

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

«На правах рукопису»
УДК 006.91

ЗАТВЕРДЖУЮ
В.о.зав. кафедри
«Електротехніка і електромеханіка
імею професора В. В. Овчарова»
доц. _____
"16" _____ липня 2025 року

Пояснювальна записка

до кваліфікаційного проекту
здобувача першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

на тему: **Електрифікація міні консервного цеху ТОВ «Ладус»
с. Красненьке Вінницької області з розробкою системи
керування виробництвом плодових соків**

21ЕМД. 9683758.000000ПЗ

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

(підпис) О.В. Солдатова

Керівник, к.т.н.,
доцент _____
(підпис)

Консультант, к.т.н.,
доцент _____
(підпис)

Консультант, к.е.н.,
доцент _____
(підпис)

Пормоконтролер,
к.т.н., доцент _____
(підпис)

Рецензент,
к.т.н., доцент _____
(підпис)

Запоріжжя, 2025 р.

РЕФЕРАТ

Солдатов О.В. Електрифікація міні консервного цеху ТОВ «ЛАДУС» с. Красненське Вінницької області з розробкою системи керування виробництвом плодових соків: кваліфікаційний проєкт; Запоріжжя : ТДАТУ. 2025. 69 с.

Обсяг кваліфікаційного проєкту – 69 аркушів, кількість рисунків - 9, кількість таблиць – 9

В проєкті було детально розглянуто процеси у міні консервному цеху. Було розраховано і обрано технологічне і силове електрообладнання. Складено схему розташування електросилового обладнання. Детально розглянуто виробництво плодових соків. Розроблено схему керування технологічним процесом. На підставі схеми принципової розроблені схеми з'єднань та підмукань. Розрахована апаратура керування і захисту, а також перевірено її за різними умовами. Складена схема силової розподільчої мережі цеху.

Також були розглянуті питання технічної безпеки та запропоновано заходи щодо її підвищення; розглянуто пристрій захищеного відключення.

Були виконані техніко-економічні розрахунки проєкту.

Ключові слова: ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ, МІНІКОНСЕРВНИЙ ЦЕХ, СХЕМА, СИЛОВЕ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ, ПЛОДОВИЙ СІК

ABSTRACT

Soldatova O.B. Electrification of the mini-canning plant of LLC "LADUS" village of Krasnenke, Vinnytsia region with the development of a fruit juice production control system: qualification project; Zaporizhzhia: TDATU. 2025. 69 p.

The volume of the qualification project is 69 sheets, the number of figures is 9, the number of tables is 9

The project considered in detail the processes in the mini-canning plant. The technological and power electrical equipment was calculated and selected. A scheme for the location of the electrical power equipment was drawn up. The production of fruit juices was considered in detail. A scheme for controlling the technological process was developed. Based on the schematic diagram, connection and wiring diagrams were developed.

The control and protection equipment was calculated and tested under various conditions. A diagram of the power distribution network of the workshop was drawn up.

Technical safety issues were also considered and measures were proposed to improve it; a protective shutdown device was considered.

Technical and economic calculations of the project were performed.

Keywords: ELECTRIFICATION, MINI-CANNING SHOP, SCHEME, POWER ELECTRICAL EQUIPMENT, FRUIT JUICE

ВСТУП.....	9
1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧЕ – ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ МІНІ КОНСЕРВНОГО ЦЕХУ ТОВ «ЛАДУС».....	10
1.1 Аналіз господарської діяльності міні консервного цеху.....	10
1.2 Аналіз електрифікації господарства розділу.....	10
1.3 1.3 Висновки і пропозиції.....	11
2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ.....	12
2.1 Аналіз існуючих технологічних процесів виробництва плодових соків.....	12
2.2 Визначення архітектурно-планувальних вихідних даних.....	16
2.3 Складання паспортних даних стандартного технологічного обладнання.....	18
2.4 Складання вимог до проєкту електрифікації.....	19
3 РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ	21
3.1 Розрахунок та вибір силового електрообладнання.....	21
3.2 Перевірочний розрахунок потужності силового електрообладнання	21
3.3 Складання плану розташування електросилового обладнання.....	25
3.4 Висновки по розділу.....	25
4 ПРОЄКТУВАННЯ ВНУТРІШНЬОЇ РОЗПОДІЛЬЧОЇ МЕРЕЖІ.....	26
4.1 Вибір схеми живлення струмоприймачів.....	26
4.2 Визначення розрахункових навантажень.....	26
4.3 Вибір марки і перерізу проводів і кабелів	28
4.4 Вибір і перевірка апаратів керування та захисту.....	30
4.4.1 Електромагнітні пускачі та теплові реле для керування та захисту електродвигунів.....	30
4.4.2 Автоматичні вимикачі для захисту електричних кіл, які живлять електродвигуни.....	33
4.4.3 Перевірка вибраних автоматичних вимикачів.....	36
4.5 Вибір низьковольтних комплектних установок.....	41

4.6 Розробка схеми розподільчої електросилової мережі.....	42
5 РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВИРОБНИЦТВОМ ПЛОДОВИХ СОКІВ.....	43
5.1 Обрана технологія виробництва плодів соків.....	43
5.2 Визначення параметрів необхідних для контролю і керування технологічним процесом.....	44
5.2.1 Параметри контролю та первинні перетворювачі.....	44
5.3 Розробка схеми принципової керування технологічним процесом.....	45
5.4 Розробка схеми електричної з'єднування шафи керування технологічним процесом.....	47
5.5 Розробка схеми електричної підмкання.....	48
5.6 Складання специфікації на матеріали та обладнання.....	49
6 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	51
6.1 Нормативна правова база з охорони праці	51
6.2 Аналіз стану охорони праці на підприємстві.....	53
6.3 Вимоги до захисту від блискавки	58
6.3.1 Розрахунок пристрою для захисту від блискавки.....	58
6.3.2 Комплектація приміщення засобами пожежогашіння.....	59
6.4 Висновки по розділу.....	59
7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ І ПОКАЗНИКИ ПРОСКТУ	60
7.1 Загальні положення.....	60
7.2 Розрахунок економічної ефективності.....	61
Висновки по розділу.....	66
ВИСНОВКИ	67
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	68

Плодові соки – це напої, отримані в процесі переробки різних видів фруктів. Вони містять вуглеводи (від 10 до 30%, залежно від типу соку та доданої кількості цукру), мінеральні солі, вітаміни, органічні кислоти, дубильні речовини, травні ферменти, фітонциди та ефірні масла. Завдяки своєму корисному складу плодові соки відіграють важливу роль у харчуванні дітей, а також людей із захворюваннями шлунково-кишкового тракту, сечової системи та порушеннями обміну речовин.

Сучасне виробництво соків активно впроваджує прогресивні технології та інноваційні методи. У технологічному процесі отримання соку часто комбінуються та доповнюють одне одного різні технологічні операції, що сприяє збільшенню виходу соку та покращенню його якості. Наприклад, використання електроплазмолізатора дає змогу підвищити вихід соку на 10–12%, а застосування препарату пектинази може додатково збільшити цей показник ще на 5–10%, залежно від виду сировини. Крім того, використання ферментних комплексів пектинази та целюлози у виробництві соків із м'якоттю, пюре та пасти дозволяє збільшити вихід готового продукту на 7–12%, а для деяких видів овочевої сировини – на 25–30% у порівнянні з традиційною технологією.

Аналіз рівня електрифікації міні-консервного цеху та технологічного процесу показує низький рівень автоматизації та використання електроенергії. Це призводить до недостатньої якості продукції, високої собівартості готового продукту та складних умов праці для персоналу.

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

І АНАЛІЗ ВИРОБНИЧЕ – ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ МІНІ КОНСЕРВНОГО ЦЕХУ ТОВ «ЛАДУС»

І.1 Аналіз господарської діяльності міні консервного цеху

Красненське село в Україні, розташоване в Іллінецькій міській територіальній громаді Іллінецького району Вінницької області. Воно знаходиться у верхів'ї річки В'язовиця, на відстані 12 км від адміністративного центру громади — міста Іллінці.

Продуктивність праці та якість продукції значною мірою залежать від рівня якості постачуваної сировини. Економіко-географічне розташування міні-консервного цеху є досить вигідним, що сприяє ефективній організації постійних сировинних зон. Завдяки цьому цех безперервно забезпечується необхідною сировиною відповідного асортименту та якості.

Спочатку асортимент продукції був досить широкий, однак через складну економічну ситуацію він значно скоротився. Діяльність підприємства має сезонний характер, при цьому основні робочі місяці припадають на період з червня по листопад. Обсяг виробленої продукції визначається в тубах (1 туб дорівнює 400 кг). Організаційна структура підприємства цехова.

ТОВ «ЛАДУС» здійснює планування своєї діяльності відповідно до попиту споживачів на продукцію. Також підприємство визначає форми та системи оплати праці, а також інші види доходів для своїх працівників.

І.2 Аналіз електрифікації господарства

Електроцех забезпечує безперерйну роботу електроустаткування, а також освітлення як території, так і виробничих приміщень. Електроенергія постачається через підстанцію із загальної електромережі.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

2ІЕМД. 9683758.06.25.000000ПЗ

Арк

11

На території підприємства діє трансформаторна підстанція потужністю 160 кВА, яка забезпечує електроживлення споживачів. Подача електроенергії в будівлю цеху здійснюється підземним кабелем. Для розподілу електроенергії між силовими струмоприймачами використовується силовий шит типу СП62 із запобіжниками НПН та ПН на групових виводах. В шафах управління встановлені магнітні пускачі ПМЕ та ПМА, а для захисту від струмів короткого замикання застосовуються автоматичні вимикачі АЕ та А.

У технологічному процесі використовуються застарілі електродвигуни типу АТ, що може впливати на ефективність виробництва. Виробничі приміщення оснащені світильниками ППД та ППР, які не забезпечують достатній рівень освітлення відповідно до нормативних вимог. Освітлення цеху здійснюється через щиток типу ЩО4І з автоматичними вимикачами АЕ2040.

Незважаючи на поточну інфраструктуру, рівень електрифікації підприємства залишається недостатнім, що призводить до підвищених витрат енергії та зниження загальної ефективності виробництва. Вирішення цієї проблеми потребує модернізації електрообладнання та впровадження більш енергоефективних технологій.

1.3 Висновки і пропозиції

- на основі аналізу виробничої діяльності та рівня електрифікації технологічного процесу необхідно здійснити низку важливих заходів:
- обрати нове технологічне та електросилове обладнання, що відповідатиме сучасним вимогам ефективності та енергозбереження,
- розробити принципову електричну схему керування технологічною лінією, яка забезпечить оптимальне керування виробничими процесами,
- спроектувати внутрішню розподільчу мережу, враховуючи потужність споживачів, безпеку та можливість подальшої модернізації.

– визначити економічні показники проєкту, оцінюючи витрати на впровадження, потенційне зниження енергоспоживання та підвищення продуктивності.

Здійснення цих заходів дозволить покращити енергетичну ефективність підприємства, знизити витрати та забезпечити стабільну роботу технологічної лінії.

					21ЕМД. 9683758.06.25.000000ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

2.1 Аналіз існуючих технологічних процесів виробництва плодових соків

Деякі види плодів і ягід мають короткий термін зберігання у свіжому вигляді та низьку транспортабельність, що ускладнює їх використання без переробки. Окремі культури дають плоди, які, хоча й мають високу харчову цінність, можуть бути непривабливими за зовнішнім виглядом. Уся ця сировина придатна для переробки на соки.

Асортимент вироблених соків надзвичайно широкий. Вимоги до якості сировини для їх виробництва аналогічні до тих, що застосовуються для компотів – вона повинна відповідати чинним стандартам ДСТУ. Соки класифікуються за видом використовуваної сировини, наприклад, вишневий, виноградний, абрикосовий, малиновий, яблучний тощо. Фактично соки можна отримати з більшості плодово-ягідних культур.

Сучасне обладнання для виробництва соків вирізняється високою продуктивністю при мінімальних затратах ручної праці. Завдяки цьому під час збору врожаю можна оперативно переробити значну його частину, отримавши готову консервовану продукцію або напівфабрикати. У менш напружений період їх можна довести до стану готової продукції. Такий підхід істотно підвищує економічну ефективність господарської діяльності, що пояснює широке поширення переробки плодів та ягід на соки.

Відповідно до технологічної схеми виробництва соків здійснюються такі основні операції:

Іспекція сировини – необхідна для видалення непридатних плодів або ягід, а також сторонніх домішок, таких як гілки, листя чи плодоніжки. Цю операцію виконують на стрічці транспортера.

