направляють на розлив і пакування або для тимчасового зберігання (не більше 6 год.) в проміжну

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

емність. При зберіганні до розливу більше 6 год. продукт направляють на повторну пастеризацію.

2. 2 Визначення архітектурно-планувальних вихідних даних

Підібране й розраховане технологічне та електросилове обладнання розміщується у виробничих приміщеннях із дотриманням вимог техніки безпеки, раціонального взаємного розташування цехів і з урахуванням зручності його обслуговування та безперервності технологічного процесу.

Кількість і габаритні розміри встановленого обладнання прямо впливають на форму та площу виробничого корпусу.

При проектуванні також враховуються приміщення для виробничого персоналу — санітарно-побутові кімнати, побутові блоки, зони для відпочинку й адміністративні приміщення.

Згідно "Правил технічної експлуатації електроустановок споживачів" [5] та "Правил техніки безпеки" всі приміщення класифікуються по умовах навколишнього середовища, і по ступені ураження електрострумом. Цех для виробництва молока складається з наступних приміщень складених в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Характеристики приміщень виробничого цеху.

Найменування приміщення	Характеристика приміщення	
	по умовам середовища	За ступенем ураження ел. струмом
Приміщення прийому молока	сире	електрично - небезпечне
Лабораторія	сире	хімічно - небезпечне
Вентиляційна	сухе	електрично - небезпечне
Електрощитова	сухе	електрично - небезпечне
Виробниче приміщення	сире	без підвищеної небезпеки
Склад	сире	без підвищеної небезпеки
Котельня	сире	електрично - небезпечне
Кімната персоналу	сухе	без підвищеної небезпеки
Санвузол	вологе	без підвищеної небезпеки

Аналіз виробничих приміщень щодо умов навколишнього середовища показав, що вони належать до сирих приміщень, де рівень відносної вологості стабільно перевищує 75%.

З точки зору пожежної безпеки, приміщення класифікуються як П-Іа, що свідчить про підвищену пожежну небезпеку. Водночас клас вибухонебезпеки В-Іа означає, що при нормальній експлуатації вибухонебезпечні пари або гази не утворюються.

- щодо електробезпеки, приміщення відносяться до категорії з підвищеною небезпекою через низку факторів:
 - підвищена вологість, яка сприяє утворенню струмопровідного середовища.
 - струмопровідні покриття підлоги, виконані із залізобетонних або керамічних матеріалів.
 - ризик контакту обслуговуючого персоналу з технологічними механізмами, що мають з'єднання із землею, з одного боку, та металевими корпусами електроустаткування – з іншого.

Згідно з прийнятою технологією розташунок технологічного устаткування представлено на аркуші графічної частини проекту.

2.3 Складання паспортних даних стандартного технологічного обладнання

Потужність молочного підприємства складає 1200 кг в зміну. Згідно з нормами технологічного проектування, при цій потужності заводу передбачається приймання молока в 1 зміни, не менше 2 годин в зміну.

Лінія пастеризації є серцем будь-якого молокозаводу. Вона забезпечує необхідний нагрів відповідно до діючих нормативних положень або технологічних вимог.

Окрім теплообмінника, основним компонентом пастеризатора є сепаратор - вершковіділювач, який розділяє молоко на вершки і знежирене молоко,

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

при цьому він одночасно видаляє речовини не молочної природи. У сепараторах для молока застосовуються два основні типи конструкції. Сепаратори з непроникною стінкою використовуються в технологічних процесах з періодичним режимом (тривалість виробничого циклу обумовлена кількістю вилучених твердих часток, тобто вмістом твердих часток в продукті, що подається) і сепаратори з саморозвантажним барабаном в безперервних процесах (у ході технологічного процесу тверді частки, що скупчилися, можуть миттєво вивантажуватися із заданою періодичністю). Для досягнення максимальної ефективності сепарації вибираємо саморозвантажного сепаратора MSE.

Інше технологічне обладнання обираємо схоже за продуктивністю. Данні по технологічному обладнанню заносимо в таблицю 2.2.

Таблиця 2.2 – Характеристики технологічного обладнання

Найменування	Призначення	Тип	Продуктивність	Потужність
1	2	3	4	5
Резервуар для молока	для збереження молока	ОМВ – 10	$V = 10 \text{ м}^3$	1,5 кВт
Насос	подача молока до пастеризатору	Г2 – ОПБ	$6 \text{ м}^3/\text{год.}$	0,32 кВт
Лічильник молока	для обліку молока	СМ – 3	$10 \text{ м}^3/\text{год.}$	механічний
Пластинчатий нагрівач	для пастеризації молока	ОПФ-1;1	1000 л/год.	-
Пластинчатий охолоджувач	для охолодження молока			
Насос	Подача гарячої води	Г2 – ОПБ	$6 \text{ м}^3/\text{год.}$	0,55 кВт
Резервуар для молока	для збереження молока	ОМВ – 10	$V = 10 \text{ м}^3$	1,5 кВт

2.4 Складання вимог до проекту електрифікації

Технологія виробництва молока, що забезпечить нормовану продуктивність технологічної лінії, повинна мати наступні вимоги до проекту електрифікації:

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

- для всіх робочих технологічних машин повинен бути передбачений електропривод;
- приміщення технологічного процесу повинно бути обладнане штучним освітленням;
- виробничий цех повинен бути забезпечений водою на виробничі потреби;
- передбачити в приміщенні технологічного процесу штучну вентиляцію;
- передбачити окреме приміщення для розміщення силових розподільчих щитів та шаф керування.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

3 РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

3.1 Розрахунок та вибір силового електрообладнання

Силове електрообладнання повинно забезпечувати стабільне та ефективне функціонування технологічного процесу відповідно до заданої продуктивності робочих машин. При його виборі враховувалася відповідність електропривода характеристикам навантаження конкретного механізму, а також відповідність конструктивних елементів електродвигуна умовам навколишнього середовища (вологість, запиленість, температура тощо).

До складу силового електрообладнання входять приводні електродвигуни, інтегровані в механізми або постачені разом зі стандартним технологічним обладнанням. У проєкті застосовано трифазні асинхронні електродвигуни серії АИР з короткозамкнутим ротором, номінальною напругою 380 В та частотою 50 Гц.

3.2 Перевірочний розрахунок потужності електричного двигуна технологічної машини

Перевірочний розрахунок надано для електроприводу молочного насосу.

Потужність насоса визначається співвідношенням [4]:

$$P_{\text{нас.}} = \frac{Q_{\text{нас.}} \cdot H_{\text{нас.}} \cdot \rho \cdot g}{\eta_{\text{нас.}} \cdot 10^3}, \quad (3.1)$$

де $Q_{\text{нас.}}$ - подача насоса, м³/с

$H_{\text{нас.}}$ - висота підйому рідини (напір), м

ρ - густина рідини, кг/м³

g - прискорення вільного падіння, м/с²

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

η - коефіцієнт корисної дії насоса.

Для переміщення молока приймаємо насос НМУ-6А з подачею $Q_{\text{нас}}$ рівною $0,0010 \text{ м}^3/\text{с}$ [2]

$$P_{\text{нас}} = \frac{0,0010 \cdot 18 \cdot 10^3 \cdot 9,8 \cdot 1,032}{0,9 \cdot 10^3} = 0,32 \text{ кВт}$$

Потужність електродвигуна для приводу насоса з розрахунком коефіцієнту запасу.

$$P_{\text{дв}} = \frac{\kappa_{\text{зап}} \cdot P_{\text{нас}}}{\eta_{\text{пер}}} \quad (3.2)$$

де $\kappa_{\text{зап}}$ - коефіцієнт запасу

η - коефіцієнт корисної дії

$$P_{\text{дв}} = \frac{1,3 \cdot 0,32}{1,0} = 0,41 \text{ кВт}$$

По [5] приймаємо електродвигун АИР63В2У3 з технічними характеристиками:

$$P_{\text{дв}} = 0,55 \text{ кВт} \quad n_n = 2730 \text{ об/хв.} \quad I_n = 1,31 \text{ А} \quad \eta = 75\% \quad K_t = 5,0$$

$$\cos \varphi = 0,85 \quad \mu_{\text{мін}} = 1,8 \quad \mu_{\text{мах}} = 2,2 \quad \mu_{\text{пуск}} = 2,2$$

Режим роботи продовжений. Ступінь захисту IP 54

Перевіряємо вибраний електродвигун за такими умовами:

за умовою пуску:

$$M_{\text{пед}} \geq M_{\text{нн}}, \quad (3.3)$$

де $M_{\text{пед}}$ - пусковий момент електродвигуна, Н·м;

$M_{\text{сн}}$ - момент опору насоса, Н·м.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						27
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Пусковий момент електродвигуна визначаємо за формулою:

$$M_{пед} = \mu_n \cdot M_n \cdot \kappa_U^2, \quad (3.4)$$

де μ_n - кратність пускового моменту, $\mu_n=2,2$;

κ_U - коефіцієнт, що враховує надання напруги під час пуску, $\kappa_U=0,9$;

M_n - номінальний момент електродвигуна, Н·м.

Номінальний момент електродвигуна визначаємо за формулою:

$$M_n = \frac{P_n}{\omega_n}, \quad (3.5)$$

де P_n - номінальна потужність електродвигуна, Вт;

ω_n - номінальна кутова швидкість електродвигуна, рад/сек.

Номінальна кутова швидкість двигуна розраховується за формулою:

$$\omega_n = \frac{\pi \cdot n_n}{30}, \quad (3.6)$$

де n_n - номінальна частота обертання, об/хв.,

$n_n=2730$ об/хв.

$$\omega_n = \frac{3,14 \cdot 2730}{30} = 285,74 \text{ рад/сек}$$

$$M_n = \frac{550}{285,74} = 1,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{пед} = 1,9 \cdot 2,2 \cdot 0,9^2 = 3,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Момент опору на валу насоса визначається:

$$M_n = \frac{P_{нас}}{\omega_n}, \quad (3.7)$$

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_H = \frac{320}{0,105 \cdot 2730} = 1,1 \text{ Нм},$$

$$M_{nn} = (0,2 - 0,3) \cdot M_{nn};$$

$$M_{nn} = (0,2 - 0,3) \cdot 1,1 = 0,27 \text{ Нм}$$

$$M_{n.eo} = 3,3 \text{ Н} \cdot \text{м} > M_{nn} = 0,27 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

за перевантажувальною здатністю:

$$M_{\text{max ед}} > M_{\text{ск}}, \quad (3.8)$$

де $M_{\text{max ед}}$ - максимальний момент електродвигуна, Нм.

Максимальний момент електродвигуна визначаємо за формулою:

$$M_{\text{max ед}} = \mu_{\text{max}} \cdot M_H \cdot K_U^2, \quad (3.9)$$

де μ_{max} - кратність максимального моменту, $\mu_{\text{max}}=2,2$

$$M_{\text{max ед}} = 2,2 \cdot 1,9 \cdot 0,9^2 = 3,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{max ед}} = 416,9 \text{ Н} \cdot \text{м} > M_H = 1,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Насос пускається до роботи без навантаження, тому перевірку по мінімальному моменту не виконуємо.

Вибраний електродвигун задовольняє всім висунутим вимогам.

