

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент Чепіжний А.В.

КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ
за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Реконструкція системи електрифікації зерноочисного цеху СТОВ «Дружба Нова» Роменського району Сумської області з розробкою автоматизованої системи очистки зерна»

Виконав

(підпис)

Гапоненко О.В.

(прізвище, ініціали)

Група

ЕТЕС 2201 с.т.

Керівник:

(підпис)

Барсукова Г.В.

(прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра енергетики та електротехнічних систем

Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

завідувач кафедри енергетики та
електротехнічних систем

доцент _____ Чепіжний А.В.
(підпис, вчене звання, прізвище, ініціали)

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНИЙ ПРОЕКТ
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Гапоненку Олександрю Вячеславовичу
(прізвище, ім'я та по батькові)

1. Тема (бакалаврського) проекту: Реконструкція системи електрифікації зерноочисного цеху СТОВ «Дружба Нова» Роменського району Сумської області з розробкою автоматизованої системи очистки зерна.

керівник проекту: *Барсукова Ганна Володимирівна, доцент,*
затверджено наказом по університету від «08» лютого 2024 р. № 407/ОС.

2. Термін подання здобувачем закінченого проекту «20» травня 2024 р.

3. Вихідні дані до проекту Матеріали обстеження об'єкту, технічна література, нормативна документація, державні стандарти.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)

1. Вступ
2. Аналіз господарської діяльності об'єкту
3. Технологічна частина
4. Проектування автоматизації технологічних процесів
5. Світлотехнічний розділ
6. Екологічна експертиза
7. Проектування питань з охорони праці
8. Техніко-економічні розрахунки та показники проекту
9. Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точною вказівкою обов'язкових креслень)

1. Лінія очистки зерна. Схема електрична функціональна.
2. Лінія очистки зерна. Схема електрична принципова.
3. Приміщення очистки зерна. План.
4. Щит керування лінією очистки зерна. Схема електрична підключень.
5. Показники техніко-економічні. Таблиця.

6. Консультанти розділів проекту (з вказівкою розділів, що відносяться до проекту)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата
Охорона праці	Василенко О.О., доцент	
Економічне обґрунтування	Барсукова Г.В., доцент Шашков С.В., ст. викладач	
Нормоконтроль	Рибенко І.О., ст. викладач	

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційного проекту	Строк виконання етапів кваліфікаційного проекту	Примітки
1.	Збір інформації про діяльність господарства	05.09.2023 р. – 30.09.2023 р.	
2.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики	02.10.2023 р. – 02.12.2023 р.	
3.	Складання плану роботи	04.12.2023 р. – 09.12.2023 р.	
4.	Написання вступу та розділу 1	11.12.2023 р. – 21.12.2023 р.	
5.	Написання розділів 2 та 3. Підготовка листа 1 та 2 графічної частини.	05.02.2024 р. – 02.03.2024 р.	
6.	Написання розділів 4, 5 та 6. Підготовка листів 3 та 4 графічної частини.	04.03.2024 р. – 06.04.2024 р.	
7.	Написання розділу 7 Підготовка листа 5 графічної частини.	08.04.2024 р. – 04.05.2024 р.	
8.	Написання висновків	06.05.2024 р. – 11.05.2024 р.	
9.	Подання проекту на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 13.05.2024 р.	
10.	Подання проекту на рецензування	до 20.05.2024 р.	
11.	Подання до попереднього захисту	до 27.05.2024 р.	