Мийка – сировину очищують у барабанних або вентиляторних мийних машинах. Ягоди, такі як садова суниця чи малина, промивають від піску та забруднень ґрунтом, заповнюючи їх у сітчастих кошиках у воду та ополіскуючи під душем.

Вторинна інспекція – після миття можуть виявитися дефектні плоди або ягоди, тому бажано провести повторний огляд. У виробництві освітлених соків, де сировина подрібнюється на дробильних машинах, розміри та форми плодів не мають значення, а незначні ушкодження, не спричинені мікрофлорою (наприклад, сліди від ударів граду чи укусів комах), не впливають на якість продукту.

Вторинне миття – додаткове очищення сировини на душовій струнувальній машині для остаточного видалення забруднень.

Подрібнення. Плоди необхідно подрібнити так, щоб щонайменше 75% клітин м'якоті було роздроблено. Подрібнювати особливо дрібно не слід (дрібні частки погіршують рух віджатого соку в масі, що пресується, і тим самим знижують вихід соку). Потрібні пори - протоки між подрібненими частинками плодів, що полегшує вільний вихід соку. З пюреподібної маси важко отримати багато соку навіть при високих тисках на масу, що пресується.

Для грубого подрібнення яблук і груш можна використовувати дробарку типу КДМ-3М. Кісточкові плоди – вишню, черешню, сливи – краще подрібнювати на вальцевих дробарках, регулюючи зазор між валами так, щоб якнайменше було дроблених кісточок (не більше 15%). Сливи рекомендується не подрібнювати, а лише сплющувати. Ягоди – суницю та малину – не подрібнюють, тому що їх ніжна м'якоть і без цього легко віддає сік при пресуванні.

Підготовка подрібненої сировини до пресування. Деякі плоди та ягоди після дроблення при пресуванні погано виділяють сік. В цьому випадку для підвищення виходу соку застосовують такі підготовчі операції.

Нагрівання. Сплющені або розім'яті на вальцях сливи завантажують у котли або чани, додають близько 10% води, прогрівають протягом 10-15 хв. при 70 °, не допускаючи розварювання. Потім масу пресують. Можна

використовувати і парове бланшування протягом 3-4 хв., Для чого придатні стрічкові або вертикальні бланшувачі. Вихід соку після нагрівання подрібненої маси збільшується у зв'язку з тим, що у рослинних клітинах під дією тепла відбувається коагуляція протоплазми як білкової речовини, і вона втрачає здатність утримувати сік.

Одержання соку (пресування). Для цього процесу застосовують будь-які преси, проте вихід соку залежить від їх конструкції та режиму тиску. На кошикових пресах роботу ведуть так: на дно кошика преса кладуть дренажні ґрати, потім кошик вистилають міцною рідкою тканиною, край якої випускають назовні. У цю тканину закладають мезгу шаром 5-8 см та закривають її краями тканини. На цей шар знову кладуть дренажну решітку, що фільтрує тканину, закладають мезгу і т. д., поки кошик не заповниться. Зверху кладуть підгінне дерев'яне коло, бруски та вміст пресують, поступово підвищуючи тиск. Після припинення витікання соку весь пристрій та пресований продукт у зворотному порядку розвантажують. Вичавлення після пресування розпушують і повторно пресують. Тривалість пресування 30-60 хв., Залежно від виду сировини та характеру подрібнення. Проціджування соку.

Після пресування сік може мати грубі домішки: шматочки мезги, гілочки, насіння тощо, тому попередньо проціджують через сито з нержавіючої сталі з отворами 0,75 мм.

Ефективне виробництво плодових соків, соків прямого віджиму та овочевих соків характеризується не тільки чудовою якістю соку. Також важливим є великий вихід напівфабрикату при максимально низьких витратах на експлуатацію, технічне обслуговування та підтримання у справному стані використовуваних центрифуг, стрічкових пресів та установок. Наступні переваги забезпечуються при використанні декантерів, сепараторів та стрічкових пресів при виробництві фруктових соків, соків прямого віджиму та овочевих соків:

– великий вихід фруктових соків, овочевих соків та соків прямого віджиму за допомогою оптимального виділення соку,

- зниження витрат на весь процес виробництва напоїв,
- підвищення якості соку,
- зменшення вмісту завислих частинок,

оптимальне освітлення фруктових соків, овочевих соків та соків прямого віджиму,

- ефективна переробка фруктів, плідово-ягідної мезги та овочів.

Для забезпечення відмінної якості соку існують комплексні лінії переробки та установки для виробництва соку:

- стрічкові преси з екстрагуванням вичавків для збільшення виходу продукту,
- декантери для виділення твердих речовин із мезги або соку,
- сепаратори для освітлення напоїв та отриманих соків.

Залежно від виду фруктів (овочів) технології прямого віджиму можуть відрізнятися в деталях, але головною об'єднуючою особливістю цих технологій є застосування мінімальної кількості промислових процесів, що дозволяє на відміну від відновлених соків повністю зберегти в кінцевому продукті соку прямого віджиму корисні властивості фруктів (овочів). Так, наприклад, у технологіях прямого віджиму не застосовують таких операцій, характерних для відновлених соків, як концентрування (одержання концентрованих, яке супроводжується відділенням природної води, ароматутворюючих речовин та зміною фізико-хімічного складу), стабілізація, освітлення, відновлення шляхом додавання питної води та ароматотворних речовин. Соки прямого віджиму пастеризують лише один раз, у той час як відновлені в процесі їх виготовлення піддаються неодноразовій тепловій обробці (кілька разів при виготовленні концентрованої сировини потім повторно при відновленні). Слід згадати, що окрема асортиментна група соків прямого віджиму - охолоджені - не піддається пастеризації взагалі або пастеризується один раз в т.н. «м'яких» умовах, потім охолоджується і в охолодженому стані поставляється в роздрібну

мережу. Такі продукти необхідно зберігати у непошкодженому фабричному упакуванні за умов знижених температур. Термін придатності охолоджених соків прямого віджиму зазвичай не перевищує одного місяця.

2. 2 Визначення архітектурно-планувальних вихідних даних

Попереднє планування розташування обладнання є ключовим етапом організації виробничого процесу. Загальну площу необхідно розділити на кілька зон, серед яких мають бути:

Складські приміщення для зберігання сировини та готової продукції.

Адміністративний кабінет для керівного персоналу.

Побутові приміщення для обслуговуючого персоналу.

Виробничий цех, у якому безпосередньо здійснюється переробка продукції.

Допоміжні кімнати, призначені для технічного обслуговування та контролю процесів.

Кожне приміщення повинно бути оснащено системою охоронної та пожежної сигналізації, а також відеоспостереженням для контролю виробничого процесу.

Середня продуктивність цеху становить приблизно 100 кг на годину. У разі збільшення обсягів виробництва необхідно впроваджувати автоматизовану лінію для виготовлення консервованої продукції, що потребуватиме значних інвестицій.

Міні-консервний цех розташований у будівлі розміром 25 × 18 м, із сировинним майданчиком 10 × 5 м. Стіни виконані з цегли та посилені залізобетонними колонами, дах – із залізобетонних плит. У всіх приміщеннях передбачене мозаїчне покриття підлоги, а сировинний майданчик має асфальтобетонне покриття.

Мініцех складається з наступних приміщень:

1. Виробниче;

					21ЕМД. 9683758.06.25.000000ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

2. Мийне відділення;
3. Консервне відділення;
4. Електрошитова;
5. Битовка;
6. Комора;
7. Відділення стерилізації;
8. Бойлерна.

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 II-IIa, що свідчить про підвищену пожежну небезпеку. Водночас клас вибухонебезпеки B-Ia означає, що при нормальній експлуатації вибухонебезпечні пари або гази не утворюються.

- щодо електробезпеки, приміщення відносяться до категорії з підвищеною небезпечкою 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.

Ці фактори вимагають ретельних заходів електробезпеки, а також застосування відповідних систем захисту для мінімізації ризиків у виробничому процесі. Характеристика всіх приміщень міні цеху за умов навколишнього середовища і електробезпеки приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2- Характеристика приміщень

Найменування приміщень	Довжина, ширина, м	Площа, м ²	Категорія за умов навколишнього середовища	Класифікація по електробезпеці
1. Виробниче	20x12	240	особо сире	Особо небезпечне
2. Мийне	5x5	25	особо сире	Особо небезпечне
3. Консервне відділення	7x7	49	сире	З підвищеною небезпечкою
4. Електронцита	6x4	24	сухе	Підвищена безпека
5. Битовка	2x6	12	сухе	Без підвищеної небезпеки
6. Комора	2x6	12	сухе	Без підвищеної небезпеки
7. Відділення стерилізації	10x12	120	вологе	Небезпечне
8. Бойлерна	6x6	36	сухе	Без підвищеної небезпеки

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

2.3 Складання паспортних даних стандартного технологічного обладнання

Лінія з виробництва плодових соків може бути різної потужності, комплектації та ступеня автоматизації. І щоб на виході отримувати якісний продукт, важливо приділити особливу увагу вибору технологічного обладнання з огляду на запланований асортимент продукції та наявні фінанси. Для масового переміщення плодів підприємство «Аеросила Плюс» виконує проєктування, виробництво та встановлення конвеєрних систем (транспортів). Австрійська компанія VORAN є європейським лідером з виробництва обладнання для

прямого віджиму соків із фруктів та ягід. Обладнання компанії VORAN є простим, компактним та максимально зручним в обслуговуванні [8].

Характеристика технологічного устаткування цеху приведена в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Характеристика технологічного устаткування міні цеху

Найменування	Призначення	Тип	Продуктивність, П, т/год	Потужність, Р, кВт
1. Гвинтовий кон- всер	Завантаження	Аеросила Плюс	6,0	1,1
2. Барабанна мийна машина	Миття	WALC - RM40	6,0	1,5
3. Стрічковий ін- спекційний транс- портёр	Сортування сировини	Аеросила Плюс	6,0	0,55
4. Машина для на- різки	Чистка, різка	WAR65	1,0	1,1
5. Транспортёр-жи- вильник	Транспортування	Аеросила Плюс	6,0	0,55
6. Блашувач	Блашкування во- дяною парою	BESTE-Q- RO-600	1,0	2,2
7. Транспортёр за- вантажувальний	Завантаження	Аеросила Плюс	6,0	1,1

2.4 Складання вимог до проєкту електрифікації

Для забезпечення технологічного процесу, безпеки праці, санітарних умов та ін. треба дотримуватися наступних технічних та технологічних вимог:

- приміщення повинні забезпечуватися примусовою вентиляцією загально обмінного типу;
- елеватори або силоси повинні забезпечуватися автоматично керованою системою вентиляції з рециркуляцією;
- повітряне середовище в приміщенні повинно відповідати всім вимогам пожежо- та вибухобезпеки через підвищену концентрацію пилу;
- елеватори і великі зерносклади повинні забезпечуватися аспіраційними установками для ефективного видалення пилу з повітря;

– обладнання систем вентиляції та кондиціонування на великих сховащах повинно працювати з дотриманням допустимих рівнів шуму і вібрації.

технологічне обладнання повинно відповідати прийнятій технології виробництва та забезпечувати потрібну продуктивність та ефективність праці;

– усі працюючі машини та механізми зерносховища бути з електроприводом з використанням асинхронних двигунів з короткозамкненим ротором за виконанням відповідним реальним умовам експлуатації;

– силові розподільні пункти, шафи та пульти керування повинні бути розміщені або в спеціальному приміщенні – електрощитовій, або безпосередньо поблизу технологічного обладнання;

передбачити для комутації та захисту мереж та електрообладнання використання сучасної апаратури керування та захисту;

– виконати розподільні мережі зерносховища мінімальної довжини з використанням марок проводів та кабелів та способів їх прокладання з урахуванням умов оточуючого середовища;

– забезпечити електроживлення зерносховища від ТП або КТП як споживача третьої категорії.

– забезпечити безпечні умови праці людей та охорону оточуючого середовища;

– обґрунтувати ефективність прийнятих інженерних рішень техніко-економічними розрахунками.

3 РОЗРАХУНОК І ВИБІР СИЛОВОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

3.1 Розрахунок та вибір силового електрообладнання

При виборі силового електрообладнання (електродвигунів, електронечей, зварювальних апаратів, гальванічних ванн, трансформаторів, випрямлячів та ін.) слід передбачати застосування нових модифікацій, освоєних або планованих до випуску електропромисловістю, порівнявши кілька варіантів їх застосування та обравши економічно доцільний мінімум приведених витрат.