3.3 Складання паспортних даних силового устаткування

Паспортні дані обраного електрообладнання приведені в таблиці 3.1.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики електродвигунів

Тип машини	Тип двигуна	Поз.	Кі-льк ..	P, кВт	n, об/хв	η , %	$\cos \varphi$	μ_{max}	$\mu_{пуск}$	μ_{min}	I_n , А	K_i
ОМВ – 10	АИР80В4У2	М1	1	1,5	1395	78	0,83	2,2	2,2	1,6	3,52	5,5
Г2 – ОПБ	АИР63В2У3	М2	1	0,55	2730	75	0,85	2,2	2,2	1,8	1,31	5
MSE 35 - 01-777	АИР80В2У3	М3	1	2,2	2850	83	0,87	2,2	2,0	1,6	4,63	7
Г2 – ОПБ	АИР63В2У3	М4	1	0,55	2730	75	0,85	2,2	2,2	1,8	1,31	5
ОМВ – 10	АИР80В4У2	М5	1	1,5	1395	78	0,83	2,2	2,2	1,6	3,52	5,5
ВО7	АИР63А4У3	М6	1	0,25	1320	68	0,67	2,2	2,3	1,8	0,83	5,0

3.4 Складання плану розташування електросилового обладнання

План розташування силового електрообладнання наведено на аркуші графічної частини проєкту.

Розміщення технологічного обладнання на плані забезпечує оптимальний, найкоротший маршрут переміщення продукту — від початкової операції до кінцевої. Це сприяє підвищенню ефективності виробничого процесу та зручності експлуатації обладнання.

Електросилове обладнання (за винятком електроприймачів, комплектних пристроїв, апаратів і приладів, розташованих безпосередньо на технологічному обладнанні), а також траси електричних мереж мають відповідні координатні прив'язки та висотні позначки. Прокладка мереж здійснюється як приховано в захисних трубах у підлозі, так і відкритим способом — відповідно до умов експлуатації.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.5 Висновки по розділу

У даному розділі було здійснено технічне обґрунтування вибору силового електрообладнання для підбраного стандартного технологічного оснащення. Здійснено перевірочний розрахунок електродвигуна для приводу зерноочисної машини, що підтвердив його відповідність умовам експлуатації. Розроблено план розміщення електросилового обладнання відповідно до вимог технологічного процесу з урахуванням зручності обслуговування, безпеки експлуатації та можливості подальшої модернізації.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4 ПРОЄКТУВАННЯ ЕЛЕКТРИЧНОГО ОСВІТЛЕННЯ

4.1 Вибір системи і виду освітлення

Згідно вимог, що пред'являє технологічний процес до освітлення приміщень, вибираємо систему освітлення загальна локалізована для приміщень молокоцеху, а також для диспетчерської, електрощитової та лабораторії. Для інших приміщень система освітлення – загальна рівномірна.

Вид освітлення у всіх приміщеннях вибираємо робочий.

4.2 Визначення нормативної освітлюваності та коефіцієнту запасу

Вибір нормованої освітлюваності здійснюється по нормам СніП 11-4-79 в залежності від характеристики зорових робіт. Так для приміщення готування сирної маси нормована освітленість дорівнює 100 лк. Приймаються лампи розжарювання. Для душової $E_n = 75$ лк; для санітарної кімнати, електрощитової $E_n = 50$ лк; для складу $E_n = 20$ лк; для кімнати персоналу та лабораторії $E_n = 150$ лк.

Для підприємств переробки сільськогосподарської продукції, будівель і споруд галузеві норми рекомендують приймати коефіцієнти запасу для ламп розжарювання – 1,15, а для газорозрядних ламп – 1,3.

4.3 Розробка схеми розміщення, вибір освітлювачів та визначення потужності лампи

Вибір освітлювачів визначається характером навколишнього середовища, вимогами до світло розповсюдження.

Для освітлення виробничого приміщення вибираємо освітлювачі НСП11 з типом кривої сили світла Д-2 (косинусоїда), ступінь захисту IP64, так як приміщення дуже вологе.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для освітлення приміщення прийому молока, електрошитої, складу, приміщення визрівання, санвузлу та душової вибираємо освітлювачі НСП02, тип кривої світла – М (рівномірна), ступінь захисту IP54.

В приміщеннях лабораторії, диспетчерської та кімнати персоналу передбачена установка освітлювачів ЛСП18, тип кривої сили світла – Д (косинусоїда).

При рівномірному розміщенні освітлювачів розподіляють по кутам прямокутника або вершинам ромбу з врахуванням доступу до них обслуговування.

В приміщенні прийому молока, лабораторії та виробничому приміщеннях освітлювачі розташовують, враховуючи розташування технологічного обладнання. Так все технологічне обладнання має висоту ≤ 3 . Доцільно освітлювачі розташувати на висоті 4,5 м від рівня підлоги на тросах. План розміщення приведений на листі графічної частини.

На вході встановлюється один освітлювач.

Окрім освітлювачів в приміщенні для персоналу, у лабораторії та у приміщенні прийому молока передбачаються штепсельні розетки.

Розрахунок робочого освітлення виробничого приміщення.

Розрахунок ведеться методом коефіцієнту використання світлового потоку.

Вид освітлення – робоче

Система освітлення – загальна локалізована

Тип джерела світла – лампа розжарювання

Тип освітлювача – НСП11

Тип кривої сили світла – Д-2

Ступінь захисту освітлення – IP64

Характеристика середовища – сире

Нормована освітлюваність – 100лк

Плоскість нормування – Г1,0

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

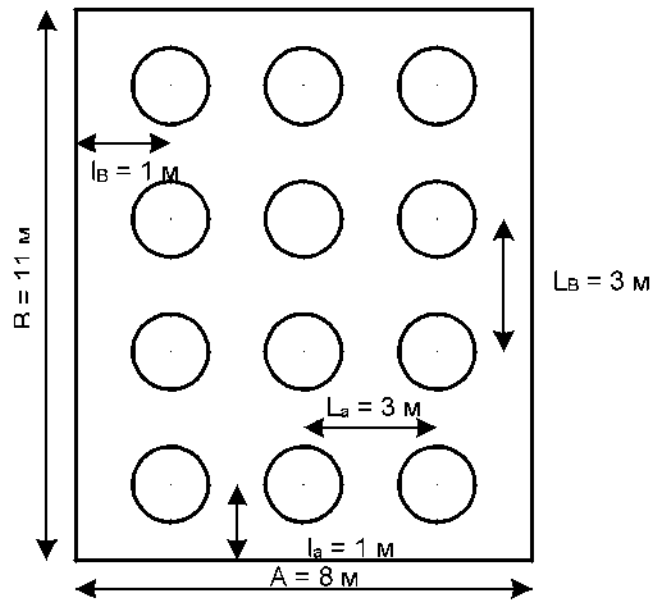


Рисунок 4.1 – План розміщення освітлювачів

Розрахункова висота, м, підвісу освітлювача:

$$h_{роз} = H - h_{осв} - h_{р.п.}, \quad (4.1)$$

де H – висота приміщення, м, $H=5,5$ м;

$h_{осв}$ – висота звису освітлювача, м, $h_{осв}=1,5$ м;

$h_{р.п.}$ – висота робочої поверхні, м.

$$h_{роз} = 5,5 - 1,5 - 1 = 3.$$

Відносна відстань між освітлювачами, що рекомендується: $L_c = 1,2 \dots 1,6$.

Відстань, м, між освітлювачами:

$$L_{A,B} = L_c h_{роз}, \quad (4.2)$$

$$L_{A,B} = (1,2 \dots 1,6) 3 = 3,6 \dots 4,8.$$

Кількість рядів освітлювачів:

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

$$N_B = \frac{B - 2l_B}{L_B} + 1, \quad (4.3)$$

де l_B – відстань від стіни до найближчого ряду освітлювачів, м;

$$l_B = (0,3 \dots 0,5)L_B, \quad (4.4)$$

$$l_B = (0,3 \dots 0,5)(3,6 \dots 4,8) = 1,08 \dots 2,4;$$

B – ширина приміщення, м;

$$N_B = \frac{11 - 2 \cdot 1,1}{3,6} + 1 = 3,44$$

Приймаємо $N_B = 4$ ряди.

Кількість освітлювачів в ряду:

$$N_A = \frac{A - 2l_A}{L_A} + 1, \quad (4.5)$$

де l_A – відстань від стіни до найближчого освітлювача, м;

$$l_A = (0,3 \dots 0,5)L_A, \quad (4.4)$$

$$l_A = (0,3 \dots 0,5)(3,6 \dots 4,8) = 1,08 \dots 2,4;$$

де A – довжина приміщення, м;

$$N_A = \frac{8 - 2 \cdot 1,1}{3,6} + 1 = 2,66$$

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

Приймаємо $N_A = 3$ освітлювача.

Необхідний світловий потік, лм, лампи:

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{E_{\text{н}} \cdot k_z \cdot z \cdot S}{N \cdot \eta}, \quad (4.7)$$

де k_z – коефіцієнт запасу, $k_z = 1,15$;

z – коефіцієнт нерівномірності, $z = 1,15$;

η – коефіцієнт використання світлового потоку.

S – площа приміщення, м^2 ;

N – кількість освітлювачів.

Індекс приміщення:

$$i = \frac{S}{h_{\text{пog}} (A + B)}, \quad (4.8)$$

$$i = \frac{11 \cdot 8}{3(11 + 8)} = 1,5$$

Коефіцієнт відображення стін і стелі:

$$\alpha_{\text{ст}} = 30\%, \alpha_{\text{ст}} = 10\%, \alpha = 42\%.$$

$$\Phi_{\text{л}} = \frac{100 \cdot 1,15 \cdot 1,15 \cdot 88}{12 \cdot 0,42} = 2775,6$$

По необхідному світловому потоку для прийнятої системи напруги ви-
бираємо тип і потужність джерела світла:

Г 220-230-200, $\Phi_{\text{ст}} = 2715$ лм.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Відносне відхилення стандартного потоку лампи від розрахункового ви-
значається:

$$\Delta\Phi = \frac{\Phi_{\text{ст}} - \Phi_{\text{л}}}{\Phi_{\text{ст}}} 100\%, \quad (4.9)$$

$$\Delta\Phi = \frac{2715 - 2775,7}{2715} 100\% = -2,2\%.$$

Допустиме відхилення стандартного потоку лампи від розрахункового
дорівнює $\Delta\Phi_{\text{ст}} = -10\% \dots +20\%$.

Значення відносного відхилення задовольняють даній вимозі.

Встановлена потужність, Вт, ламп становить:

$$P_{\text{вст}} = N P_{\text{л}}, \quad (4.10)$$

де $P_{\text{л}}$ – встановлена потужність однієї лампи, Вт.

$$P_{\text{вст}} = 12 \cdot 194 = 2328.$$

Питома потужність, Вт/м, дорівнює:

$$P_{\text{пит}} = \frac{P_{\text{вст}}}{S}, \quad (4.11)$$

$$P_{\text{пит}} = \frac{2328}{88} = 26.$$

Розрахунок робочого освітлення складу та приміщення визрівання сиру
проводиться аналогічно приведеному розрахунку по методу коефіцієнта
використання світлового потоку. Площа останніх приміщень менша або

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

дорівнює 10 м², тому для всіх інших приміщень встановлюється освітлювачі згідно зі стандартним потоком кожної лампи, потужність яких визначають методом питомої потужності.