Здобувач вищої освіти

_____ (Галоненко О.В.)
(підпис) (прізвище, ініціали)

Керівник кваліфікаційного проекту

_____ (Барсукова Г.В.)
(підпис) (прізвище, ініціали)

№ рядка	Формат	Позначення	Найменування	К-ть листів	Номер листа	Примітки
1	A4	КП.06.3.003.ПЗ	Реконструкція системи	56	4	
2			електрифікації зерноочисного			
3			СТОВ «Дружба Нова»			
4			цеху Роменського району			
5			Сумської області з розробкою			
6			автоматизованої системи очистки			
7			зерна			
8			Кваліфікаційний проект.			
9			Пояснювальна записка.			
10	A4	КП.06.3.003.Е2	Лінія очистки зерна.	1	1	
11			Схема електрична функціональна			
12	A4	КП.06.3.003.Е3	Лінія очистки зерна.	1	2	
13			Схема електрична принципова			
14	A4	КП.06.3.003.Е7	Приміщення очистки зерна.	1	3	
15			План			
16	A4	КП.06.3.003.Е5	Щит керування лінією очистки зерна.	1	4	
17			Схема електрична підключень			
18	A4	КП.06.3.003.ТБ	Показники техніко-економічні.	1	5	
19			Таблиця.			
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
				КП.06.3.003.ТП		
Зм.	Лист	№ документа	Підпис	Дата		
Розробив	Гапоненко				Ліг	Лист
Перевірив	Барсукова				i	4
						Листів
						56
Н.контр.	Рибенко				СНАУ, 2024	
Затверд.	Чепіжний					

Реферат

Реконструкція системи електрифікації зерноочисного цеху СТОВ «Дружба Нова» Роменського району Сумської області з розробкою автоматизованої системи очистки зерна. Кваліфікаційний проект / Гапоненко Олександр Вячеславович – Суми.: СНАУ, 2024 р. – 56 с.

В роботі запропоновано проект реконструкції системи електрифікації зерноочисного цеху СТОВ «Дружба Нова» Роменського району Сумської області.

Проаналізовано технологію виконання робіт на сортуванні та транспортуванні зернової маси. Розглянуто переваги використання малих зерноочисних машин для невеликих об'ємів зерна.

Серед головних переваг представленої системи встановлено: роботу кількох установок з кількістю персоналу, розрахованою на одну робочу установку; економію засобів обслуговування та ремонту великих зерноочисних споруд за рахунок використання машин меншої продуктивності для очищення зернової маси; підключення усіх електричних двигунів за збереженою схемою – зі своїми електромагнітними пускачами, однак з керуванням від одного кнопочкового посту.

Проаналізовано питання охорони праці та проведено техніко-економічне обґрунтування рішень.

Ключові слова: зерно, очищення, транспортування, пост керування, електричний двигун.

Іл. 12

Табл. 3

Бібл. 20

					КП.6.03.003.ПЗ		
Зм.	Арк.	№ докум.	Підп.	Дата			
Розроб.		Гапоненко			Літ.	Аркуш	Аркуші
Перев.		Барсукова				5	56
Н. Контр.					СНАУ, 2024		
Затв.		Чепіжний					

Зміст

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОБ'ЄКТУ.....	9
РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА.....	14
РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ.....	21
РОЗДІЛ 4. СВІЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	31
РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА.....	45
РОЗДІЛ 6. ПРОЕКТУВАННЯ ПИТАНЬ З ОХОРОНИ ПРАЦІ.....	47
РОЗДІЛ 7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ТА ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ.....	49
ВИСНОВКИ.....	53
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	55

					КП.6.03.003.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Можливість заощадження часу є доступною з точки зору використання різного роду обладнання на технологічному виробництві. За рахунок цього відбувається економія фізичної праці, затрат на виробництво, розподіл, передачу як ресурсів, так і готового продукту.

За мету в даній роботі обрано створення єдиної системи очищення зерна для СТОВ «Дружба Нова». Слід відзначити, що обраний регіон для даного виду виробництва не проста. Великий попит на продукцію, а головне, - велика кількість земель та зосередження багатьох об'єктів у Роменському районі роблять його одним із вузлових.

Зерноочисні роботи, що проводяться на підприємстві, мають великі масштаби. Однак, поодинові перевезення зернової маси завдають великих збитків для підприємства. Мова іде про кількохмашинні рейси з зерновою масою. В той момент є необхідність запуску окремої зерноочисної машини, що розрахована на значно більші об'єми, а ніж привезені до цього.