Для вибору конструкції, виду виконання і способу установки проєктованого обладнання вихідними даними повинні бути номінальна напруга мережі живлення та умови навколишнього середовища. Потужність електрообладнання повинна вибиратися такою, щоб унеможливити неприпустиме його нагрівання в нормальних умовах експлуатації. За наявності всіх даних проводиться вибір типу електроприводу, причому насамперед розглядається можливість застосування асинхронного приводу. Асинхронні електродвигуни з короткозамкненим ротором прості в експлуатації, дешеві, випускаються електропромисловістю в широкому асортименті [14-20].

При виборі типу електродвигуна необхідно враховувати його економічні показники: вартість та витрати на монтаж двигуна з апаратурою управління, джерелами живлення та перетворювачами, а також його ККД. Габарити, маса електродвигуна та експлуатаційні вимоги до нього також беруться до уваги. Після техніко-економічного порівняння кількох типів електродвигунів вибирається найбільш економічний варіант.

3.2 Перевірочний розрахунок потужності електричного двигуна технологічної машини

Потужність на валу приводного барабана електродвигуна приводної станції конвеєра [19].

					21ЕМД. 9683758.06.25.000000ПЗ	Арх
Змн.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		23

$$P_n = \frac{P_r \cdot V \cdot K}{1000 \cdot \eta}, \quad (3.1)$$

де V - швидкість руху роликового полотна, м/с;

K - коефіцієнт запасу потужності приводу, $K=1.3$ [19];

η - к.к.д. приводу,

P_r - тягове зусилля на роликах, Н.

$$P_n = \frac{1500 \cdot 0,13 \cdot 1,3}{1000 \cdot 0,7} = 0,5 \text{ кВт}$$

Потужність приводного електродвигуна виберемо з умови:

$$P_m \geq P_n, \quad (3.2)$$

Виходячи з вищевказаних розрахунків приймаємо типорозмір двигуна - АИР71А4У3: $P_n = 0,55 \text{ кВт}$, $n_n = 1360 \text{ об/хв.}$, $I_n = 1,69 \text{ А}$

При виборі електродвигуна враховувалося, що асинхронні двигуни найпоширеніші у промисловості і можуть допускати тривалу перевантаження не більше 5 -10% [14,15]. Режим роботи тривалий.

Перевіряємо вибраний електродвигун по наступним умовам:

- за умовою пуску:

$$M_{n,\kappa} = M_n \cdot \mu_n \cdot \kappa_n^2, \quad (3.3)$$

де M_n - номінальний момент двигуна, Н·

μ_n - кратність пускового моменту;

κ_n^2 - коефіцієнт враховуючий можливе зниження напруги в мережі,

$$\kappa_n^2 = 0,81.$$

$$M_H = \frac{P_H}{\omega_H}, \quad (3.4)$$

де ω_H - номінальна кутова швидкість, с^{-1} .

$$\omega_H = 0,105 \cdot n_n; \quad (3.5)$$

$$M_H = \frac{500}{0,105 \cdot 1360} = 3,85 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_{н.к.} = 3,85 \cdot 2,3 \cdot 0,81 = 7,1 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Визначасмо момент опору конвеєра:

$$M_{OH} = \frac{P_o}{\omega_H}; \quad (3.6)$$

$$M_{OH} = \frac{390}{0,105 \cdot 1360} = 2,781 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Момент зрушення визначаємо по формулі:

$$M_{з.н.} = (0,2 \dots 0,3) \cdot M_{OH}; \quad (3.7)$$

$$M_{з.н.} = 0,25 \cdot 2,7 = 0,67 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Тому що $M_{з.н.} = 0,67 < M_{н.к.} = 7,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$, то дана умова виконується.

- по здібності до перевантаження:

$$M_{max.дв.} > M_{н.к.}, \quad (3.8)$$

де $M_{max.дв.}$ - максимальний момент опору електродвигуна, Н·м;

$M_{н.к.}$ - максимальний момент опору конвеєра, Н·м.

$$M_{max.дв.} = M_H \cdot \mu_{max} \cdot \kappa_n^2, \quad (3.9)$$

де μ_{max} - кратність максимального моменту двигуна;

$$M_{\text{наван.}} = 3,85 \cdot 2,2 \cdot 0,81 = 6,0 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$M_{\text{трив.в}} = \kappa_{\text{пов}} \cdot M_{\text{ср.в}}, \quad (3.10)$$

де $\kappa_{\text{пов}}$ - кратність максимального моменту опору конвеєра, $\kappa_{\text{пов}} = 1,8$.

$$M_{\text{наван.в}} = 1,8 \cdot 2,7 = 4,86 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Тому що $M_{\text{наван.}} = 6,0 > M_{\text{наван.в}} = 4,86 \text{ Н}\cdot\text{м}$, то двигун підходить по цій умові.

Ступінь захисту IP44

Данні по обраному силовому обладнанню приведені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики двигунів

Тип машини	Тип двигуна	Поз.	K_t	P , кВт	n , об/хв	η , %	$\cos \phi$	μ_{max}	$\mu_{\text{ср.в}}$	μ_{min}	I_n , А	K_f
1. Гвинтовий конвеєр	AIP804Y3	M1	1	1,1	1395	75	0.81	2,2	2,2	1,6	2,75	5,5
2. Барабанна мийна машина	AIP80B4Y3	M2	1	1,5	1395	78	0.83	2,2	2,2	1,6	3,52	5,5
3. Стрічковий інспекційний транспортер	AIP71A4Y3	M3	1	0,55	1360	70,5	0.7	2,2	2,3	1,8	1,69	5,0
4. Машина для нарізки	AIP804Y3	M4	1	1,1	1395	75	0.81	2,2	2,2	1,6	2,75	5,5
5. Транспортёр-живильник	AIP90L4Y3	M5	1	0,55	1360	70,5	0.7	2,2	2,3	1,8	1,69	5,0
6. Бланшувач	AIP71A4Y3	M6	1	2,2	1400	81	0.83	2,2	2,1	1,6	5,0	6,5
7. Транспортёр завантажувальний	AIP804Y3	M7	1	1,1	1395	75	0.81	2,2	2,2	1,6	2,75	5,5

3.3 Складання плану розташуunku електросилового обладнання

План розташуunku силового обладнання представлений на аркуші графічної частини проєкту.

Розташунок технологічного обладнання на плані забезпечус найкоротший шлях руху шлодів від початкової операції до кінцевої. Електросилове

обладнання (за винятком електроприймачів, комплектних пристроїв, апаратів та приладів, встановлених безпосередньо на технологічному обладнанні) та траси електричних мереж, прокладених як приховано в трубах у підлозі, так і відкрито, мають прив'язки та позначки на плані.

Специфікацію електрообладнання, конструкцій і деталей до плану розташування електрообладнання та прокладання електричних мереж виконують відповідно до форми [17, 18].

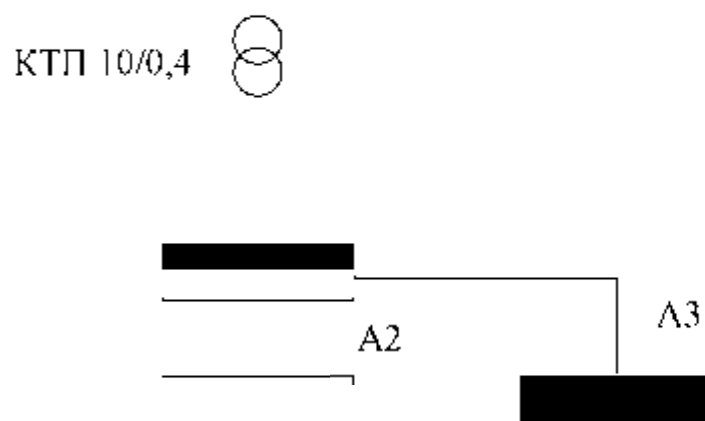
3.4 Висновки по розділу

В даному розділі для обраного стандартного технологічного обладнання було підібране силове устаткування, приведений перевірочний розрахунок двигуна для приводу зерноочисної машини, спроектовано розміщення електросилового обладнання.

4 ПРОЄКТУВАННЯ ВНУТРІШНЬОЇ РОЗПОДІЛЬЧОЇ МЕРЕЖІ

4.1 Вибір схеми живлення силових електроприймачів

Схема електропостачання цеху повинна відповідати технологічному процесу і бути органічно з ним зв'язана. Схема забезпечує задану категорію надійності постачання, економічна і достатньо гнучка, тобто, забезпечує живлення електроприймачів при зміні їх потужності або кількості. Тому при виборі схеми електропостачання необхідно передбачити можливість розширення і розвитку окремих їх елементів. Схема живлення силових струмоприймачів представлена на рисунку 4.1.



А1 - ввідний розподільчий пункт;

А2 - шафа керування;

А3 - щиток освітлювальний.

Рисунок 4.1 - Схема живлення силових струмоприймачів

4.2 Визначення розрахункових навантажень

При проєктуванні систем електропостачання головною вихідною величиною є розрахункове електричне навантаження. Саме за ним обираються головні елементи системи електропостачання: кабельні і повітряні лінії електропередачі, трансформатори, вимикачі і автомати, запобіжники і т.д. [21,22].

Відповідно до точності, правильності і коректності визначення електричного навантаження пред'являються високі вимоги, адже це обумовлює вартість системи електропостачання, її техніко-економічні показники, та правильність обраних технічних рішень щодо конструювання системи електропостачання.

Розрахунковий струм електродвигуна М2 приводу барабанної мийної машини

$$I_{\text{розр}} = \frac{P_{\text{дв}}}{\sqrt{3} U_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{н}} \cdot \cos \varphi_{\text{н}}}, \quad (4.1)$$

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.

$$I_{\text{роз}} = \frac{1,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,78 \cdot 0,83} = 3,52,4$$

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

Максимальний робочий струм магістралі, від якої живиться лінія

$$I_{\text{м.розр}} = K_0 \sum I_{\text{роз}}, \quad (4.2)$$

де K_0 - коефіцієнт одночасності, $K_0 = 1,0$.

$$I_{\text{м.розр}} = 1 \cdot (2,75 + 3,52 + 1,69 + 2,75 + 1,69 + 5,0 + 2,75) = 15,71 \text{ А.}$$

4.3 Вибір марки і перерізу проводів і кабелів

Електричний струм, що протікає провідниками ліній електричної мережі, нагріває струмопровідні жили. Одночасно відбувається охолодження провідників шляхом відведення тепла у навколишнє середовище. Через деякий час, якщо величина струму, що протікає в провідниках, не змінюється, температура провідника досягає деякого граничного значення, яке в подальшому залишається незмінним.

Найбільша допустима температура для проводів та кабелів визначається умовами безпеки, надійності та економічності.

Надмірно висока температура ізолюваного дроту або кабелю є причиною швидкого зносу ізоляції та скорочення терміну служби проводки. У сільськогосподарських електроустановках здебільшого використовують проводи і кабелі з алюмінієвими жилами перерізом 2,5 мм² та вище. За механічною міцністю мінімально допустимим перерізом алюмінієвих проводів є переріз 2,5 мм² [23,24].

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

$$I_{тр.доп} \geq I_{розр} \quad (4.3)$$

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

$I_{розр}$ - розрахунковий струм, А.

При визначенні $I_{тр.доп}$ 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

П - Провід

В - Ізоляція з полівінілхлоридного пластикату

Магістральну лінію до пункту А1 прокладаємо п'ятижильним кабелем АВВГ у ґрунті. Лінії від А1 до А2 прокладаємо кабелем АВВГ відкрито

Для виконання магістральної ділянки використано кабель АВРГ 5х4 з тривало допустимим струмом $I_{тр.доп} = 37 \text{ А}$ [24].

Розшифровка кабелю АВРГ:

А - Алюмінієва струмопровідна жила

В - Оболонка з полівінілхлоридного пластикату

Р - Ізоляція жил з гуми Типу РТІ-І на основі натурального та бутадієнового каучуку

Г - Відсутність захисних покривів

Розшифровка кабелю АВВГ:

А - алюмінієва струмопровідна жила

В - ізоляція жил із полівінілхлоридного пластикату

В - оболонка з полівінілхлоридного пластикату

Г - відсутність захисних покривів

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

Переріз проводу для живлення електродвигуна М2 ($I_{ном} = 3,52 \text{ А}$). За літературою [15] обираємо чотирьох жильний провід АПВ перерізом $2,5 \text{ мм}^2$ ($I_{тр.доп} = 19 \text{ А}$).