4.4 Вибір і розрахунок освітлювальної мережі

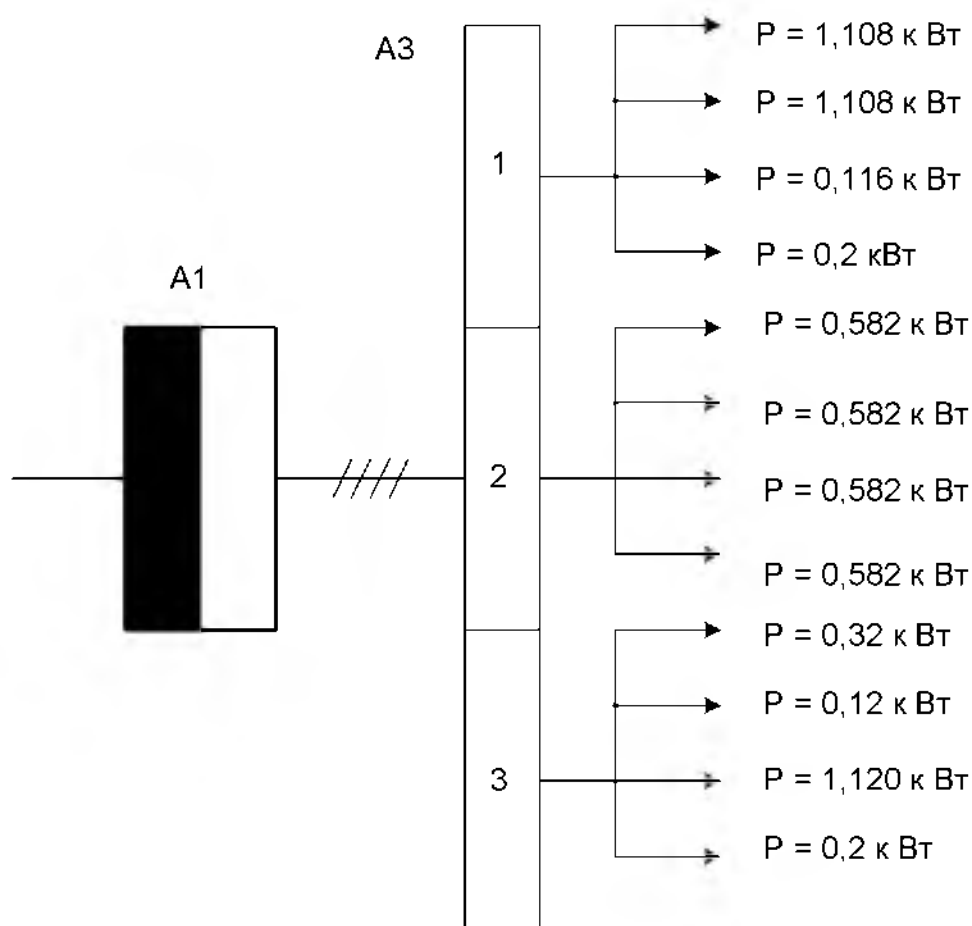


Рисунок 4.2 – Розрахункова схема освітлювальної мережі

Основний розрахунковий вираз визначення перерізу проводів S , мм²:

$$S = \frac{\sum M + \alpha \sum m}{C \cdot \Delta U_{\text{доп}}}, \quad (4.12)$$

де $\sum M$ – сумарний момент електричного навантаження розглядаємої ділянки, кВт м;

Σm – сумарний електричний момент відгалужень до розглядаємої ділянки, кВтм;

α – коефіцієнт приведення, який залежить від кількості проводів до і після відгалуження;

C – характеристичний коефіцієнт, що залежить від напруги, провідності і фазності лінії;

$\Delta U_{\text{доп}}$ – допустима втрата напруги в лінії, %.

Коефіцієнт приведення для 1-3 ліній $\alpha_1 = 1,85$. Характеристичний коефіцієнт для трьохфазної лінії з нулем $C = 44$, для двох провідної $C = 7,4$. Допустима втрата напруги $\Delta U_{\text{доп}} = 2,5\%$.

Моменти, кВт м, на ділянках визначаються по формулі:

$$M = \sum P_{A1-A3} \cdot l_{A1-A3}, \quad (6.13)$$

де P_{A1-A3} – потужність, кВт;

l_{A1-A3} – довжина лінії, м.

$$M = 6,52 \cdot 4 = 26,08.$$

$$m = P_i \cdot l_i \quad (6.14)$$

$$m_1 = 0,2 (2,5 + 2) + 0,116 \cdot 2 + 1,108 (2,25 + 2) + 1,12 (3,5 + 2,25 + 2) + 0,1 (1,75 + 3,5 + 2,25 + 2) = 15,47.$$

$$m_2 = 0,582 (4 + 1 + 4 + 7) = 9,3.$$

$$m_3 = 0,2 (2 + 8) + 0,12 (2 + 8) + 1,108 (1,5 + 2 + 8) + 0,32 (1,5 + 1,5 + 2 + 8) = 20,1.$$

Переріз проводу, мм², на ділянці A1 – A3:

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_{A1-A5} = \frac{26,08 + 1,85(15,471 + 9,312 + 20,1)}{44 \cdot 2,5} = 0,99.$$

Приймаємо найближче більше стандартне значення $S_{ст} = 2,5 \text{ мм}^2$ [12].

Фактична втрата напруги на ділянці A1 – A3:

$$\Delta U_{A1-A5} = \frac{M}{C \cdot S_{cm}}$$

$$\Delta U_{A1-A5} = \frac{26,08}{44 \cdot 2,5} = 0,23\%.$$

Групова мережа:

$$S_1 = \frac{m_1}{C(\Delta U_{доп} - \Delta U_{A1-A3})}, \quad (4.16)$$

$$S_1 = \frac{15,47}{7,4(2,5 - 0,23)} = 0,92.$$

Приймаємо стандартне значення $S_{ст} = 2,5 \text{ мм}^2$.

$$\Delta U_1 = \frac{15,47}{7,4 \cdot 2,5} = 0,83\%.$$

$$S_2 = \frac{9,3}{7,4(2,5 - 0,23)} = 0,55.$$

Приймаємо стандартне значення $S_{ст} = 2,5 \text{ мм}^2$.

$$\Delta U_2 = \frac{9,3}{7,4 \cdot 2,5} = 0,5\%.$$

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$S_3 = \frac{20,1}{7,4(2,5 - 0,23)} = 1,19.$$

Приймаємо стандартне значення $S_{\text{лет}} = 2,5 \text{ мм}^2$.

$$\Delta U_3 = \frac{20,1}{7,4 \cdot 2,5} = 1,08\%.$$

Сумарні втрати напруги по дільницям:

$$\Sigma \Delta U_{A1-1} = 0,23 + 0,83 = 1,06\%.$$

$$\Sigma \Delta U_{A1-2} = 0,23 + 0,5 = 0,73\%.$$

$$\Sigma \Delta U_{A1-4} = 0,23 + 1,08 = 1,31\%.$$

Перевірка вибраного перерізу на нагрів здійснюється по виразу:

$$I_{\text{роз}} = \frac{P \cdot 10^3}{m \cdot U_H},$$

де m – кількість фаз;

U_H – номінальна напруга, В;

Вибраний переріз повинен задовольняти умові:

$$I_p > I_{\text{гр. доп}} \quad (4.18)$$

Для дільниць значення розрахункових струмів, A , дорівнюють:

$$A1 - A3: \quad I_{\text{роз}} = \frac{6,52 \cdot 10^3}{3 \cdot 220} = 9,8$$

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$1 \text{ ділянка: } I_{\text{роз}} = \frac{2,632 \cdot 10^3}{1 \cdot 220} = 11,9.$$

$$2 \text{ ділянка: } I_{\text{роз}} = \frac{2,328 \cdot 10^3}{1 \cdot 220} = 10,58.$$

$$3 \text{ ділянка: } I_{\text{роз}} = \frac{1,748 \cdot 10^3}{1 \cdot 220} = 7,9.$$

Для проводу марки АППР $I_{\text{гр.доп}} = 21 \text{ А}$ [12].

Всі вибрані перерізи проводів задовольняють умові (4.18).

4.5 Специфікація на матеріали та обладнання

Специфікацію на матеріали та обладнання надано в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Специфікація на матеріали та обладнання

Поз. позн.	Найменування	Кіль- кість	Примі- тки
А3	Щиток освітлювальний ЯРН8501-4014 ТУ 16-92ТКЦ656336.016	1	
	Вимикачі:		
	Однополюсні 02230	8	
	Двополюсні 02345	2	
	Відгалужуванні коробки У 409	16	
	Проводи:	100 м	
	Провід алюмінієвий АППР 2 (1х2,5) Світиль- ники:	50 м	
	ЛСП 18	7	
	НСП 02	11	
	НСП 11	12	
	СПП 200	1	
	Лампи розжарювання:		
	Г 220-230-100	6	
	Г 220-230-60	10	
	Г 220-230-200	15	
	Люмінесцентні лампи ЛБ 36	14	

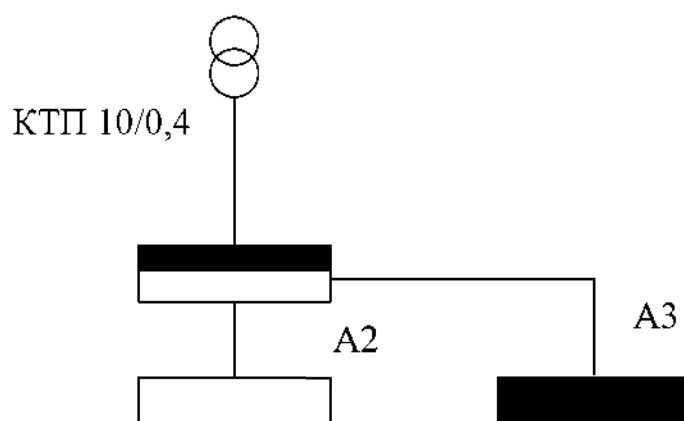
5 ПРОЄКТУВАННЯ ВНУТРІШНЬОЇ РОЗПОДІЛЬЧОЇ МЕРЕЖІ

5.1 Вибір схеми живлення силових електроприймачів

Схема електропостачання молочного цеху повинна відповідати вимогам технологічного процесу та органічно поєднуватися з ним. Вона забезпечує задану категорію надійності електропостачання, є економічною та достатньо гнучкою — тобто дає змогу підключати електроприймачі в разі зміни їх кількості або потужності.

Під час вибору схеми важливо враховувати можливість подальшого розширення та розвитку окремих її елементів відповідно до змін у технологічному процесі.

Схема живлення силових електроприймачів наведена на рисунку 5.1



А1- ввідний розподільчий пункт;

А2 - шафа керування;

А3 - щиток освітлювальний.

Рисунок 5.1 - Схема живлення силових струмоприймачів

5.2 Визначення розрахункових навантажень

При проектуванні систем електропостачання ключовим вихідним параметром є розрахункове електричне навантаження. Саме від його величини залежить вибір основних елементів системи: кабельних і повітряних ліній електропередачі, трансформаторів, автоматичних вимикачів, запобіжників та іншого електротехнічного обладнання [21, 22].