Аналогічно проводимо вибір перерізу проводів для живлення інших споживачів.

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

$$d_{тр} = d_{пр} \sqrt{\frac{\pi}{k_1}}; \quad (4.4)$$

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

n – кількість провідників;

k_1 – коефіцієнт заповнення; $k_1 = 0,5$ [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.

4.4 Вибір і перевірка апаратів керування та захисту

4.4.1 Електромагнітні пускачі та теплові реле для керування та захисту електродвигунів

Вибір електромагнітних пускачів проводиться за наступними умовами [7,23]:

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

$$U_{\text{ном.МП}} \geq U_{\text{мережі}} \quad (4.5)$$

- за номінальним струмом магнітного пускача із умови:

$$I_{\text{ном.МП}} \geq I_{\text{розр}} \quad (4.6)$$

					21ЕМД. 9683758.06.25.0000000ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

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

$$I_{\text{ном.н.т.р.}} \geq I_{\text{ном.АД}} \text{ або } I_{\text{ном.н.т.р.}} \geq I_{\text{розр.}} \quad (4.7)$$

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

$$I_{\text{ном.н.т.р.}} = I_{\text{ном.АД}} \text{ або } I_{\text{ном.н.т.р.}} = I_{\text{розр.}} \quad (4.8)$$

- 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.

Теплове реле призначене для захисту електродвигуна та іншого електрообладнання від струмів перевантаження, обриву фази та тривалого запуску в даних 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.

В якості прикладу у відповідності з перерахованими вище умовами обираємо магнітний пускач для електродвигуна М1. Тип пускача – ПМЛ 120004; $U_{\text{н}} = 380 \text{ В}$; $I_{\text{нл}} = 10 \text{ А}$; з тепловим реле типу РТЛ-100804 з $I_{\text{н}} = 25 \text{ А}$ та $I_{\text{нрозр}} = 2,75 \text{ А}$ [14,15].

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

Технічні показники інших магнітних пускачів наведені в таблиці 4.1.

Дані вибору електромагнітних пускачів, теплових реле заносимо до схеми електричної принципової розподільчої мережі на аркуші графічної частини проєкту.

Таблиця 4.1 – Технічна характеристика магнітних пускачів

$I_{розр}$, А	Поз позн.	Тип пускача	$U_{ном.}$ В	$I_{ном.}$ А	Тип реле	$I_{нтр.}$ А	$I_{вистр.}$ А
2,75	КМ1	ПМЛ 120004	660	10	РТЛ-100804	25	2,75
3,52	КМ2	ПМЛ 120004	660	10	РТЛ-100804	25	3,52
1,69	КМ3	ПМЛ 120004	660	10	РТЛ-100704	25	1,69
2,75	КМ4	ПМЛ 120004	660	10	РТЛ-100804	25	2,75
1,69	КМ5	ПМЛ 120004	660	10	РТЛ-100704	25	1,69
5,0	КМ6	ПМЛ 120004	660	10	РТЛ-101004	25	5,0
2,75	КМ7	ПМЛ 120004	660	10	РТЛ-100804	25	2,75

4.4.2 Автоматичні вимикачі для захисту електричних кіл, які живлять електродвигуни

Вибір автоматичних вимикачів (АВ) здійснюється за наступними умовами [7, 15, 19]:

- за типом або серією;
- за номінальною напругою із умови:

$$U_{ном.АВ} \geq U_{мережі}; \quad (4.9)$$

- за номінальним струмом АВ із умови:

$$I_{ном.АВ} \geq I_{розр}; \quad (4.10)$$

- за виконанням:
- кількістю головних полюсів;
- виду основних розчіплювачів: ТР, ЕМР;
- виду допоміжних розчіплювачів, без допоміжних розчіплювачів, незалежний, мінімальний, нульовий або напівпровідниковий розчіплювач;
- за наявністю вільних контактів;
- наявність регулювання струму не спрацювання теплового розчіплювача;
- виду приводу: ручний електромагнітний або дистанційний.
- за номінальним струмом теплового розчіплювача:

$I_{\text{ном.тр.}} \geq I_{\text{ном.АД}}$ для мережі з АД, при наявності регулювання не спрацювання теплового розчіплювача;

$I_{\text{ном.тр.}} = I_{\text{ном.АД}}$ - для мережі з АД з тривалим режимом роботи та легкими умовами пуску – тривалість пуску 5-10 с;

$I_{\text{ном.тр.}} = 1,5 I_{\text{ном.АД}}$ - для мережі з АД з тривалим режимом роботи а важкими умовами пуску – тривалість пуску до 40 с;

$I_{\text{ном.тр.}} = 1,25 I_{\text{ном.АД}}$ - у загальному випадку для кола АД при відсутності даних про тривалість пуску;

$I_{\text{ном.тр.}} = (1,1 \dots 1,2) I_{\text{ном.н.у.}}$ – для мережі з нагрівальними пристроями;

$I_{\text{ном.тр.}} = 1,4 I_{\text{розр}}$ – для освітлювальних мереж та АВ з комбінованим розчіплювачем.

- за струмом відсічки електромагнітного розчіплювача:

$$I_{\text{відс.р.м.}} \geq I_{\text{п.розр}}; \quad (4.11)$$

- за кліматичним виконанням, категорією розміщення, ступенем захисту.

Для захисту електричного кола з одним АД розрахункове значення пускового струму в мережі визначаємо за формулою:

$$I_{п.розр} = (1,5 \dots 1,8)I_{п.АД}, \quad (4.12)$$

де $I_{п.АД}$ – пусковий струм АД, А.

$$I_{п.АД} = I_{ном.АД} \cdot K_i, \quad (4.13)$$

де K_i – кратність пускового струму АД.

Для двигуна: $I_{розр.дв} = 2,75 \text{ А}$, $K_i = 5,5$. Тоді:

$$I_{п.АД} = 2,75 \cdot 5,5 = 15,14$$

$$I_{н.р.р.} = 1,5 \cdot 15,1 = 22,65 \text{ А}$$

Струм відсічки електромагнітного розчіплювача дорівнює

$$I_{відс.р.м.} = I_{ном.розч.} \cdot K; \quad (4.14)$$

де K – кратність струму відсічки автоматичного вимикача [[7,15,19]

Для двигуна АИР804У3 з $I_{розр.дв} = 2,75 \text{ А}$ обираємо найближче значення розчіплювача $I_{ном.розч.} = 25 \text{ А}$. Кратність струму відсічки автоматичного вимикача з типом захисної характеристики С дорівнює $K = 10$. Тоді:

$$I_{відс.р.м.} = 25 \cdot 10 = 250 \text{ А}$$

$$I_{відс.р.м.} = 250 \geq I_{н.р.р.} = 247,5 \text{ А}$$

Умова виконується.

У відповідності з умовами вибору обираємо модульні автоматичні вимикачі АВ2000 (EVO) призначені для захисту низьковольтних електричних мереж від перевантаження та струмів короткого замикання, а також для оперативного включення та відключення електричних кіл змінного струму

частотою 50Гц напругою 230/400В. Застосовуються на промислових, побутових об'єктах, підстанціях і розподільчих пристроях. Для захисту електродвигуна М1 обираємо автоматичний вимикач АВ2000/3-С4 230/400-У3 [25]: $I_{ном\ АВ} = 25\text{ А}$; $U_{ном\ АВ} = 400\text{ В}$; $I_{ном\ г.р.} = 4\text{ А}$; $I_{вд.к.р.м.} = 40\text{ А}$.

Вибір ввідного автоматичного вимикача.

Від шафи керування А2 отримують живлення двигуни М1- М7.

Пусковий струм для магістралі А1 – А2 $I_{пдв},\text{ А}$, визначається з формули:

$$I_{пдв} = (1,5 \dots 1,8)(\sum I_{пдв} - (I_{пдв0} - I_{пдв1})); \quad (4.15)$$

$$I_{пдв} = 1,5(15,7 + (30 - 9,3)) = 54,6\text{ А}.$$

Приймаємо автоматичний вимикач серії АВ2000/3-С20 230/400-У3, Кратність струму відсічки $K = 10$. Отже:

$$I_{вд.к.р.м.} = 20 \cdot 10 = 200\text{ А}$$

$$I_{вд.к.р.м.} = 200 \geq I_{пдв}, = 54,6\text{ А}$$

Умова виконується.

Вибір автоматичних вимикачів для решти струмоприймачів і мереж живлення проводимо аналогічно. Дані вибору заносимо до схеми електричної принципової розподільчої мережі на аркуші графічної частини проєкту.

Таблиця 4.2 – Технічна характеристика автоматичних вимикачів

Умовні позначки на схемах	Тип автоматичного вимикача	$I_{н.АВ}, \text{А}$	$I_{пр}, \text{А}$	$I_{стем.ст.}, \text{А}$
QF1	AB2000/3-C20 230/400-У3	20	20	200
QF2	AB2000/3-C3 230/400-У3	3	3	30
QF3	AB2000/3-C4 230/400-У3	4	4	40
QF4	AB2000/3-C3 230/400-У3	3	3	30
QF5	AB2000/3-C3 230/400-У3	3	3	30
QF6	AB2000/3-C3 230/400-У3	3	3	30
QF7	AB2000/3-C6 230/400-У3	6	6	60
QF8	AB2000/3-C3 230/400-У3	3	3	30

4.4.3 Перевірка обраних автоматичних вимикачів

Перевірку автоматичних вимикачів проводимо за наступними умовами:

1. На неспрацювання АВ при пуску електродвигунів в мережах, що захищаються автоматичними вимикачами за умовою:

$$I_{\text{відср.м}} \geq I_{\text{п розр.}} \quad (4.16)$$

На узгодження струму розчіплювачів АВ з допустимим тривалим струмом проводів та кабелів. Згідно номінальних струмів розчіплювачів автоматичних вимикачів з тривало допустимими струмами проводів проводимо по умові:

$$I_{\text{пр.авт.}} / I_{\text{н.розчіпл.н.}} \geq I_{\text{пр.пр.н.}} / I_{\text{с.розчіпл.н.}} \quad (4.17)$$

де $I_{\text{пр.авт.}}$; $I_{\text{н.розчіпл.н.}}$ - відповідно, тривало допустимий струм вибраного провідника і номінальний струм розчіплювача вибраного автомата, А.

$$\frac{I_{тр.дот.н.}}{I_{н.розч.ав.н.}} - \text{відношення, що нормується.}$$

Тому що використані автоматичні вимикачі тільки з електромагнітним розчіплювачем, то згідно з [23]:

$$\frac{I_{тр.дот.н.}}{I_{н.розч.ав.н.}} \geq 0,22, \quad (4.18)$$

Для QF2 в колі живлення двигуна М3:

$$\frac{I_{тр.дот.н.}}{I_{н.розч.ав.н.}} = \frac{19}{16} > 0,22$$

Тому що $1,1 > 0,22$, відповідно, автоматичний вимикач обрано вірно.

2 На чутливість або надійність спрацьовування при струмах однофазнокороткого замикання.

Перевірка автоматичних вимикачів на чутливість або надійність спрацьовування при струмах однофазного к.з. виконується для АВ найбільш віддалених від джерела живлення (ТІІ).

Перевіримо автоматичний вимикач АВ2000/3-С3 230/400-У3 в колі живлення електродвигуна М1 на чутливість або надійність спрацьовування при струмах однофазного короткого замикання .

Так як $I_{ном.АВ} = 3 \text{ А}$, то перевірка виконується за умовами:

$$I_{к}^{(1)} \geq 1,4 I_{відс.р.м} \text{ та } I_{к}^{(1)} \geq 3 I_{ном.т.р.} \quad (4.19)$$

Струм однофазного к.з. визначається за рівнянням [27,28,29,30]:

$$I_k^{(1)} = \frac{U_{\text{ном ф}}}{\frac{Z_{\text{тк}}^{(1)}}{3} + Z_{\text{п}}}, \quad (4.20)$$

де $U_{\text{ном ф}}$ – номінальна фазна напруга обмоток III трансформатора,

$Z_{\text{тк}}^{(1)}$ – повний опір силового трансформатора однофазного струму к.з. на корпусі, Ом;

$Z_{\text{п}}$ – повний опір петлі "фаза-нейтральний провід", Ом.

З достатньою для практичних розрахунків точністю для силових трансформаторів справедливе відношення:

$$\frac{Z_{\text{тк}}^{(1)}}{3} \approx \frac{26}{S_{\text{ном т}}}, \quad (4.21)$$

де $S_{\text{ном т}}$ – номінальна повна потужність трансформатора, кВ·А.

Цех живиться від трансформатора з $S_{\text{ном т}} = 250$ кВ·А. Отже можна визначити розрахунковий опір:

$$\frac{Z_{\text{тк}}^{(1)}}{3} = \frac{26}{250} = 0,104 \text{ Ом.}$$

Повний опір петлі «фазний провід-нейтральний провід» визначасмо за рівнянням:

$$Z_{\text{п}} = \sum z_{\text{поі}} \cdot l_i, \quad (4.22)$$

де $z_{\text{поі}}$ – питомий опір провідів петлі «фазний провід-нейтральний провід» на i -й ділянці мережі, Ом/км;

l_i – довжина i -ої ділянки, км.

Дані про перерізи проводів та довжини ділянок наведені на схемі електричній принциповій розподільчої мережі на аркуші графічної частини проекту.

Повний опір проводів «петлі» :

$$Z_{\pi} = 0,2 \cdot 0,4 + 0,15 \cdot 2,56 + 0,08 \cdot 25,2 = 2,4 \text{ Ом.}$$

Струм однофазного к.з.:

$$I_{\kappa}^{(1)} = \frac{400}{0,104 + 2,4} = 160 \text{ А.}$$

Для автоматичного вимикача АВ2000/3-С3 230/400-У3 $I_{\text{ном АЗ}} = 3 \text{ А}$,
 $I_{\text{ном т.р.}} = 30 \text{ А}$, тоді за умовою

$$I_{\kappa}^{(1)} = 160 \text{ А} \geq 1,4 I_{\text{відс.р.м}} = 1,4 \cdot 30 = 42 \text{ А};$$
$$I_{\kappa}^{(1)} = 160 \text{ А} \geq 3 I_{\text{ном т.р.}} = 3 \cdot 30 = 90 \text{ А.}$$

Отже умова надійного спрацьовування автоматичного вимикача АВ2000/3-С3 230/400-У3 у колі керування двигуна при струмах однофазних к.з. виконується.

Решту автоматичних вимикачів перевіряється аналогічно.

4 На граничну вимикачу здатність струмів трифазного к.з.

Перевірка проводить за умовою:

$$I_{\text{гр.АВ}} \geq I_{\kappa, \text{уд}}^{(3)} \quad (4.23)$$

$$I_{\kappa}^{(3)} \cdot \sqrt{2} \cdot K_{\text{уд}}$$

де $I_{\text{гр.АВ}}$ - граничний струм, що вимикається апаратом, кА;

$I_{к.уд}^{(3)}$ - ударний струм трифазного к.з., кА;

$I_k^{(3)}$ - струм трифазного к.з., кА;

$K_{уд}$ - ударний коефіцієнт, що залежить від параметрів силового трансформатора, приймається $K_{уд} = 1,2 \dots 1,4$ [20,21].

Проведемо перевірку автоматичного вимикача АВ3004/3Б11У3 на вводі розподільного пункту з $I_{гр.ав} = 70$ кА. Струм трифазного к.з. на шинах 0,4 кВ трансформаторів визначається:

$$I_k^{(3)} = \frac{U_{ном.л.}}{\sqrt{3} \cdot (Z_r + Z_0)} \quad (4.24)$$

де Z_T - повний опір трансформатора 10/0,4 кВ, приведений до напруги 0,4 кВ.

При цьому:

$$Z_T = \frac{u_{кз.л.} \cdot U_{ном.л.}^2}{100 \cdot S_{ном.л.}} \quad (4.25)$$

Опір Z_T легко визначається за паспортними даними трансформатора.

Згідно паспортних даних $Z_T = 8,8 \cdot 10^{-3}$ Ом.

$$I_k^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot (0,0088 + 0,2 \cdot 0,4)} = 2603,7 \text{ А}$$

$$I_{к.уд}^{(3)} = 2603,7 \cdot \sqrt{2} \cdot 1,2 = 4405,5 \text{ А}$$

$$I_{гр.відк.} = 70000 \text{ А} > I_{к.уд.}^{(3)} = 4405,5 \text{ А}$$

Отже умова на граничну вимикаючу здатність автоматичного вимикача АВ3004/3Б11У3 виконується.

5 На селективність роботи розчіплювачів автоматичних вимикачів, включених в мережу послідовно.

					21ЕМД. 9683758.06.25.000000ПЗ	Арх
Змн.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		42

Під селективністю розуміють таку дію захисту, при якому к.з. вимикається захисним апаратом найближчим до місця виникнення к.з.

Селективність забезпечується, якщо номінальні струми розчіплювачів наступних АВ від джерела живлення на 2-3 ступені нижче уставок струмів попередніх АВ.

$$I_{\text{ном.т.р.}QF \text{ КТП1}} > I_{\text{ном.т.р.}QF \text{ А1}} > I_{\text{ном.т.р.}QF \text{ З}}, \quad (4.27)$$

де $I_{\text{ном.т.р.}QF \text{ КТП1}}$, $I_{\text{ном.т.р.}QF \text{ А1}}$, $I_{\text{ном.т.р.}QF \text{ З}}$ - номінальні струми розчіплювачів автоматів, що включені в мережу послідовно [7,27,28].

4.5 Вибір низьковольтних комплектних установок

Пункти (шафи) розподільні серії ПРІІ призначені для розподілу електроенергії, захисту електричних установок напругою до 660 В змінного струму частотою 50 і 60 Гц при перевантаженнях і коротких замиканнях, а також для нечастих (до 6 включень за годину) оперативних ком.ланцюгів та прямих пусків асинхронних двигунів.

Умови вибору силових пунктів наступні:

- по типу;
- по номеру розробки;
- конструктивне виконання ;
- по ступеню захисту;
- по типу автоматичних вимикачів;
- по кількості автоматичних вимикачів на лініях, що відходять;
- по кліматичному виконанню, категорії розміщення.

Пункти розподільні серії виготовляються відповідно до вимог ТУ 3430-001-65664886-2017. Встановлюємо один ввідний розподільчий пункт А1 типу ПРІІ-1048-21УЗ [30], призначений для розподілу електроенергії, захисту електричних установок напругою до 660 В змінного струму частотою 50 і 60 Гц

при перевантаженнях і коротких замиканнях, а також для нечастих (до 3-х включень в годину) оперативних комутацій електричних ланцюгів і прямих пусків асинхронних двигунів, з ввідним автоматом і двома фідерними автоматами.

4.6 Розробка схеми розподільчої електросилової мережі

Силова розподільча мережа представлена на аркуші графічної частини проєкту. На шостому аркуші графічної частини представлено схему з'єднання між розподільчою шафою та шафою керування, також представлено апарати захисту та керування, силові струмоприймачі, марки та переріз проводів та кабелів, номінальні данні електричних двигунів [34,35,36,37].

5 РОЗРОБКА СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ВИРОБНИЦТВОМ ПЛОДОВИХ СОКІВ

5.1 Обрана технологія виробництва плодкових соків

При переробці необхідно дотримуватися черговості надходження сировини та враховувати її якість. Інспекцію сировини за якістю виробляють на столах, а потім гвинтовим конвєсером 1 направляють на мийку, яка здійснюється з метою видалення механічних забруднень, мікроорганізмів та отрутохімікатів з поверхні плодів та ягід. Миють чистою проточною водою, що відповідає вимогам до питної води, ягоди обполіскують під душем, кісточкові плоди та гранати - у мийній машині 2. Потім на сортувально-інспекційному транспортері 3 видаляють уражені та недозрілі плоди та ягоди та сторонні домішки. У плодів шипшини видаляють чашолистки. У очищених зернах допускаються домішки як уривків шкірки і плівок трохи більше 10%. Зерна гранатів, очищені від шкірки, направляють пресування без попереднього подрібнення. Для полегшення виділення соку плоди та ягоди подрібнюють у машині 4. При подрібненні необхідно прагнути до того, щоб кількість роздроблених клітин м'якоті становила щонайменше 75%. Яблука, груші та айву подрібнюють на частинки розміром 2-6 мм. Кісточкові плоди (вишню, черешню, сливи) подрібнюють на вальцових дробарках так, щоб кісточка залишалися цілими. Кількість дроблених кісточок має перевищувати 15% до маси мезги. Сливи при вальцюванні мають тільки сплющуватися, але не втрачати своєї цілості. Шипшину подрібнюють на частинки розміром 1-2 мм, ягоди дроблять на великі частинки, зрілі ягоди малини, суниці, лохини та чорниці не дроблять, лимонник дроблять на великі частинки, не допускаючи роздавлювання насіння.

Подрібнені плоди та ягоди для розм'якшення м'якоті нагрівають. Вишню, кизил, сливу нагрівають до 85-90 ° С, персики та абрикоси - до 70-75 ° С. У разі, коли кісточкові плоди нагрівалися до видалення кісточок, вторинного нагрівання не потрібно. Нагрів здійснюється гострою парою у машині 6. При

					21ЕМД. 9683758.06.25.000000ПЗ	Арх
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

натриванні парою допускається додавати до плодової маси до 15% води. Стрічковий прес 7 призначений для пресування фруктової маси. Фруктова маса укладається на безперервну стрічку, яка притискає її до циліндрів. Отриманий сік стікає до збірних лотків під пресом.

5.2 Вимоги до системи керування технологічним процесом

На першому етапі модернізації процесу виробництва плодових соків системи регулювання найважливіших параметрів технологічних процесів, фізично застарілих і що не забезпечують виконання вимог промислової безпеки. Для досягнення цієї мети необхідно провести модернізацію і впровадження автоматизованої системи керування технологічним процесом.

Важливою перевагою сучасних приладів є зменшення впливу людського чинника на керований процес, скорочення чисельності штату персоналу, економія сировини і витратних матеріалів, і як наслідок, підвищення якості вироблюваної продукції і ефективності виробництва.

До напрямів модернізації процесу виробництва плодових соків слід віднести:

- забезпечення ручного та автоматизованого режимів роботи;
- пуск лінії при наявності плодів;
- контроль наявності плодів;
- забезпечення захисту силового електрообладнання від струмів перевантаження та короткого замикання;
- забезпечення сигналізації роботи технологічних машин;
- забезпечення запуску електродвигунів робочих машин лінії в послідовності, направленої проти руху продукту.

5.3 Визначення параметрів необхідних для контролю і керування технологічним процесом

Для підвищення ефективності виробництва, поліпшення якості продукції і на зростання прибутку підприємства необхідний високий рівень автоматизації систем управління технологічними процесами, скорочено – АСУ ТП. Вона включає технічні та програмні ресурси, тому має на увазі мінімальне втручання людини, найчастіше для прийняття особливо важливих галузевих рішень.

Вібраційний датчик рівня сипучих матеріалів VEGAVIB 61 надійно визначає рівень порошкоподібних або гранульованих матеріалів, уникаючи перешкод від утворення пилу або зміни фізичних властивостей речовини. Гладка, без порожнин поверхня чутливого елемента вібраційного датчика рівня сипучих матеріалів VEGAVIB 61 забезпечує довготривалу експлуатацію без необхідності технічного обслуговування. Типовим застосуванням сигналізаторів VEGAVIB 61 може бути захист від переповнення ємностей або виявлення мінімально допустимого рівня заповнення резервуарів. Датчик рівня сипких матеріалів VEGAVIB 61 не має механічних вузлів і може використовуватися як датчик перевищення рівня, так і робочого рівня [38].

Застосування: сигналізація рівня сипких продуктів із щільністю від 20 г/л;

Матеріал чутливого елемента: нерж. сталь 316L;

Приспінання: різьблення від G1A, фланці від DN50 або тігнічні;

- Робоча температура: $-50 \dots +250$ °C
- Робочий тиск: $-1 \dots +16$ бар ($-100 \dots +1600$ кПа)
- Робоча напруга $20 \dots 253$ V AC, 50/60 Hz; $20 \dots 72$ V DC

Потужність $1 \dots 8$ VA (AC), прибл. 1,5 W (DC)

- Затримка перемикачів При покритті продуктом: 0,5 с, при звільненні від покриття продуктом - 1 с.