До точності, правильності та обґрунтованості визначення навантаження висуваються підвищені вимоги, оскільки цей показник суттєво впливає на:

- загальну вартість системи електропостачання;
- техніко-економічні показники проєкту;
- ефективність і надійність запропонованих технічних рішень.

Таким чином, коректне визначення електричного навантаження є основою енергетично збалансованого та економічно доцільного проєктного рішення.

Розрахунковий струм електродвигуна насосу

$$I_{\text{розр}} = \frac{P_{\text{дв}}}{\sqrt{3} U_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{н}} \cdot \cos \varphi_{\text{н}}}, \quad (5.1)$$

де $P_{\text{дв}}$ - потужність двигуна, Вт;

$U_{\text{н}}$ - номінальна лінійна напруга, В;

$\eta_{\text{н}}$ - номінальний коефіцієнт корисної дії;

$\cos \varphi_{\text{н}}$ - номінальний коефіцієнт потужності.

$$I_{\text{н1}} = \frac{1.5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0.78 \cdot 0.83} = 3,52 \text{ А}$$

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Аналогічно проводимо розрахунок для силової мережі, що живить інші електродвигуни.

Максимальний робочий струм магістралі, від якої живиться лінія

$$I_{\text{м.розр}} = k_0 \sum I_{\text{роз}}, \quad (5.2)$$

де k_0 - коефіцієнт одночасності, $k_0 = 1,0$.

$$I_{\text{м.розр}} = 1,0 \cdot (3,52 + 1,31 + 4,63 + 1,31 + 3,52) = 14,29 \text{ А}$$

5.3 Вибір марки і перерізу проводів і кабелів

У сільськогосподарських електроустановках здебільшого використовують проводи і кабелі з алюмінієвими жилами перерізом $2,5 \text{ мм}^2$ та вище. За механічною міцністю мінімально допустимим перерізом алюмінієвих проводів є переріз $2,5 \text{ мм}^2$ [23,24].

Проводи для силової розподільної мережі вибирають за тривало допустимим струмом нагріву за умови [23,24]:

$$I_{\text{тр.доп}} \geq I_{\text{розр}}, \quad (5.3)$$

де $I_{\text{тр.доп}}$ - тривало допустимий струм проводу, А;

$I_{\text{розр}}$ - розрахунковий струм, А.

При визначенні $I_{\text{тр.доп}}$ Необхідно враховувати матеріал проводу, кількість проводів, спосіб прокладання. Для живлення струмоприймачів використано алюмінієві одножильні проводи марки АПВ. До кожного струмоприймача прокладено по чотири проводи. Спосіб прокладання – в трубах.

Розшифровка проводу АПВ:

А - Алюмінієва струмопровідна жила

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

П - Провід

В - Ізоляція з полівінілхлоридного пластикату

Для виконання магістральної ділянки використано кабель АВРГ 5х4 з тривало допустимим струмом $I_{\text{тр.доп}} = 37 \text{ А}$. Прокладаємо відкрито

Розшифровка кабелю АВРГ:

А - Алюмінієва струмопровідна жила

В - Оболонка з полівінілхлоридного пластикату

Р - Ізоляція жил з гуми Типу РТИ-1 на основі натурального та бутадієнового каучуку

Г - Відсутність захисних покриттів

Розшифровка кабелю АВВГ:

А - алюмінієва струмопровідна жила

В - ізоляція жил із полівінілхлоридного пластикату

В - оболонка з полівінілхлоридного пластикату

Г - відсутність захисних покриттів

Результати розрахунку надано на схемі силової розподільчої мережі графічної частини проєкту.

Переріз проводу для живлення електродвигуна насосу ($I_{\text{розр}} = 3,52 \text{ А}$). За літературою [15] обираємо чотирьох жильний провід АПВ перерізом $2,5 \text{ мм}^2$ ($I_{\text{тр.доп}} = 19 \text{ А}$).

Аналогічно проводимо вибір перерізу проводів для живлення інших споживачів.

Для прокладки проводів використовуємо труби, внутрішній діаметр яких розраховуємо за формулою [15,24]:

$$d_{\text{тр}} = d_{\text{пр}} \sqrt{\frac{n}{k_3}}; \quad (5.4)$$

де $d_{\text{пр}}$ – діаметр проводу з ізоляцією, мм [15];

n – кількість провідників;

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

k_3 – коефіцієнт заповнення; $k_3 = 0,5$ [18].

Розраховуємо внутрішній діаметр труби для прокладання проводу АПВ4 (1х2,5) для живлення електродвигуна М2.

$$d_{\text{тр}} = 4,2 \sqrt{\frac{4}{0,5}} = 11,8 \text{ мм.}$$

Приймаємо стандартний переріз труби 15 мм.

Розрахунок внутрішніх діаметрів труб для прокладки кабелів і проводів до інших споживачів та вибір стандартних перерізів труб виконуємо аналогічно. Визначені дані заносимо до схеми електричної принципової розподільчої мережі, яка представлена на аркуші графічної частини проєкту.

5.4 Вибір і перевірка апаратів керування та захисту

В розробленій схемі електричній принциповій для захисту електродвигунів від струмів короткого замикання використовуються автоматичні вимикачі з електромагнітним розчіплювачем, а від струмів перевантаження – теплові реле.

5.5.1 Вибір автоматичних вимикачів

Автоматичні вимикачі вибираються за умов:

за номінальною напругою автоматичного вимикача $U_{\text{н.ав}}$:

$$U_{\text{н.ав}} > U_{\text{м}}, \quad (5.5)$$

де $U_{\text{м}}$ - напруга мережі, В, $U_{\text{м}} = 380$ В.

$$U_{\text{н.ав}} = 660 \text{ В} > U_{\text{м}} = 380 \text{ В}$$

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

за номінальним струмом:

$$I_{н.ав} \geq I_{розр}, \quad (5.6)$$

$$I_{н.ав} = 25 \text{ A} > I_{розр} = 3,52 \text{ A}$$

- за кількістю полюсів – триполюсні;
- за типом розчіплювача – електромагнітний;
- за номінальним струмом розчіплювача $I_{н.розч}$:

$$I_{н.розч} \geq I_{розр}, \quad (5.7)$$

$$I_{н.розч} = 2,5 \text{ A} > I_{розр} = 3,52 \text{ A}$$

за струмом спрацьовування електромагнітного розчіплювача $I_{ст.ем.розч}$:

$$I_{ст.ем.розч} > 1,5 \cdot I_{п.дв}, \quad (5.8)$$

де $I_{п.дв}$ - пусковий струм двигуна, А.

$$I_{п.дв} = (1,5 \dots 1,8)(\Sigma I_{ндв} + (I_{пнб} - I_{пнм})), \quad (5.9)$$

Струм спрацьовування електромагнітного розчіплювача визначається за формулою:

$$I_{ст.ем.розч} = k \cdot I_{н.розч}, \quad (5.10)$$

де k – кратність відсічки, $k=14$.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$I_{ст.ем.розч} = 14 \cdot 3,52 = 49,2 \text{ А}$$

Пусковий струм електродвигуна визначається за формулою:

$$I_{п.дв} = k_i \cdot I_{н.дв}, \quad (5.11)$$

де k_i - кратність пускового струму, $k_i = 4,5$.

$$I_{н.дв} = 3,52 \cdot 5,5 = 19,36 \text{ А}$$

$$I_{ст.ем.розч} = 35 \text{ А} > 1,5 \cdot 19,36 = 29,36 \text{ А}$$

за наявністю допоміжних контактів – без допоміжних контактів;

за кліматичним виконанням – для помірного клімату У;

за категорією розміщення – 2.

За довідником вибираємо автоматичний вимикач ВА51Г-25-32 з такими технічними характеристиками: $U_{н.ав.} = 660 \text{ В}$, $I_{н.ав.} = 25 \text{ А}$, $I_{н.розч.} = 4,0 \text{ А}$, $k = 14 I_{н.розч.}$, триполюсний з електромагнітним розчіплювачем, без допоміжних контактів, за кліматичним виконанням – для помірного клімату У, за категорією розміщення – 2.

Технічні характеристики інших вибраних автоматичних вимикачів АВ надано в таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Характеристики обраних автоматичних вимикачів

Умовні позначки на схемах	Тип автоматичного вимикача	$I_{п.ав.}, \text{ А}$	$I_{пр.}, \text{ А}$	$I_{ст.ем.ст.}, \text{ А}$	$I_{відсч.розр.}, \text{ А}$
QF1	ВА51 – 29-32	63	16	160	156,05
QF2	ВА51Г – 25-32	25	4,0	56	29,3
QF3	ВА51Г – 25-32	25	3,15	44,1	23,36
QF4	ВА51Г – 25-32	25	6,0	84	79,04
QF5	ВА51Г – 25-32	25	3,15	44,1	23,36
QF6	ВА51Г – 25-32	25	4,0	56	29,3

5.5.2 Вибір електромагнітних пускачів

Проводиться за наступними умовами [7,23]:

- за типом або серією;
- за номінальною напругою магнітного пускача з умови:
-

$$U_{\text{ном.МП}} \geq U_{\text{мережі}}; \quad (5.12)$$

- за номінальним струмом магнітного пускача із умови:

$$I_{\text{ном.МП}} \geq I_{\text{розр}}; \quad (5.13)$$

- за виконанням:
- реверсивний, неревверсивний;
- з тепловим реле, без теплового реле;
- з електромеханічним блокування, без блокування.
- за номінальним струмом не спрацювання теплового реле із умови

$$I_{\text{ном.н.т.р.}} \geq I_{\text{ном.АД}} \text{ або } I_{\text{ном.н.т.р.}} \geq I_{\text{розр}}, \quad (5.14)$$

з подальшим регулюванням струму не спрацювання теплового реле, яке забезпечує рівність:

$$I_{\text{ном.н.т.р.}} = I_{\text{ном.АД}} \text{ або } I_{\text{ном.н.т.р.}} = I_{\text{розр}}; \quad (5.15)$$

- за ступенем захисту та наявністю кнопок «Пуск» і «Стоп»;
- за числом контактів допоміжного кола;
- за родом струму та напругою втягування котушки ;
- за кліматичним виконанням на комутаційну зносостійкість.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Теплове реле призначене для захисту електродвигуна та іншого електрообладнання від струмів перевантаження, обриву фази та тривалого запуску в ланцюгах змінного струму частотою 50 Гц і напругою до 400 В.

Номінальними величинами теплових реле є номінальний струм реле і номінальний струм його не спрацювання. Крім того, реле вибирають за способом монтажу та за родом і кількістю контактів допоміжного кола.

За довідником вибираємо магнітний пускач ПМЛ 12000У2А з технічними показниками: $U_{н.п.}=660$ В, $I_{н.п.}=10$ А, та тепловим реле РТЛ-100804 з технічними показниками: $I_{н.тр.}=25$ А, $I_{н.н.тр.}=3,52$ А нереверсивний, без кнопок, з одним замикаючим контактом, для помірного клімату У, за категорією розміщення 2, за ступенем захисту IP00.

Магнітні пускачі та теплові реле для захисту інших споживачів вибираємо аналогічно.