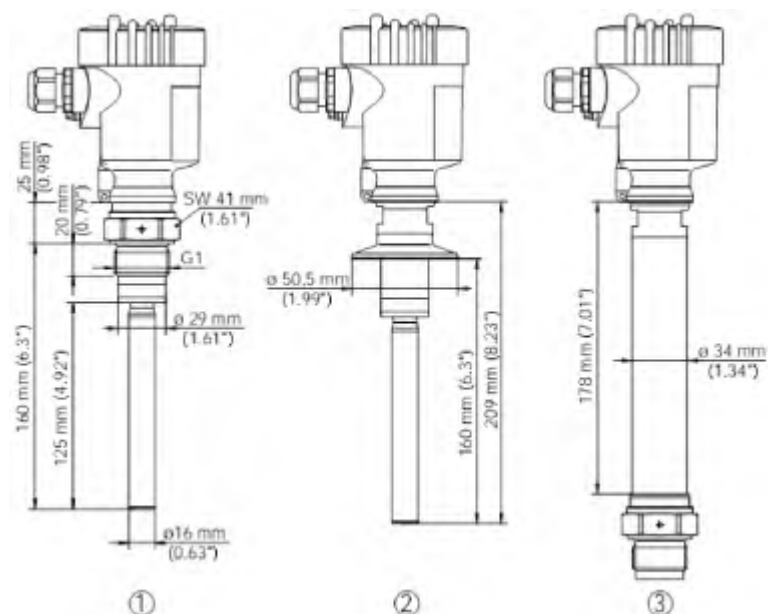


Рисунок 5.1 - Сигналізатор рівня сипучих VEGAVIB 61

Програмовані цифрові таймери серії SHТ призначені для дистанційного керування освітлювальними та іншими приладами із прив'язкою до реального часу. У таймерах передбачено можливість вибору добової, тижневої, річної програми. Можливе одноканальне або двоканальне виконання. Передбачено автоматичний перехід на літній/зимовий час [39].

Номінальна напруга (230 В): 230 В АС

- контакти: 1 -перекидний
- Номінальний струм: 16 А/АС1
- Резервне харчування: до 3 років

Тимчасовий діапазон: від 1 с

Кількість осередків пам'яті: 100

- Програма: добова, тижнева
- Перегин провідників, що підключаються: 2,5 мм²

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

21ЕМД. 9683758.06.25.000000ПЗ

Арк

48



Рисунок 5.2 - Програмований цифровий таймер SHT-1 230 ВТТ 2470050

Для елементів вторинних кіл системи керування обираємо наступне електрообладнання:

- перемикач: тип ПКП10-33/03- кількість комутуючих кіл - 1; номінальний сила струму - 10А; кількість напрямків комутації - 3, кліматичне виконання і категорія розміщення - У3, ступінь захисту: передня панель - IP20, контакти - IP00 [36];

- кнопкові пости: тип ПКБА-422-202; спосіб встановлення - монтаж в нішах; ступінь захисту зі сторони штовханів - IP54, зі сторони контактів IP00, з пластмас. корпусом і 2 штовханами, кліматичне виконання та категорія розміщення - У2 [36].

5.4 Розробка схеми принципової керування технологічним процесом

Схема представлена на аркуші графічної частини проєкту [33,34,40,41].

Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

21ЕМД. 9683758.06.25.000000ПЗ

Схема працює у двох режимах : ручному (Р) та автоматичному (А). Переми-
кання режимів роботи здійснюється перемикачем SA.

В ручному режимі (положення “SA” в “Р”) керування лінією здійсню-
ється за допомогою кнопкових постів SB1.2- SB2.2- SB3.2- SB4.2- SB5.2-
SB6.2- SB7.2- “Пуск”; SB1.1- SB2.1- SB3.1- SB4.1- SB5.1- SB6.1- SB7.1-
“Стоп”.

В автоматизованому режимі (положення “SA” в “А”). Автоматичні ви-
микачі кожної робочої машини QF2 QF8, а також автоматичний вимикач SF1
схеми керування включені. Датчик SL1 розміщений у ємності замкнений,
якщо ємність для соку заповнена то живлення до котушки проміжного реле
KL1. Допоміжний контакт KL1.1 замикаються і живлення до котушки магніт-
ного пускача KM5. Одночасно допоміжний контакт KL1.2 в ланцюгу котушки
реле часу КТ1 розмикається. Головні контакти KM5 в силовому ланцюгу
подають живлення до двигуна М5. Керування подачею плодів. Горить сигна-
льна лампа HL5 робочого режиму. Допоміжний контакт KM5.2 замкне лан-
цюг живлення котушки магнітного пускача KM4. Головні контакти KM 4 в
силовому ланцюгу подають живлення до двигуна М4 приводу дробарки. Ко-
нтакт KM4.2 замкне ланцюг живлення котушки магнітного пускача KM3.
Головні контакти KM3 в силовому ланцюгу подають живлення до двигуна
М3 керування транспортером інспекції. Горить сигнальна лампа HL3 робо-
чого режиму. Допоміжний контакт KM3.2 замкне ланцюг живлення котушки
магнітного пускача KM2. Головні контакти KM2 в силовому ланцюгу подають
живлення до двигуна М2 керування мийною машиною. Горить сигнальна ла-
мпа HL2 робочого режиму. Далі допоміжний контакт KM2.2 замкне ланцюг
живлення котушки магнітного пускача KM1. Головні контакти KM1 в сило-
вому ланцюгу подають живлення до двигуна М1 керування завантажуваль-
ним транспортером. Горить сигнальна лампа HL1 робочого режиму. Допомі-
жний контакт KM1.2 замкне ланцюг живлення котушки магнітного пускача
KM6. Головні контакти KM6 в силовому ланцюгу подають живлення до дви-
гуна М6 термічної обробки. Горить сигнальна лампа HL6 робочого режиму.

					21ЕМД. 9683758.06.25.000000ПЗ	Арх
Змн.	Арх.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Допоміжний контакт KM6.2 замкне ланцюг живлення котушки магнітного пускача KM7. Головні контакти KM7 в силовому ланцюгу подають живлення до двигуна M7. Горить сигнальна лампа HL7 робочого режиму. Йде процес виробництва плодів соків. Коли рівень заповнення ємності дійде до рівня заданого датчиком рівня SL1 розмикається у ланцюгу живлення котушки проміжного реле KI.1. Контакт KI.1 в ланцюгу живлення пускача KM5 розмикається, а в ланцюгу живлення програмованого цифрового таймеру КТ1 замикається. Живлення до KM5 подається через контакт КТ1.1. Через певний час необхідний для закінчення роботи технологічної лінії контакт КТ1 розімкнеться чим зупинить роботу лінії.

5.5 Розробка схеми електричної з'єднування шафи керування

На підставі схеми електричної принципової розроблюємо схему з'єднування шафи керування [33,34,40,41]. яка представлена на аркуші графічної частини проєкту.

Схему з'єднування шафи керування виконуємо адресно-графічним методом. Прийнято слідуючи розміщення пристроїв в шафі керування:

- на стінці шафи розміщені автоматичні вимикачі QF2, QF3, QF4, QF5, QF6, QF7, QF8, SF1, магнітні пускачі KM1, KM2, KM3, KM4, KM5, KM6, KM7, програмованого цифрового таймеру КТ1, проміжне реле KI.1, клемна колодка X1;
- на дверцятах шафи розміщені кнопкові станції SB1 – SB7, перемикач SA1, а також сигнальна арматура HL1- HL7.

5.6 Розробка схеми електричної підмикання

Схему електричну підмикання розроблено на основі схеми електричної принципової та представлено на аркуші графічної частини проєкту.

Підмикання здійснено між силовою шафою АІ та шафою керування

					21ЕМД. 9683758.06.25.000000ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

технологічними процесом А2, електродвигунами М1, М2, М3, М4, М5, М6, М7 датчиком рівня SL1 [40,41].

5.7 Складання специфікації на матеріали та обладнання

У специфікації представлені апарати керування та захисту, силові струмоприймачі, датчики, апарати керування. В графі позиційні позначки представлено позначки елементів на схемі електричній принциповій. В графі найменування представлено найменування елементів згідно розташування на схемі електричній принциповій. В графі кількість, вказано кількість однакових елементів. В графі примітки вказані технічні данні елементів [40,41].

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

6.1 Нормативна правова база з охорони праці

Законодавство України 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

Н А К А З 16.06.2014 № 398 Про затвердження порядків надання домедицинської допомоги особам при невідкладних станах

Постанова КМУ від 30 листопада 2011 р. N 1232 Деякі питання розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві .

Нормативно-правова база

Законодавство України 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

Н А К А З 16.06.2014 № 398 Про затвердження порядків надання домедицинської допомоги особам при невідкладних станах

Постанова КМУ від 30 листопада 2011 р. N 1232 Деякі питання розслідування та обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві

Нормативно-правові акти з охорони праці

Реєстр НПАОП

ІНПАОП 0.00-1.28-10 Правила охорони праці під час експлуатації ЕОМ

					21ЕМД. 9683758.06.25.000000ПЗ	Арх
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу

ПРАВИЛА УЛАШТУВАННЯ ЕЛЕКТРОУСТАНОВОК

ПРАВИЛА технічної експлуатації електроустановок споживачів

Державні стандарти

ДСТУ 7239:2011. Система стандартов безопасности труда средства индивидуальной защиты

ДЕРЖАВНІ САНІТАРНІ НОРМИ І ПРАВИЛА захисту населення від впливу електромагнітних випромінювань. Методика розрахунку розподілу рівнів електромагнітного поля

ДСТУ 2489-94 Контактна сварка. Вимоги безпеки.

ДСТУ 2456-94. СВАРКА ДУГОВАЯ И ЭЛЕКТРОШЛАКОВАЯ. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

ДСН 3.3.6.096-2002. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів

ДСАНІПН 3.3.2.007-98 ГІГІЄНИЧНІ ВИМОГИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ РОБОТИ З ВІЗУАЛЬНИМИ ДИСПЛЕЙНИМИ ТЕРМІНАЛАМИ ЕЛЕКТРОННО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ МАШИН

Норми радіаційної безпеки України (НРБУ-97)

ДБН_В.2.5-28.2006 Природне та штучне освітлення

6.2 Аналіз стану охорони праці на підприємстві

За стан охорони праці на підприємстві відповідає головний інженер з техніки безпеки. В його обов'язки входить проведення інструктажів з техніки безпеки на робочих місцях, організація безпечних робочих місць, проведення заходів з охорони праці, складання звітності підприємства з техніки безпеки і охорони праці.

Нормативні акти про охорону праці, що затверджуються власником, спрямовані на побудову чіткої системи управління охороною праці та забезпечення в кожному структурному підрозділі і на робочому місці безпечних і нешкідливих умов праці, встановлюють правила виконання робіт і поведінки працівників на території підприємства, у виробничих приміщеннях, робочих місцях відповідно до державних міжгалузевих і галузевих нормативних актів про охорону праці [42,43,44].

Усі працівники підлягають обов'язковому соціальному страхуванню власником від нещасних випадків і професійних захворювань. Страхування здійснюється в порядку і на умовах, що визначаються законодавством і Колективним договором.

Із фонду соціального страхування здійснюються виплати сум, що належать потерпілому працівникові за період його тимчасової непрацездатності.

Метою дослідження виробничого травматизму на підприємстві є розробка заходів по запобіганню нещасних випадків на даному підприємстві. Для цього необхідно систематично аналізувати і узагальнювати їх причини. Аналіз причин травматизму дозволяє поділити їх на організаційні, технічні, психофізіологічні та санітарно - гігієнічні.

Організаційні причини - це порушення законодавчих актів з охорони праці, вимог, інструкцій, правил і норм, відсутність або неякісне проведення інструктажу і навчання, невиконання заходів щодо охорони праці, невідповідність норм санітарно - гігієнічних факторів, несвочасний ремонт або заміна несправного чи застарілого обладнання.

До технічних причин відносять: невідповідність вимогам безпеки або несправність виробничого обладнання, інструменту і засобів захисту, конструктивні недоліки обладнання.

Психологічні причини - це помилкові дії працівника внаслідок втоми, надмірної важкості і напруженості роботи, монотонності праці, хворобливого стану, необережності.

Щодо санітарно-гігієнічних причин, то до них відносять: надмірний рівень шуму, вібрації, несприятливі метеорологічні умови, підвищений вміст у повітрі робочих зон шкідливих речовин, наявність різних випромінювань, недостатнє або нерациональне освітлення, порушення правил особистої гігієни та інше.

Щодо фінансування охорони праці, то його здійснює роботодавець. Для підприємств, незалежно від форми власності, або фізичних осіб, які використовують найману працю, витрати на охорону праці становлять 0,5% від суми реалізованої продукції.

Отже, для забезпечення охорони праці і техніки безпеки на виробництві обов'язковим є не тільки суворе виконання обов'язків з боку власника або уповноваженого ним органу, а також всіх найманих працівників. Вони зобов'язані дотримуватись норм, правил і інструкцій, які встановлюють правила виконання робіт і поведінки на виробничій території і в приміщеннях, вимоги щодо правильного користування знаряддями праці, засобами колективного та індивідуального захисту.