Технічні показники інших магнітних пускачів наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Технічна характеристика магнітних пускачів

$I_{розр.}$ А	Поз позн.	Тип пускача	$U_{н.п.}$ В	$I_{н.п.}$ А	Тип реле	$I_{н.тр.}$ А	$I_{уст.}$ А
3,52	КМ8	ПМЛ 12000У2А	660	10	РТЛ-100804	25	3,52
1,31	КМ9	ПМЛ 12000У2А	660	10	РТЛ-100604	25	1,31
4,63	КМ10	ПМЛ 12000У2А	660	10	РТЛ-101004	25	4,63
1,31	КМ11	ПМЛ 12000У2А	660	10	РТЛ-100604	25	1,31
3,52	КМ12	ПМЛ 12000У2А	660	10	РТЛ-100804	25	3,52

5.5 Узгодження тривало допустимих струмів проводів з номінальними струмами розчіплювачів автоматичних вимикачів

Узгодження номінальних струмів автоматичних вимикачів з тривало допустимими струмами проводів за умови:

$$\frac{I_{\text{тр.доп}}}{I_{\text{н.розч.ав}}} \geq \frac{I_{\text{тр.доп.н}}}{I_{\text{н.розч.ав.н.}}} \quad (5.16)$$

де $I_{\text{тр.доп}}$ - тривало допустимий струм вибраного проводу, А;

$I_{\text{н.розч.ав}}$ - номінальний струм розчіплювача вибраного автоматичного вимикача, А.

$$\frac{I_{\text{тр.доп.н}}}{I_{\text{н.розч.ав.н.}}} - \text{нормоване відношення.}$$

Тому що використані автоматичні вимикачі тільки з електромагнітним розчіплювачем, тому, згідно [8]:

$$\frac{I_{\text{тр.доп.н}}}{I_{\text{н.розч.ав.н.}}} \geq 0,22$$

Проводимо перевірочний розрахунок для кола живлення двигуна М1:

$$\frac{I_{\text{тр.доп.2}}}{I_{\text{н.розч.QF1}}} = \frac{19}{3,52} = 5,4 > 0,22$$

тому що $5,4 > 0,22$, отже автоматичний вимикач було вибрано вірно. Аналогічно проводимо розрахунок для інших автоматичних вимикачів.

5.6 Вибір силових розподільчих пристроїв

В якості силової розподільної шафи приймаємо розподільчий пункт ПР-8507 з триполюсними автоматичними вимикачами ВА-51-31-32. В якості

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

шафи керування технологічним процесом приймаємо спроектовану шафу керування.

5.7 Специфікація на матеріали та обладнання

Специфікацію на матеріали та обладнання надано на аркуші графічної частини проєкту.

У специфікації представлені апарати керування та захисту, силові струмоприймачі, датчики, апарати керування. В графі позиційне позначення представлено позиційне позначення елементів на схемі електричній принциповій. В графі найменування представлено найменування елементів згідно схемі електричній принциповій. В графі кількість, указано кількість однакових елементів. В графі примітки указані технічні данні елементів.

6 РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЛІНІЄЮ ВИРОБНИЦТВА ПАСТЕРИЗОВАНОГО МОЛОКА

6.1 Обрана технологія пастеризації молока

У основі технології пастеризації молока лежить короткочасний процес нагрівання в поєднанні з очищенням та знежиренням. Холодне сире молоко, що надходить із накопичувального танка, спрямовується у балансний танк (позиція 4), обладнаний поплавковим регулятором рівня, який забезпечує сталу подачу молока під час роботи установки.

Із балансного танка молоко закачується насосом (позиція 3) у пастеризаційну установку (позиція 1), де проходить перший етап нагрівання (секція 3(I)).

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

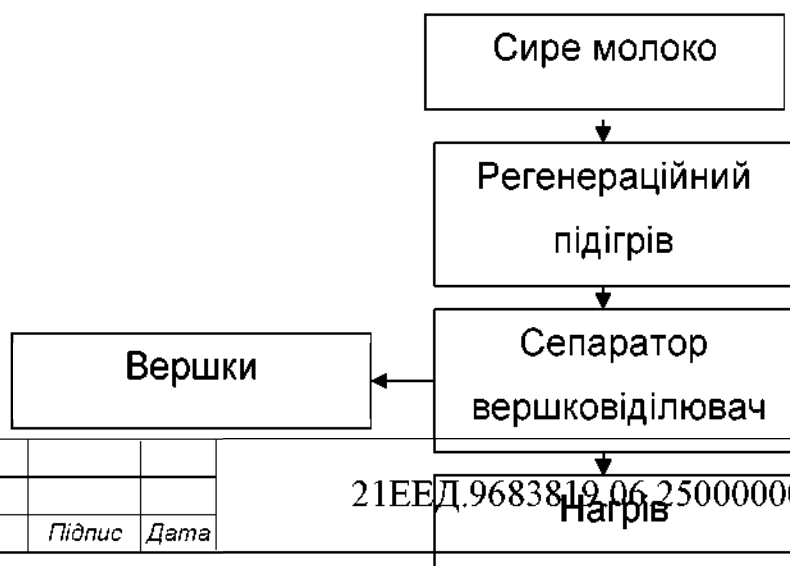
При досягненні температури приблизно 55 °С молоко спрямовується до сепаратора (позиція 2), де розділяється на знежирене молоко та вершки. Концентрація вершків може регулюватися в межах від 25% до 45%.

У сепараторі також здійснюється очищення молока від забруднень немолочного походження під дією відцентрових сил. Далі молоко продовжує нагріватися (до температури близько 65–70 °С) у другій нагрівальній секції 3(II) і через внутрішній канал надходить до секції пастеризації 3(III), де нагрівається до температури 76–80 °С.

Після цього молоко витримується протягом 15–20 секунд у трубчастому апараті витримки (позиція 6), а потім повертається в установку, де проходить охолодження — спочатку в рекупераційних секціях I і II, а потім остаточно до зберігальної температури в секціях водяного охолодження 3(IV).

Температура пастеризації безперервно контролюється та реєструється. На виході з апарата витримки встановлено автоматичний перемикальний клапан (позиція 5), який повертає молоко назад у балансний танк у разі зниження температури нижче встановленого нормативного рівня. Після цього молоко надходить у регенераційні охолоджувальні секції для попереднього підігріву нових порцій.

Витримувач (позиція 6) в установці призначений для посилення пастеризаційного ефекту. Додаткова витримка протягом 20 с у витримувачі перед охолодженням сприяє знищенню мікрофлори молока. Гаряча вода для пастеризації готується у бойлері. Вона нагрівається паром, що надходить у систему циркуляції гарячої води через інжектор 9 паропроводу котельної установки.



					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Рисунок 6.1 - Структурна схема прийнятої технології пастеризації молока

Рекуперація 92% теплової енергії дозволяє значно знизити енергоспоживання установки. Після пастеризації молоко охолоджується до температури зберігання 4–8 °С за допомогою крижаної води в пластинчастому охолоджувачі (позиція 1). Далі пастеризоване молоко надходить на розлив та пакування або тимчасово зберігається (не більше 6 годин) у баку-акумуляторі (позиція 8).

Гаряча вода подається в секцію пастеризації насосом (позиція 7), де вона нагріває молоко. Після передачі тепла охолоджена вода повертається до бачка-акумулятора (позиція 8), а потім знову нагрівається паром у пароконтактному нагрівачі до температури 78–82 °С.

На виході секції пастеризації встановлений температурний датчик, що пов'язаний із автоматичною системою регулювання температури. У разі відхилення від заданих параметрів система за допомогою клапанів або коригує потік гарячої води, або повертає молоко на повторну пастеризацію. Цей датчик також контролює температуру охолодженого молока після пастеризації.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

6.2 Розробка вимог до системи керування установкою пастеризації

Система керування установкою пастеризації пред'являє наступні вимоги до керування технологічним процесом:

- автоматизоване регулювання температури пастеризації;
- автоматична рециркуляція продукту при недосягненні температури пастеризації;
- автоматизоване керування процесом пастеризації;
- автоматизоване регулювання рівня в місткості;
- автоматизоване керування насосами;
- відображення температури пастеризації і температури на виході;
- застосувати сигналізацію робочих режимів технологічних машин;
- захищати силове електрообладнання від струмів короткого замикання та перевантаження;
- електродвигуни всіх машин поточної лінії запустити в послідовності, направленої проти руху сировини.

6.3 Визначення параметрів необхідних для контролю і керування технологічним процесом

У відповідності до прийнятої технології для нормального протікання технологічного процесу необхідно контролювати заповнення ємностей для молока, клапани подають до робочих машин гарячу воду. Також необхідно контролювати рівень заповнення танку для молока. Насос подачі молока повинен пускатися при наявності молока в приймальній ємності. Перелік параметрів контролю та регулювання представлено в таблиці 6.1.

6.4 Розробка схеми принципової керування технологічним процесом

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На основі технологічної схеми виробництва молока була розроблена принципова електрична схема керування лінією. Вона представлена на аркуші графічної частини проєкту.

Схема функціонує у двох режимах: ручному (Р) та автоматизованому (А), перемикання між якими здійснюється перемикачем SA.

Таблиця 6.1 – Перелік параметрів контролю та регулювання

Робоча машина	Виконуючий орган	Керуючий орган	Орган регулювання	Елементи регулювання	Технологічний стан	Стан органів регулювання
пластинчатий нагрівач	KM3	SL 1	верхній рівень	контакт	подача гарячої води	замикаючий
резервуар для молока	KM4	SL 3	нижній рівень	контакт	Робота змішувача молока	розмикаючий
танку для молока	KM1	SL 1	верхній рівень	контакт	початок змішування	замикаючий
Насос молочний самоусмоктуючий	KM2	SP1	заповнення насосу	контакт	подача до пастеризації	замикаючий
пастеризатор	KM3	SL 2	нижній рівень	контакт	подача молока	розмикаючий
Клапан	YA1	SK1	недостатньо пастеризоване молоко	контакт	Рециркуляція продукту	замикаючий

Живлення на схему подається за допомогою автоматичного вимикача QF1. Після цього вмикаються автоматичні вимикачі для кожного електродвигуна обладнання:

QF2 — для двигуна М;

QF3 — для двигуна М2;

QF4 — для двигуна М3;

QF5 — для двигуна М;

QF6 — для двигуна М5.

В ручному режимі (положення “SA” в “Р”) керування лінією здійснюється за допомогою кнопок постів SB1.2, SB2.2, SB3.2, SB4.2, SB5.2 (“Пуск”); SB1.1, SB2.1, SB3.1, SB4.1, SB5.1(“Стоп “). Ручний режим призначений для перевірки роботи кожної технологічної машини.

В автоматизованому режимі роботи (перемикач SA у положенні «А») всі автоматичні вимикачі робочого обладнання (QF2–QF6), а також вимикач схеми керування SF1 перебувають у ввімкненому стані.

Якщо ємність для молока порожня, датчик рівня SL1 залишається замкненим, що забезпечує подачу живлення до котушки магнітного пускача KM1. Головні контакти KM1 в силовому колі подають живлення до двигуна M1, який обертає мішалку для дозрівання вершків. При цьому загоряється сигнальна лампа HL1, що інформує про активний режим.

Наявність молока у ванні приймання контролюється датчиком рівня SL3. Коли рівень досягає заданої позначки, замикається коло живлення котушки проміжного реле KL1. Контакт KL1.1 активує коло пускача KM2, головні контакти якого подають живлення до двигуна M2 приводу насоса, який транспортує молоко до накопичувальної ємності.

Одночасно з цим замикається допоміжний контакт KL1.2, що активує пускач KM4. Його головні контакти подають живлення до двигуна M4, який обертає мішалку в накопичувальній ємності. Далі допоміжний контакт KM4.2 замикає коло живлення котушки пускача KM3, що забезпечує запуск двигуна M3 приводу насоса для подачі гарячої води в пастеризатор.

Коли молоко надходить до накопичувального резервуару, датчик рівня SL2 замикає коло живлення котушки магнітного пускача KM5, що забезпечує запуск двигуна M5 — приводу насоса пастеризатора. Одночасно вмикається сигнальна лампа HL5, яка інформує про активний режим роботи. На цьому етапі розпочинається процес переробки молока.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Якщо молоко не досягає заданої температури пастеризації, спрацьовує режим рециркуляції. Його реалізує електроклапан YA1. Температурний контроль здійснюється за допомогою датчика SK1: при досягненні граничного значення він замикає коло живлення котушки проміжного реле KL2, яке, у свою чергу, подає живлення до клапана YA1. Таким чином забезпечується повернення непропастеризованого молока на повторну обробку.

6.5 Розробка схеми електричної з'єднування шафи керування

Схему електричної з'єднування виконано на основі схеми електричної принципової та представлено на аркуші графічної частини проекту.

Прийнято таке розташування приладів в шафі керування: на стіні шафи розташовано: магнітні пускачі KM1, KM2, KM3, KM4, KM5; автоматичні вимикачі QF1-QF6; проміжні реле KL; клемна колодка X1. На двох шафи розміщені: сигнальна арматура HL1-HL5; кнопкові пости SB1-SB5; перемикач режимів роботи SA1.

6.6 Розробка схеми електричної підмикання

Схема електрична підмикання представлена на аркуші графічної частини проекту. Підмикання здійснюється між силовою розподільчою шафою A1 і шафою керування A2, електродвигунами M1 – M5 приводу робочих машин та датчиками SL, SK, SP, електромагнітним клапаном YA1. Проводи, які з'єднують робочі машини з шафою керування прокладені у трубах.

6.7 Складання специфікації на матеріали та обладнання

Специфікація матеріалів та обладнання представлена на аркуші графічної частини проекту.

У специфікації наведено:

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

- апарати керування та захисту,
- силові струмоприймачі,
- датчики,
- апарати автоматичного керування.

Графи специфікації містять таку інформацію:

«Позиційне позначення» — умовні позначення елементів відповідно до електричної принципової схеми;

«Найменування» — назви елементів відповідно до принципової схеми;

«Кількість» — кількість однакових елементів;

«Примітки» — основні технічні характеристики елементів (наприклад, напруга, струм, тип корпусу тощо).

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

7 ОХОРОНА ПРАЦІ

7.1 Нормативна правова база з охорони праці

1 Основне законодавство в галузі охорони праці

Закон України «Про охорону праці»

Кодекс законів про працю України

Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування»

Кодекс цивільного захисту України

Наказ МОЗ від 16.06.2014 № 398 — Про затвердження порядків надання до медичної допомоги при невідкладних станах

Постанова КМУ від 30.11.2011 № 1232 — Про деякі питання розслідування та обліку нещасних випадків, профзахворювань і аварій на виробництві

2. Нормативно-правові акти з охорони праці (НПАОП)

- Реєстр НПАОП;
- НПАОП 0.00-1.28-10 — Правила охорони праці під час експлуатації ЕОМ;
- Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності;
- ПУЕ — Правила улаштування електроустановок;
- ПТЕЕС — Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів;
- 3. Державні стандарти та санітарні норми
- ДСТУ 7239:2011 — Засоби індивідуального захисту. Система стандартів безпеки праці;
- ДСН 3.3.6.096-2002 — Норми роботи з джерелами електромагнітного випромінювання;

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- ДСанПіН 3.3.2.007-98 — Гігієнічні вимоги до роботи з дисплейними терміналами ЕОМ;
- ДБН В.2.5-28:2006 — Природне та штучне освітлення.

7.2 Аналіз стану охорони праці на підприємстві

Виходячи з властивостей речовин і матеріалів, умов їх застосування, обробки і у відповідності з нормативними документами приміщення по вибухопожежній і пожежній небезпеці діляться на п'ять категорій – А, Б, В, Г, Д. Категорія приміщень по вибухопожежній, пожежній небезпеці і умовами навколишнього середовища молокоцеху ПрАТ "Нововодолазький молокозавод" наведено в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Категорія приміщень по вибухопожежній, пожежній небезпеці і умовами навколишнього середовища

Найменування приміщення	Характеристика приміщення	
	по умовам середовища	За ступенем ураження ел. струмом
Приміщення прийому молока	сире	електрично - небезпечне
Лабораторія	сире	хімічно - небезпечне
Вентиляційна	сухе	електрично - небезпечне
Електрощитова	сухе	електрично - небезпечне
Виробниче приміщення	сире	без підвищеної небезпеки
Склад	сире	без підвищеної небезпеки
Котельня	сире	електрично - небезпечне
Кімната персоналу	сухе	без підвищеної небезпеки
Санвузол	вологе	без підвищеної небезпеки

Усі силові електроприймачі живляться змінною напругою 380 В

частотою 50 Гц, тому для їх обслуговування необхідно щоб електромонтери, електромеханіки та інші робітники, які обслуговують усе електрообладнання повинні мати групу допуску по електробезпеці не менше як III (до 1000 В).

Аналіз потенційних небезпек виникаючих унаслідок дії небезпечних і шкідливих виробничих чинників, і заходи, застережливі їх небезпечну дію приведені в таблиці 7.2.

7.3 Захист від атмосферної електрики (блискавки)

Для забезпечення пожежної безпеки потрібно виконувати профілактичні заходи запобігання пожежам в яких враховується протипожежний стан об'єкта, тобто кількість пожеж та збитки від них, число займань, а також травм, загиблих людей і рівень реалізації вимог пожежної безпеки, рівень боєготовності пожежних підрозділів, а також стан протипожежної агітації і пропаганди.

Забезпечення пожежної безпеки об'єкта передбачає створення системи попередження пожеж та протипожежного захисту.

Блискавкозахист - це система захисних пристроїв та заходів, що призначені для забезпечення безпеки людей, збереження будівель та споруд, устаткування та матеріалів від можливих вибухів, займань та руйнувань, спричинених блискавкою.

Захист об'єктів від прямих ударів блискавки забезпечується шляхом встановлення блискавковододів. Захист від електростатичної індукції (вторинний прояв блискавки) здійснюється приєднанням устаткування до заземлювача для відведення електростатичних зарядів, індукованих блискавкою, в землю. Захист від електромагнітної індукції полягає у встановленні методом зварювання перемичок між протяжними металоконструкціями в місцях їхнього зближення менше ніж на 10 см. Інтервал між перемичками повинен становити не більше 20 м. Це дає змогу наведеному струму блискавки переходити з одного контуру в інший без утворення електричних розрядів.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						63
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 7.2 - Потенційні небезпеки і заходи їх попередження

Технологічні операції, устаткування, інструмент	Вид небезпеки	Джерела небезпеки	Вимоги безпеки		Вимоги виробничої санітарії	Особи, що здійснюють контроль над дотриманням ТБ
			До персоналу	До устаткування		
1	2	3	4	5	6	7
Сепарація молока.	Попадання руками в частини, що обертаються.	Привід сепаратора.	Інструктаж по ТБ. Застебнутий і заправлений одяг.	Захисні кожухи, контраст рухомих частин.	E = 100 лк t = 23 ° C φ = 60-75%	Бригадир
Компресори, вакуумні насоси, вентилятори.	Попадання руками в частини, що обертаються.	Привід механізмів.	Інструктаж по ТБ. Обмеження доступу людей.	Захисні кожухи, контраст рухомих частин.	T = 23 ° C φ = 60-75%	Бригадир
Пастеризація молока.	Можливість опіку.	Водонагрівач, паропроводи, пастеризатор.	Інструктаж по ТБ.	Тепло-ізоляція, застережливі написи.	E = 100 лк t = 23 ° C φ = 60-75%	Бригадир
Ремонт і ТЕ технологічного устаткування.	Поразка електричним струмом, попадання руками в частини, що обертаються.	Будь-яке технологічне устаткування.	Інструктаж по ТБ, відповідна кваліфікація ремонтного персоналу, група допуску III і вище.	Можливість повного відключення установок, наявність пристроїв захисного відключення.	–	Бригадир

Захист від занесення високих потенціалів та блискавкозахист.

Захист від занесення високих потенціалів у будівлю здійснюється шляхом приєднання до заземлювача всіх металевих конструкцій перед їх введенням у приміщення.

Будівлі та споруди класифікуються за рівнем блискавкозахисту згідно з вимогами Правил улаштування електроустановок (ПУЕ). Визначення категорії захисту об'єкта залежить від його функціонального призначення та класу вибухо- та пожежонебезпечних зон:

I категорія — об'єкти з вибухонебезпечними зонами класів В-1 та В-11. До цієї категорії належать приміщення, де постійно або періодично використовуються легкозаймисті або горючі речовини, здатні утворювати вибухонебезпечні газо-, паро- або пило повітряні суміші. Навіть незначний електричний розряд (іскра) може стати джерелом займання.

II категорія — об'єкти з вибухонебезпечними зонами В-Ia, В-Iб, В-IIa, де вибухонебезпечні суміші можуть виникати лише в разі аварії чи порушення технологічного процесу. Сюди також належать зовнішні установки класу В-I та склади з легкозаймистими рідинами чи матеріалами.

III категорія — включає будівлі з пожежонебезпечними зонами класів П-I, П-II та П-IIa, відкриті технологічні установки, склади горючих речовин (клас П-III), а також труби підприємств, котелень, башти й вежі висотою 15 м і більше.

Будівлі та споруди, які належать до II категорії блискавкозахисту, повинні бути захищені як від прямих ударів блискавки, так і від переносу високих потенціалів через підземні металеві комунікації. Очікувана кількість поразок в рік будівлі або споруди, не обладнаної захисту від блискавки, визначається по формулі:

$$N = [(S + 6 \cdot h) \cdot (L + 6 \cdot h) - 7,7 \cdot h^2] \cdot n \cdot 10^{-6} \quad (7.1)$$

де: L і S відповідно довжина і ширина молочного блоку, м;

h — найбільша висота молочного блоку, м;

n — середньорічне число ударів блискавок в 1 км² земній поверхні в районі розташування молочного блоку.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						65
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N = [(24 + 6 \cdot 5) \cdot (12 + 6 \cdot 5) - 7,7 \cdot 5^2] \cdot 4 \cdot 10^{-6} = 0,0083$$

Молочні цехи відносяться до III категорії об'єктів по захисту від блискавки, тобто спроектований об'єкт підлягає захисту від всіх видів дії грозового розряду.

Для об'єктів III категорії, що мають дах, захист від блискавки доцільно виконувати у вигляді сталевий сітки з дроту $d = 6$ мм.