6.3 Засоби та заходи з охорони праці на підприємстві

Згідно з аналізу потенційних небезпек на підприємстві необхідно застосувати пристрої захисного відключення.

Реле РУД-05-УЗ призначене для захисного відключення одиничних або групових електроустановок через комутаційний апарат в двох -, трьох - та чотирьох провідних мережах напругою 380 / 220В з глухо заземленою нейтраллю. Чутливість реле визначається струмом спрацьовування або уставкою, яка обирається з урахуванням вимог електробезпеки. При цьому виключається хибне спрацювання реле, що виникає внаслідок специфічних умов експлуатації сільськогосподарських електроустановок, що впливають на розмір природних струмів витоку при вмиканні навантаження. Реле цього типу може мати три уставки спрацьовування – на 30, 100 і 300 мА.

Реле складається із чутливого напівпровідникового блоку D1 і зовнішнього диференційного трансформатора струму TV2, що входить в склад перетворювачу струму D1. Силовий кабель (провід) мережі, що захищається, пропускається через вікно перетворювачу струму D1 (рис. 6.1).

В якості комутаційного апарату застосовують автоматичний вимикач з незалежним розчіплювачем, котушка керування якого комутується вихідним контактом реле. Робочий струм через вихідний вимикаючий контакт не повинен перевищувати 6,3 А, а струм, що комутується контактом при напрузі 380 В, - 15 А.

Релейний блок складається з таких основних елементів: конденсатору – фільтра C1, блоку попереднього підсилювання, виконаного на операційному підсилювачі DA, випрямляча VD3, елементу затримання R7, C3, діоду VD4 для забезпечення позитивного зворотного зв'язку і виключення можливості вібрації реле; вихідного підсилювача на транзисторі VT; вихідного реле K1; блоку живлення, що включає трансформатор TV і випрямляч VD7; що згладжує місткості C4 і стабілітрона VD6. Для підключення реле в електричну мережу до перетворювача і комутаційного апарату є клемник, що встановлено на циклоні релейного блоку D1. На кришці релейного блоку розташовані кнопка контролю і табличка з позначенням типу реле і його основних характеристик.

Перетворювач струму D1 містить TV2, вторинна обмотка якого закорочена резистором R1. TV2 являє собою тороїдальний магнітопровід із пермаплою марки 794М з рівномірно намотаною вторинною обмоткою. Для захисту від зовнішніх впливів перетворювач струму D1 розташовано в пластмасовому корпусі. Роль первинних провідників виконує силовий кабель живлення електроустановки, що пропущено у вікно перетворювачу струму D1. Вторинну обмотку виведено на клеми, і вона з'єднана з клемником релейного блоку.

Реле працює таким чином. За відсутності витоку струму сума струмів у всіх дротах, пропущених через вікно перетворювача D1, рівна нулю, відповідно рівна нулю і індукована у вторинній обмотці ЕДС. При цьому напруга

на виході підсилювача DA приблизно рівна нулю, конденсатор C3 розряджений, транзистор VT закритий, а вихідне реле KL1 знеструмлене.

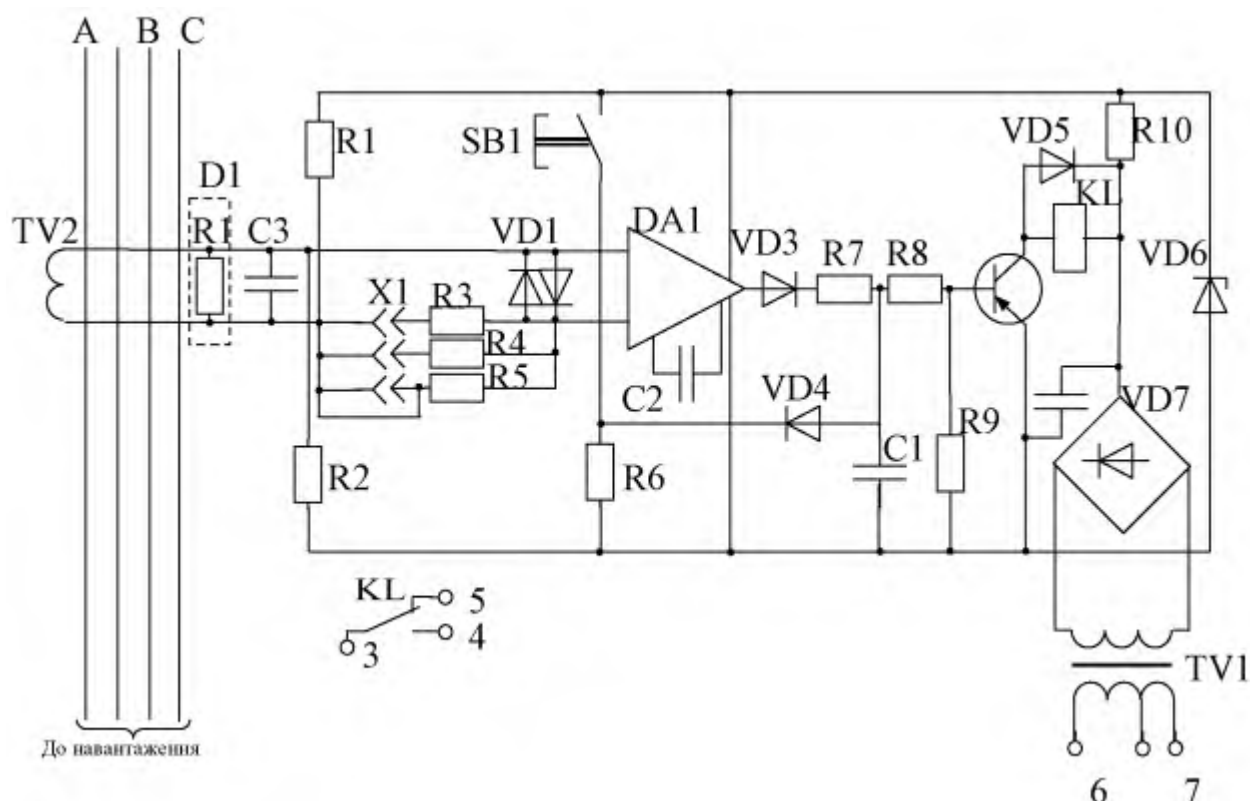


Рисунок 6.1 Схема електрична принципова захистно-відключаючого пристрою РУД – 05 УЗ

При появі струму витоку сума струмів в провідниках, пропущених у вікно датчика D1, не буде рівна нулю.

У тороїдальному магнітопроводі трансформатора струму з'являється магнітний потік, що не компенсується, викликає у вторинній обмотці D1 струм, що створює падіння напруги на резисторі R1. Ця напруга поступає на вхід підсилювача DA. Якщо струм витоку перевищує уставку реле, то напруга на виході DA різко зростає, транзистор VT відкривається і вихідне реле спрацьовує, відключаючи електроустаткування. За допомогою кнопки SB контролюють схему реле при перевірці її справності. Час спрацювання реле – не більше 60.

6.3.1 Вимоги до монтажу і обслуговування пристрою

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

21ЕМД. 9683758.06.25.000000ПЗ

Працездатність схеми перевіряють замиканням контакту контрольної кнопки, при якому виникає спрацювання реле. Повернення реле здійснюють зняттям напруги живлення з електроустановки або клем реле.

При обриванні хоча б одного з проводів, що з'єднують релейний блок з перетворювачем струму, виникає спрацювання схеми і здійснюється її самоконтроль в частині цілостності з'єднувальних проводів між ними.

Напруга 380 В підводиться до клем 16, 20, напруга 220 В підводиться до клем 16, 18. Дія на комутаційний апарат здійснюється через контакти вихідного реле KVI, що виведені на клеми 10, 12, 14 релейного блоку.

В електроустановці, яка захищається з змішаним (трифазно-однофазним) навантаженням нульовий провід після перетворювача струму DI повинен бути ізолюваний від землі. Корпуси обладнання, що захищається, повинні бути заземлені, а заземлюючий провід може бути з'єднаний з нульовим проводом тільки до перетворювача струму DI. В іншому разі неминуче хибне спрацювання реле.

Релейний блок і перетворювач струму встановлюють всередині шафи розподільчого пристрою в безпосередній близькості від комутаційного апарату. Пропускаємо через вікно перетворювачу струму кабелі і проводи слід розташовувати по можливості в центрі. При встановленні релейного блоку необхідно забезпечити вільний доступ до клемника і кришки з контрольною кнопкою. З'єднання релейного блоку і перетворювача струму здійснюють гнучким проводом, що скручено в джгут довжиною не більше 1,5 м і перерізом не менше 0,5 мм². Кінці проводу повинні мати напаяні наконечники [42,43,44,45].

Безпека може бути забезпечена захисним відключенням тільки в тому разі, якщо електроустановка автоматично відключається при виникненні в ній будь-якої ситуації, що створює можливість проходження через тіло людини електричного струму, що перевищує тривало допустимий.

Повні планові перевірки повинні здійснюватись не рідше одного разу на три роки (як правило, одночасно з ремонтом відповідних первинних кіл і силового обладнання).

Періодичність часткових перевірок встановлюється в залежності від місцевих умов (в проміжках між повними перевірками) особою, відповідальною за електрогосподарство підприємства (або вищої організації).

В разі невірної дії або відмови в роботі пристроїв захисного відключення здійснюються додаткові (після аварійні) перевірки за спеціальними програмами.

В обсяг (цикл) повних перевірок, крім випробувань, що визначаються конкретним видом пристрою, повинні входити:

- іспит ізоляції;
- огляд стану апаратури і комутації;
- перевірка уставок і основних параметрів захисту;
- випробування пристрою в дії;

В цикл часткових перевірок входять:

- вимірювання опору ізоляції;
- огляд стану апаратури і вторинних кіл;
- випробування в дії.

Кожен працівник, що виявить несправність захисного відключення, зобов'язаний повідомити про це свого безпосереднього начальника, а за його відсутності – вищого керівника.

В тому разі, коли несправність в електроустановці, що уявляє явну небезпеку для оточуючих або самої установки, може ліквідувати працівник, який її знайшов, він зобов'язаний зробити це в той же час, і повідомити безпосереднього начальника про проведені заходи.

Ліквідувати несправності можна тільки при суворому дотриманні правил безпеки.

6.4 Висновки до розділу

Рекомендований для впровадження пристрій РУД-05-УЗ забезпечить дієвий захист від непрямих дотиків.

Крім того, ПЗВ здійснюють захист від займання та пожеж, що виникають внаслідок пошкоджень ізоляції електропроводки. У разі порушення ізоляції, тобто прямого дотику до однієї із струмовідних частин або за обриву захисних провідників, ПЗВ є напевно єдиним швидким засобом захисту людини від ураження електричним струмом.

7 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ І ПОКАЗНИКИ ПРОСКТУ

7.1 Загальні положення

При виборі найкращого технічного рішення використовують порівняльну економічну ефективність капітальних вкладень, обумовлену наведеними витратами по кожному варіанті автоматизації або відношенням різниці поточних витрат до різниці капітальних вкладень (або відношенням зниження поточних витрат до приросту капітальних вкладень).

Витрати на будівництво спеціальних приміщень, пов'язаних з автоматизацією виробництва, або на виконання спеціальних будівельно-монтажних робіт визначають по кошторисах проектів цих споруджень, а якщо їх ні, те по кошторисах для об'єктів однакового призначення й однакової конструкції.

Після розрахунків різних варіантів приймають той, у якого наведені витрати найменші.

Для визначення ефективності автоматизації виробництва можуть бути використані показники, до яких ставляться:

- підвищення продуктивності праці, що характеризує економію праці, зниження трудомісткості виробництва продукції й скорочення потреби в робочій силі;
- зниження собівартості продукції, що характеризує скорочення трудових і матеріально-грошових витрат на виробництво продукції в порівнянні з витратами до автоматизації;
- збільшення прибутку;
- підвищення рентабельності виробництва.

Як додаткові показники можуть бути використані: загальні й питомі капіталовкладення, необхідні для автоматизації процесів, які виражають витрати праці, упередметнені в основних засобах виробництва для скорочення майбутніх витрат праці;

- строк окупності капітальних вкладень в автоматизацію об'єкта, знижуваних за рахунок скорочення виробничих витрат, обумовлених застосуванням автоматичного керування [46,47].