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

Опір розтіканню струму стрижнів не більше 10 Ом.

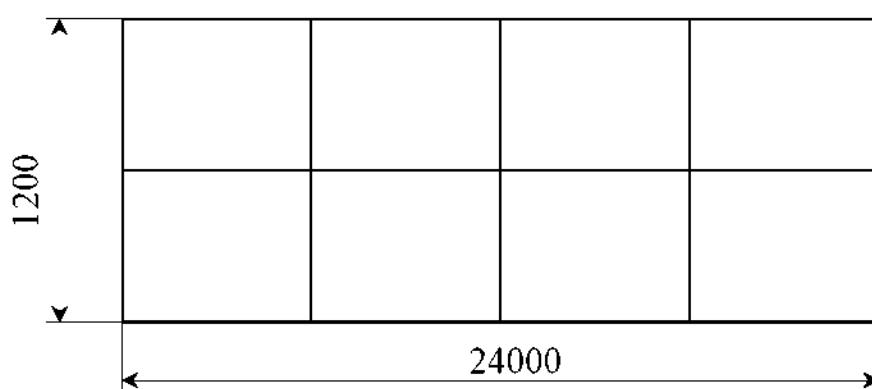


Рисунок 7.1 - Схема захисту від блискавки молочного цеху

Заземлюючі спуски проводяться паралельно фундаменту.

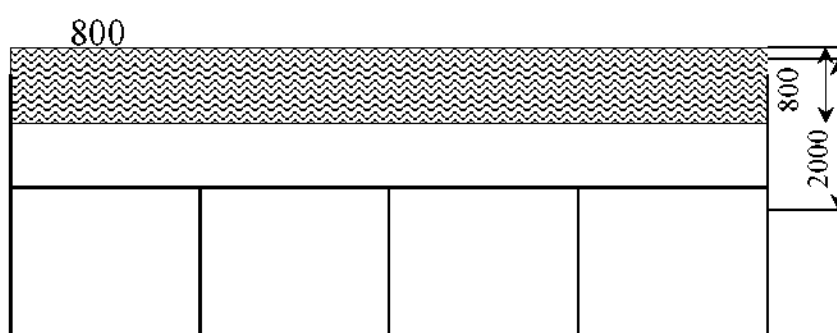


Рисунок 7.2 - Заземлювач захисту від блискавки

Матеріал заземлювачу: куточок 40 х 40 х 4 мм, смуга 4 х 40 мм

Розрахуємо витрату матеріалу

Куточок:

$$L = 5 \cdot 2 \cdot 2 = 20 \text{ м}$$

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Смуга:

$$L = 24 \cdot 2 = 48 \text{ м}$$

Дріт

$$L = 24 \cdot 3 + 12 \cdot 5 + 3,5 \cdot 4 = 146 \text{ м}$$

7.4 Інструкція з техніки безпеки при роботі в молочному цеху

До роботи з обладнанням допускається лише спеціально навчений персонал, який має I кваліфікаційну групу з електробезпеки.

Перед використанням ручних електричних машин та інструментів необхідно виконати:

- перевірку справності та чіткості роботи вимикачів;
- пробний запуск інструменту на холостому ходу.

Заборонено використовувати ручні електричні машини або інструменти, які мають зовнішні або внутрішні дефекти.

Усі працівники повинні дотримуватись правил особистої гігієни, мати засоби індивідуального захисту, а також проходити інструктаж з техніки безпеки на робочому місці.

Робоче місце повинно бути чистим, сухим, добре освітленим і не захищеним сторонніми предметами.

При користуванні ручними електричними машинами і електричним інструментом їх кабелі повинні по можливості підвішуватися.

При припиненні подачі напруги під час роботи з електричними машинами і електричним інструментом, або перегріву в роботі електричний інструмент від'єднується від мережі.

Особам, що користуються ручними електричними інструментами забороняється:

- передавати електричні машини і електроінструмент навіть на короточасне користування іншим особам;

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		67

- розбирати електричні машини і електроінструмент або самостійно проводити ремонт (як самого інструменту, так і приводів, штепсельних з'єднань і т.і.);

- триматися за кабель ручних електричних машин і електроінструменту, або ріжучого інструменту, що обертається;

- залишати електричні машини і електроінструмент без нагляду включеними в мережу.

За порушення вимог інструктажу по експлуатації електроустановок персонал несе дисциплінарну відповідальність.

7.5 Висновки до розділу

Запропоновані в проєкті організаційні та технічні заходи з охорони праці та охорони навколишнього середовища спрямовані на:

- зниження рівня виробничого травматизму;
- запобігання виникненню професійних та загальних захворювань;
- створення безпечних та комфортних умов праці;
- дотримання екологічних нормативів;
- підвищення рівня виробничої дисципліни та культури праці;
- зростання ефективності виробництва та продуктивності праці.

Реалізація цих заходів сприяє досягненню сучасних вимог техногенно-екологічної безпеки та сталого розвитку виробництва.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		68

8 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ І ПОКАЗНИКИ ПРОЄКТУ

8.1 Загальні положення

Загальні положення охоплюють питання обґрунтування доцільності впровадження нової техніки. Оптимальний варіант проектних рішень визначається на основі показників зрівнювальної економічної ефективності капітальних вкладень. Таким показником є мінімум приведених затрат.

Приведенні затрати визначаються по формулі :

$$З = E_e + e_n \cdot K, \quad (8.1)$$

де E_e – експлуатаційні затрати, грн./рік ;

e_n – нормативний коефіцієнт ефективності капітальних вкладень,

K – капітальні вкладення, грн.

Експлуатаційні витрати визначаються по формулі :

$$E_e = З + A + T_p + E_n + C_o + P_e, \quad (8.2)$$

де $З$ – заробітна плата експлуатаційного персоналу з нарахуванням, грн.

A – амортизаційні нарахування по основним засобам на реновацію і капітальний ремонт, грн.

T_p – затрати на ремонт основних засобів виробництва, грн.

E_n – затрати на енергоресурси (електроенергію, паливо, ГЗМ, газ);

C_o – затрати на спец одягу, грн.

P_e – інші експлуатаційні затрати, грн.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		69

8.2 Розрахунок капітальних вкладень в розробку

Капітальні вкладення в розробку розраховуємо за формулою :

$$K_B = K_P + K_M + K_H, \quad (8.3)$$

де K_P – власна впроваджена розробка (придбане обладнання), грн.;

K_M – монтажні роботи, грн., $K_M = K_P \cdot 0,12$;

K_H – налагодження обладнання (навчання персоналу), грн.,

$K_H = K_P \cdot 0,08$.

$$K_B = 36548 + 3045 + 338,64 = 39931 \text{ грн.}$$

Таблиця 7.1 – Вартість придбаного обладнання

Найменування обладнання	Кільк.	Вартість грн.	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4
Щит розподільчий ПР-8507 -2У3	1	11250	11250
Шафа керування 5926-4974У3	1	8210	8210
Електродвигуни : АИР80В4У2 (Рн = 1,5кВт)	2	1720	3 440
АИР63В2У3 (Рн = 0,55кВт)	1	2240	2240
АИР80В2У3 (Рн = 2,2кВт)	1	3360	3360
АИР63В2У3 (Рн = 0,55 кВт)	2	1240	2 480
АИР71В4У3 (Рн = 0,75 кВт)	1	2200	2200
Автоматичні вимикачі : ВА51 – 29 – 32 ТУ 16 – 89 (Ін. = 63А)	1	209	209
ВА51 – 25 – 32 ТУ 16 – 88 (Ін. = 25А)	5	85	425

Продовження таблиці 8.1

1	2	3	4
Магнітні пускачі : ПМЛ – 1220УХЛА ТУ16 – 83 (I _{н.} = 10А)	5	105	525
Теплові реле : РТЛ ТУ16 – 84	5	80	400
Кнопки керуванняПКЕ712	10	15	150
Проміжне реле РПЛ103	1	8	118
Перемикач ПКУ3	1	3	13
Колодка затискачів	1	12	112
Світлосигнальна арматура АМЕ32/2	11	7	177
Терморегулятор ТУДЕ	1	89	789
Первинний перетворювач	1	65	65
Кабель : АПВ4 (1х 2,5) АПВ 4 (4 х 4)	59 6	5 15	295 90
			Σ 36548

8.3 Економія електроенергії від впровадження розробки

В таблиці 8.2 приведені розрахунки тривалої роботи електрообладнання спожиту кількість електроенергії.

Витрати електроенергії в фізичних показниках по базовому варіанту розраховуємо за формулою :

$$E_{в1} = P_{дв} \cdot K_{г} \cdot K_{д} , \quad (8.4)$$

де $P_{дв}$ – сумарна потужність двигунів, кВт ;

$K_{г}$ – кількість годин на добу, $K_{г} = 8$ год. ;

$K_{д}$ – кількість днів роботи за рік, $K_{д} = 200$ днів/рік.

$$\Sigma P_{дв} = 2,2 + 1,5 + 0,55 + 2,2 + 0,55 = 7,0 \text{ кВт}$$

$$E_{в1} = 7 \cdot 8 \cdot 200 = 11220 \text{ кВт} \cdot \text{год.}/\text{рік}$$

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		71

Таблиця 8.2. – Споживання електричної енергії установками в цеху

Тип машини	Продуктивн.	Кількість ел.двигун.	P_n , кВт	Кількість робочих днів	Кількість роботи в сутки	Споживан. ел.енергії, кВт/год
MSE 35 - 01-777	1200 л/год	1	2,2	200	8	3360
ОМВ – 10	$V = 10 \text{ м}^3$	1	1,5	200	8	2400
Г2 – ОПБ	$6 \text{ м}^3/\text{год}$	1	0,55	200	8	880
Г2 – ОПБ	$6 \text{ м}^3/\text{год}$	1	0,55	200	8	880
ОМВ – 10	$V = 10 \text{ м}^3$	1	1,5	200	8	2400

Витрати електроенергії в фізичних показниках по проектному варіанту :

$$E_{B2} = P_{дв} \cdot K_{Г} \cdot K_{д} \cdot K_{А}, \text{ кВт} \cdot \text{год./рік} \quad (8.5)$$

де $K_{А}$ – коефіцієнт, враховуючий автоматизацію керування технологічним процесом, $K_{А} = 0,92$.

$$E_{B2} = 7 \cdot 8 \cdot 200 \cdot 0,92 = 10304 \text{ кВт} \cdot \text{год./рік}$$

Економія електроенергії в грошових одиницях :

$$\Gamma_{ЕК.ЕЛ} = \Gamma_{ЕГ1} - \Gamma_{ЕГ2}, \text{ грн./рік} \quad (8.6)$$

де $\Gamma_{ЕГ1}$ – витрати електроенергії для базового варіанту, грн./рік ;

$\Gamma_{ЕГ2}$ – витрати електроенергії для проектного варіанту, грн./рік.

$$\Gamma_{ЕГ1} = E_{B1} \cdot K_{Т} \quad (8.7)$$

$$\Gamma_{ЕГ2} = E_{B2} \cdot K_{Т} \quad (8.8)$$

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де K_T – тариф на електроенергію, $K_T = 4,32$ грн./кВт·год.

$$\Gamma_{\text{ЕГ1}} = 11220 \cdot 4,32 = 48384 \text{ грн./рік}$$

$$\Gamma_{\text{ЕГ2}} = 10304 \cdot 432 = 44513 \text{ грн./рік}$$

$$\Gamma_{\text{ЕК.ЕЛ}} = 48384 - 44513 = 3871 \text{ грн./рік}$$

8.4 Розрахунок фонду оплати праці

Фонд оплати праці розраховуємо за формулою :

$$\Phi_{\text{оп}} = T_{\text{ст}} \cdot 12 \cdot K_p, \text{ грн./міс. ;} \quad (8.9)$$

де $T_{\text{ст}}$ – тарифна ставка робітника, $T_{\text{ст}} = 9000$ грн./міс. ;

12 – кількість місяців в році, міс./рік ;

K_p – кількість робітників по варіантах : базовий – $K_p = 6$,

Проектний – $K_p = 5$.

$$\Phi_{\text{оп1}} = 9000 \cdot 12 \cdot 6 = 648000 \text{ грн./рік}$$

$$\Phi_{\text{оп2}} = 9000 \cdot 12 \cdot 5 = 540000 \text{ грн./рік}$$

Економія на оплаті праці :

$$\Phi_{\text{ЕК.оп}} = \Phi_{\text{оп1}} - \Phi_{\text{оп2}}, \text{ грн./рік} \quad (8.10)$$

$$\Phi_{\text{ЕК.оп}} = 648000 - 540000 = 108000 \text{ грн./рік}$$

Економічний ефект від впровадження розробки :

$$E_p = \Gamma_{\text{ЕК.ЕЛ}} + \Phi_{\text{ЕК.оп}}, \text{ грн./рік} \quad (8.11)$$

$$E_p = 3871 + 108000 = 111871 \text{ грн./рік}$$

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Термін окупності при впровадженні розробки :

$$T_{ок} = \frac{K_v}{E_p}, \quad (8.12)$$

$$T_{ок} = \frac{39931}{11871} = 3,3 \text{ року}$$

Результати розрахунку заносимо в таблицю 8.3

Таблиця 8.3 – Техніко – економічні показники

Найменування показників	Варіанти		
	базовий	проектова- ний	відхи- лення
Додаткові капітальні вкладення, грн.	-	36548	-
Споживання електроенергії, кВт · год.	10304	11220	-916
Витрати на електроенергію, грн.	48384	44513	-3871
Фонд оплати праці, грн.	648000	540000	-10800
Економічний ефект грн. / рік.	-	111871	-
Термін окупності розробки, рік.	-	3,3	-

8.5 Висновки по розділу

Виконані розрахунки показують, що впровадження системи управління технологічним процесом дозволяє поліпшити кількісні і якісні показники виробництва. Так, споживання електроенергії знизилося на 916 кВт/рік , при цьому річний економічний ефект складає 111871гривень, термін окупності проекту 3,3 років. Економія оплати праці складає 10800 грн.

ВИСНОВКИ

Впровадження запропонованого проєкту дозволяє суттєво підвищити ефективність експлуатації технологічного обладнання завдяки розробленим технічним та організаційним заходам. Розроблена система керування лінією виробництва пастеризованого молока підвищує рівень автоматизації та енергоозброєність праці, забезпечуючи сучасні вимоги до технологічного процесу.

Згідно з проведеними економічними розрахунками, реалізація проєкту сприятиме:

- скороченню витрат електроенергії;
- зростанню обсягу реалізації продукції та підвищенню виручки;
- підвищенню рентабельності виробництва.

Комплекс заходів з охорони праці та техніки безпеки дасть змогу покращити умови роботи персоналу та забезпечити необхідний рівень безпеки на робочих місцях.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						75
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ПрАТ "Нововодолазький молокозавод" веб-сайт URL: <https://company4704.postavschiki.ua/ua> (дата звернення: 22.04.2025).
2. Зорька. веб-сайт URL: <https://zorka-milk.com/> (дата звернення: 22.04.2025)
3. Скорченко Т. А. Технологія незбираномолочних продуктів: Навчал. посіб. / Т.А.Скорченко, Г.Є. Поліщук, О.В. Грек, О.В. Кочубей. Вінниця: Нова книга, 2005. 264с.
4. Технологічне обладнання для переробки продукції тваринництва: навчальний посібник / О.В. Гвоздев, Ф.Ю.Ялпачик, Ю.П. Рогач, Л.М. Кюрчева; за ред. к.т.н. О.В. Гвоздева. Суми: Видавництво "Довкілля", 2004. 420 с.
5. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві / О.С. Марченко, О.В. Дацішин, Ю.М. Лавріненко [та ін.]; за ред. О.С. Марченка. К.: Урожай, 1995. – 416 с.
6. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010. Будівельна кліматологія. – Вид. офіц. – [Чинний від 2011-11-01]. К. : Мінбуд України, 2011. 128 с.
7. Правила улаштування електроустановок. ПУЕ. Нова редакція. Станом на 21.07.2017 р. К. : Міненерговугілля України, 2017. 617 с.
8. ДСТУ Б А.2.4-4:2009. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної та робочої документації. [На заміну ДСТУ Б А.2.4-4-99 (ГОСТ 21.101-97)]; чинний від 24.01.2009]. К.: Мінрегіонбуд України. 2009 (Національний стандарт України).
9. Квітка С.О., Постнікова М.В., Речина О.М. Розрахунок і вибір потужності електродвигуна для тривалого режиму роботи: метод. рекомендації до дипломного проектування для здобувачів освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» за спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Мелітополь: ТДАТУ, 2018. 13 с.
10. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній : підручник / Є. Л. Жулай [та ін.] ; за ред. Є. Л. Жулая. К. : Вища освіта, 2001. 288 с.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						76
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. ДСТУ Б А.2.4-5:2009. Система проектної документації для будівництва. Загальні положення. [На заміну ДСТУ Б А.2.4-5-95 (ГОСТ 21.001-93); чинний від 2010-01-01]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. 10 с.
12. ДСТУ Б А.2.4-19:2008. Система проектної документації для будівництва [Текст]. Зображення умовні графічні. Електрообладнання та проводки. Централізоване управління енергопостачанням. [Чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. К.: Мінрегіонбуд України, 2009. 32 с.: рис. (Національні стандарти України)
13. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК : підручник / І. І. Мартиненко, В. П. Лисенко, Л. П. Тищенко, І. М. Болбот, П. В. Олійник. К. : НМЦ Мін-ва аграрної політики України, 2008. 330 с.
14. Богомолів О.В., Гурський П.В., Богомолів В.П. Курсове та дипломне проектування обладнання харчових і переробних підприємств. Х.:Еспада, 2004. 432с
15. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві / О. С. Марченко, О. В. Дацішин, Ю. М. Лавріненко [та ін.] ; за ред. О. С. Марченка. К. : Урожай, 1995. 289 с.
16. Довідник сільського електрика / В.С. Олійник, В. М. Гайдук, В. Ф. Гончар; за ред. В. С. Олійника. – 3-тє вид., переробл. і допов. К.: Урожай, 1989. 264 с.
17. Основи проектування систем електрифікації : Методичні вказівки до розділу «Проектування внутрішньої розподільчої мережі» комплексного курсового проекту для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка». Мелітополь: ТДАТУ, 2017. 78 с.
18. Дипломне проектування енергетичних та електротехнічних систем в агропромисловому комплексі : навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / Г.Б. Іноземцев, В.В. Козирський, М.Т. Лут, І.П. Радько, О.Ю. Синявський. 2-е вид., перероб. і доп. К., 2014. 526 с.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						77
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

19. Каталог електродвигунів AIP веб-сайт. URL: https://xn--80agv.com.ua/uk/katalog_elektrodvvguniv_air/ (дата звернення: 14.04.2025).
20. Автоматизовані системи керування технологічними процесами (АСК ТП) [Текст] : підруч. для вищих навч. закл. / І. О. Фурман [та ін.] ; заг. ред. І. О. Фурман. Х. : Факт, 2006. 317 с.
21. Дипломне проектування зі спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Методичні рекомендації. «Розробка системи керування технологічним процесом» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр». Мелітополь: ТДАТУ, 2019. Ч 2. 48 с.
22. Дипломне проектування енергетичних та електротехнічних систем в агропромисловому комплексі : навч. посіб. для студентів вищих навчальних закладів / Г.Б. Іноземцев, В.В. Козирський, М.Т. Лут, І.П. Радько, О.Ю. Синявський. 2-е вид., перероб. і доп. К., 2014. 526 с.
23. ДСТУ Б А.2.4-3:2009. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів. [На заміну ДСТУ Б А.2.4-3-95 (ГОСТ 21.408-93); чинний від 2009-23-01]. Київ. Мінрегіонбуд України. 2009. 54с.
24. Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем (ГОСТ 2.702-2011, ІДТ) ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 Видання офіційне К.: Мінекономрозвитку України, 2015. (Національний стандарт України).
25. ДСТУ Б А.2.4-3:2009. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання робочої документації автоматизації технологічних процесів. [На заміну ДСТУ Б А.2.4-3-95 (ГОСТ 21.408-93); чинний від 2009-23-01]. Київ. Мінрегіонбуд України. 2009. 54с.
26. Рубаненко О.О. Основи проектування енергетичних об'єктів в АПК. Навчально-методичний посібник з організації самостійної та практичної роботи для підготовки студентів за напрямом підготовки 6.100101 «Енергетика і електротехнічні системи в агропромисловому комплексі» та спеціальністю 141

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						78
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Вінниця, видавничий центр ВНАУ: 2017 р. 94 с.

27. Пункти розподільні ПР *Бутон*. веб-сайт. URL: <https://tovbuton.com.ua/ua/catalog/punkty-raspredelitelnye-pr.html> (дата звернення: 27.05.2025).

28. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці [Текст]: підруч. 3-тє вид., перероб. і доп. Львів: Укр. акад. друкарства, 2006. 336 с.

29. ДСТУ Б А.3.2-13:2011. Система стандартів безпеки праці. Будівництво. Електробезпечність. Загальні вимоги (ГОСТ 12.1.013-78, MOD) К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2012. 14 с. (Національний стандарт України).

30. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. Вид. офіц. Київ: Укр-НДНЦ, 2016. 110 с.. (Національний стандарт України).

31. Захисне відключення, які вимоги пред'являються до захисного відключення і які функції воно виконує? Пристрої реагують на напругу корпусу щодо землі. веб-сайт. URL: <https://travakavkaza.ru/uk/color/zashchitnoe-otklyuchenie-kakie-trebovaniya-predvavlyvutsya-k/> (дата звернення: 17.05.2025).

32. Методичні рекомендації по виконанню 6 розділу дипломного проєкту «Техніко-економічна оцінка проєктних рішень» для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності 208 «Агроінженерія». Мелітополь, ТДАТУ, 2018.

33. Мельник Л.Г., Карінцева О.І., Сотник І.М.. Економіка енергетики. Навчальний посібник. Суми : Університетська книга, 2016. 240 с.

34. Бойчик І.М Економіка підприємства: підручник. К.: Кондор Видавництво, 2016. 378 с.

					21ЕЕД.9683819.06.25000000 ПЗ	Арк.
						79
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		