7.2 Розрахунок економічної ефективності

Як окремі машини, так і технологічні лінії поставляються у комплекті зі стандартним електросиловим обладнанням, що забезпечує високий рівень електромеханізації. Але під час роботи машин необхідне активне втручання обслуговуючого персоналу в технологічний процес, ручне керування машинами. Для зниження долі ручної праці, підвищення точності дотримання параметрів консервування та зниження аварійності розроблено схему автоматичного керування, впровадження якої дасть змогу знизити споживання електроенергії на 7% за рахунок встановлення системи автоматичного керування.

Економія електроенергії від впровадження розробки визначається в показниках:

- в фізичних показниках за формулою:

$$E_i = \sum_{n=1}^{i-1} P_{\text{вст}} \cdot K_T \cdot K_D, \quad (7.1)$$

де E_i – річні витрати електроенергії, кВт год;

$\sum_{n=1}^{i-1} P_{\text{вст}}$ – сумарна встановлена потужність ліній, кВт; $\sum_{n=1}^{i-1} P_{\text{вст}} = 7,55$ кВт

K_T – кількість годин роботи лінії на добу, *годин*; $K_T = 8$ *годин*;

K_D – кількість днів роботи лінії на рік, *дні*; $K_D = 200$ *днів*.

Споживання електричної енергії E_i визначаємо за формулою:

$$E_i = P \cdot T \cdot K \cdot K \quad (7.2)$$

де T – час роботи обладнання, год. / рік; $T = 1600$ год. / рік.

κ – коефіцієнт, що враховує зниження споживання електроенергії за рахунок автоматизації, $\kappa = 0,93$ [46,47].

κ – коефіцієнт одночасності, $\kappa = 1,0$.

$$E_{\text{д}} = 7,55 \cdot 1600 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 12080 \text{ кВт / год.},$$

$$E_{\text{а}} = 7,55 \cdot 1600 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 11234 \text{ кВт / год.},$$

Зміна витрати електроенергії визначається за формулою:

$$E_{\text{в}} = E_{\text{д}} - E_{\text{а}}; \quad (7.3)$$

$$E_{\text{в}} = 12080 - 11234 = 845 \text{ кВт / год.}$$

В грошових одиницях зміна витрати електроенергії визначається за формулою:

$$Г_{\text{в}} = E_{\text{в}} \cdot C_{\text{е}}; \quad (7.4)$$

де $Г_{\text{в}}$ – витрати електроенергії в грошових одиницях, грн.;

$C_{\text{е}}$ – тариф на електроенергію, грн.; $C_{\text{е}} = 4,32$ грн.

Витрати електроенергії для двох варіантів визначаються:

- для базового варіанту:

-

$$Г_{\text{ел.б}} = 12080 \cdot 4,32 = 38414 \text{ грн.}$$

- варіанту, що проектується:

$$Г_{\text{ел.пр}} = 11234 \cdot 4,32 = 35724 \text{ грн.}$$

Економія електроенергії в грошових одиницях від впровадження розробки:

$$I_{\text{еп}} = I_{\text{еп,н}} - I_{\text{еп,пр}}; \quad (7.5)$$

$$I_{\text{еп}} = 38414 - 35724 = 2689 \text{ грн}$$

Економія на оплаті праці від впровадження розробки визначається з урахуванням фонду оплати праці, який визначається за формулою:

$$\Phi_{\text{оп}} = I_{\text{оп}} \cdot K_p \cdot 12, \quad (7.6)$$

де $\Phi_{\text{оп}}$ - річний фонд заробітної плати, грн.;

$I_{\text{оп}}$ - тарифна ставка за місяць грн.;

$I_{\text{оп,н}} = 8500 \text{ грн.}; I_{\text{оп,пр}} = 78500 \text{ грн.};$

K_p - кількість робітників, які обслуговують лінію, чел.;

Таким чином, річний фонд оплати праці складас:

- для базового варіанту:

$$\Phi_{\text{оп}} = 8500 \cdot 2 \cdot 12 = 204000 \text{ грн.};$$

- для варіанту, що проектується

$$\Phi_{\text{оп}} = 8500 \cdot 1 \cdot 12 = 102000 \text{ грн}$$

Економія по оплаті праці визначається за формулою:

$$\Phi_{\text{еоп}} = \Phi_{\text{оп,н}} - \Phi_{\text{оп,пр}}; \quad (7.7)$$

де $\Phi_{екон}$ - річна економія праці від впровадження розробки, грн.;

$\Phi_{опбаз}$ - фонд оплати праці для базового варіанту, грн.;

$\Phi_{оппроект}$ - фонд оплати праці для варіанту, що проєктується, грн.

$$\Phi_{екон} = 204000 - 102000 = 102000 \text{ грн}$$

Річний економічний ефект від впровадження розробки визначається за формулою:

$$E_p = F_{ст} + \Phi_{екон}, \quad (7.8)$$

де E_p - річний економічний ефект від впровадження розробки, грн.;

$$E_p = 2689 + 102000 = 104689 \text{ грн}$$

Термін окупності при впровадженні розробки дорівнює:

$$T_{ок} = \frac{K_{в}}{E_p}, \quad (7.9)$$

де $T_{ок}$ - термін окупності при впровадженні розробки, рік;

$K_{в}$ - капітальні вкладення, грн.;

E_p - річний економічний ефект, грн.

Капітальні вкладення в розробку:

$$K_{в} = K_p + K_y, \quad (7.10)$$

де K_p - вартість обладнання, грн.; таблиця 7.1 [38]

K_y - витрати на монтажні роботи, грн., $K_y = 0,12 K_p$ [46,47].

$$K_e = 18100 + 2\,172 = 20272 \text{ грн}$$

Таблиця 7.1 – Вартість обладнання [48].

Тип машини	Тип двигуна	Поз.	Кільк.	P, кВт	п. об/хв	Загальна вартість, грн.
1	2	3	4	5	6	7
1. Гвинтовий ком-всер	AIP804Y3	M1	1	1,1	1395	2 028
2. Барабанна мийна машина	AIP80B4Y3	M2	1	1,5	1395	2 310
3. Стрічковий ін-спекційний транс-портер	AIP71A4Y3	M3	1	0,55	1360	1 446
4. Машина для на-різки	AIP804Y3	M4	1	1,1	1395	2 028
5. Транспортер-живильник	AIP901.4Y3	M5	1	0,55	1360	1 446
6. Бланшувач	AIP71A4Y3	M6	1	2,2	1400	2 490
7. Транспортер за-вантажувальний	AIP804Y3	M7	1	1,1	1395	2 028
Сигналізатор рі-вня сипучих	VEGA VIB 61	SL	1			1200
Програмований цифровий таймер	SHT-1 230v ETI 2470050	KT	1			1 446
Інше						1670
Вартість установки				18100		

$$T_{ок} = \frac{20272}{104689} = 0,3 \text{ року}$$

Таким чином, термін окупності дорівнює 0,3 року.

Результати техніко-економічних розрахунків наведені в таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 - Показники економічної ефективності

Найменування показників	Варіанти		
	базовий	проектований	відхилення
Додаткові капітальні вкладення, грн.	-	20272	-
Споживання електроенергії, кВт · год.	120080	11234	-845
Витрати на електроенергію, грн.	38414	35724	-2689
Фонд оплати праці, грн.	204000	102000	-102000
Економічний ефект грн. / рік.	-	104689	-
Термін окупності розробки, рік.	-	0,3	-

Висновки по розділу

- впровадження розробки дозволить зменшити витрати на електроенергію ;
- підвищити експлуатаційні характеристики, і як наслідок, надійність електрообладнання, що використовується;
- отримати економічну ефективність від впровадження;
- капітальні вкладення нового обладнання окупляться протягом 0,3 року.

ВИСНОВКИ

Впровадження системи дозволить підвищити рівень експлуатації обладнання, завдяки запропонованим заходам. Розроблена система дозволить підвищити енергоозброєність праці.

Згідно економічним розрахункам зменшаться витрати електроенергії, підвищиться виручка за реалізовану продукцію. Розроблені заходи з техніки безпеки дозволять покращити умови праці, а також забезпечити безпечну працю персоналу.

На основі отриманих результатів щодо робочого проєкту електрифікації мініцеку з розробки системи керування можна зробити наступні висновки:

- впровадження контролю дозволить підвищити якість продукції за рахунок дотримання оптимальних технологічних режимів;
- використання в проєкті електрифікації системи дозволить підняти рівень електробезпеки до рівня, що відповідає сучасним вимогам нормативних документів, насамперед ПУЕ.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Рожко І.С. Основи переробки соковитої продукції. Навчальний посібник для студентів факультету агротехнологій та екології й ІНПЗіПО ОС «Бакалавр» спеціальностей 201 «Агрономія», 202 «Захист і карантин рослин», 203 «Садівництво та виноградарство». Дубляни, 2019. 112 с.
2. Красенське (Іллінський район). веб-сайт URL: [https://uk.wikipedia.org/wiki/Красенське_\(Іллінський_район\)](https://uk.wikipedia.org/wiki/Красенське_(Іллінський_район)) (дата звернення: 22.03.2025).
3. ДСТУ 4150:2003. Соки, напої сокові, нектари плодово-ягідні, овочеві та з баштанних культур. Загальні технічні умови. Вид. офіц. [Чинний від 2003-24-02]. Держспоживстандарт України. К.: 2004. 10 с. (Національний стандарт України).
4. Вітчизняні технології виробництва, зберігання та переробки плодів і ягід в Україні - колектив авторів. К.: "Преса України", 2012. 120 с.
5. ДСТУ-Н Б В.1.1 – 27:2010. Будівельна кліматологія. – Вид. офіц. – [Чинний від 2011-11-01]. К.: Мінбуд України, 2011. 128 с.
6. Правила улаштування електроустановок. ПУЕ. Нова редакція. Станом на 21.07.2017 р. К.: Міненерговугілля України, 2017. 617 с.
7. 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).
8. VORAN® STEHT FÜR QUALITÄT веб-сайт URL: <https://www.voran.at/> (дата звернення: 22.03.2025).
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.
11. ДСТУ Б А.2.4-5:2009. Система проєктної 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 проєктної 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. Проєктування 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 проєктування 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 [Текст]: справочное издание / 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. Низьковольтна модульна техніка EVO. URL: [file:///C:/Users/vadim/Downloads/ab2000evo_ua%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/vadim/Downloads/ab2000evo_ua%20(1).pdf) (дата звернення: 12.04.2025).
18. Основи проєктування систем електрифікації : Методичні вказівки до розділу «Проєктування внутрішньої розподільчої мережі» комплексного курсового проєкту для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності

141 «Електроенергетика, електротехніка і електромеханіка». Мелітополь: ТДАТУ, 2017. 78 с.

19. 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.

20. Каталог електродвигунів AIP веб-сайт. URL: https://xn--80aqy.com.ua/uk/katalog_elektrovyguniv_air/ (дата звернення: 12.04.2025).

21. 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.

22. 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.

23. 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.

24. 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.

25. VEGAVIB 61 Реле (DPDT). *Лист технических данных*. веб-сайт URL: <http://www.koda.ua/download/34630-RU.PDF>

26. Реле часу цифрове ETI SHT-1/230V (2470050) Secur веб-сайт. URL: <https://secur.ua/nizkovoltne-obladnannia/timeri/rele-casu-cifrovo-eti-sht-1230v-2470050> (дата звернення: 17.05.2025).

27. Єдина система конструкторської документації. Правила виконання електричних схем (ГОСТ 2.702-2011, ІДТ) ДСТУ ГОСТ 2.702:2013 Видання

					21ЕМД.9683758.06.25.000000ПЗ	Арх
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		72

офіційне К.: Мінекономрозвитку України, 2015. (Національний стандарт України).

28. ДСТУ Б А.2.4-3:2009. Система проєктної 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.

29. Рубаненко О.О. Основи проєктування 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 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» Вінниця, видавничий центр ВНАУ: 2017 р. 94 с.

30. Пункти розподільні ПР *Buton*. веб-сайт. URL: <https://tovbuton.com.ua/ua/catalog/punkty-raspredelitelnve-pr.html> (дата звернення: 17.05.2025).

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

32. 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).

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

34. 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-predvavlyvayutsya-k/> (дата звернення: 17.05.2025).

35. Методичні рекомендації по виконанню 6 розділу дипломного проєкту «Техніко-економічна оцінка проєктних рішень» для здобувачів ступеня вищої

					21ЕМД. 9683758.06.25.000000ПЗ	Арх
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		73

освіти «Бакалавр» зі спеціальності 208 «Агроінженерія». Мелітополь, ТДАТУ, 2018.

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

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