Внаслідок вище сказаного, виникає необхідність в створенні об'єднаної схеми керування кількома, значно простішими установками з очищення зернової маси. Мова іде про вмикання на паралельну роботу одразу кількох зерноочисних машин. Припустимо, що зерноочисна самопередвижна машина цілком виконує функції з очищення зернової маси. Однак, її закладених потужностей недостатньо для виконання функцій очищення за годину одразу кількох зерновозів. Водночас, запуск великого зерноочисного комплексу не є доцільним з точки зору:

- великої кількості задіяного персоналу;
- затрат праці;
- затрат електричної енергії;
- амортизації обладнання;
- обслуговування.

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Усе це зводиться до порівняно малого об'єму привезеної зернової маси. В такі окремі проміжки часу доцільним є вмикання на паралельну роботу кількох самопередвижних зерноочисних установок. Така технологія має свої відчутні переваги, порівнюючи із описаним процесом запуску великого зерноочисного комплексу:

- економія електричної енергії;
- порівняно менші затрати праці;
- значно менші витрати на обслуговування.

Тому, доцільним є проектування системи зерноочищення, що базується на паралельній роботі зерноочисних установок з керуванням ними, зосередженим в одному пості – одному електричному щиті.

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		8

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ГОСПОДАРСЬКОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ОБ'ЄКТУ

1.1. Загальна характеристика об'єкту

Зерноочисні споруди СТОВ «Дружба Нова» представлюваного в даній роботі регіону розташовані в селі Бобрик Роменського району Сумської області. Таке розташування об'єкту є досить вигідним. Це сполучення одразу кількох районів, де веде свою діяльність агрохолдинг. З іншого боку, наявна сітка залізнодорожнього сполучення.



Рисунок 1. Місце розташування елеватора СТОВ «Дружба Нова»

Показане рисунку 1 розташування елеватора поруч з позначеною організацією ТОВ "АВІС ЗЕРНОТРЕЙД". Поруч із елеватором межує дорожня сітка – траса «Суми – Київ».

Об'єкт має у своєму складі офісне приміщення, виробничі приміщення, складські приміщення, очисні приміщення тощо. Даний підрозділ, що підпорядковується СТОВ «Дружба Нова», виконує функції:

- прийому зерна;

					КП.6.03.003.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

- первинного аналізу зерна;
- повного аналізу зерна;
- операцій з очищення зерна;
- зберігання зерна;
- відвантаження зерна.

Тому, розглянуті функції з точки зору представленої у вступі проблематики є досить важливими, особливо коли йдеться про прийом 50 – 100 тон зерна, в той час, коли запуск великогабаритних та високопродуктивних установок не є доцільним. Найбільш збитково це виражається в зимові періоди, коли установки законсервовано для зимового зберігання, а поодинокі партії зерна привозяться зерновозами майже щотижня.

1.2. Аналіз господарської діяльності об'єкту

Основним видом діяльності структурного підрозділу елеватору СТОВ «Дружба Нова» є складське господарство. Тобто, прийом, аналіз, очищення зернової маси здійснюються на елеваторі, а кінцевою точкою для такої зернової продукції є її зберігання.



Рисунок 2. Дружба Нова. Елеватор Біловоди

					КП.6.03.003.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

Для більш осяжної характеристики господарської діяльності доцільно навести окремі характеристики.

Визначена потужність для одночасного зберігання зерна на елеваторі складає показник 202 тис. тон. Такі місткості з об'ємом 100 тис. тон, 63 тис. тон, 7 тис. тон дають можливість зберігання зернової продукції після її очищення.

Для сушіння зерна використовуються зерносушарки виробництва США та Лубнимашу. Для прикладу, продуктивність сушарки за умов зняття 10% вологи з кукурудзи становить 260 т/год.

У якості очисного обладнання використовуються скальператори СКО-200, СКО-100, сепаратори БЗС-300, БСХ-100. Загальна потужність представленого очисного обладнання складає 350 т/год.

У ролі транспортного обладнання використовуються:

- стрічкові транспортери;
- ланцюгові транспортери.

Потужність транспортного обладнання, що використовується з метою транспортування зернової маси від очисного обладнання до зберігаючих ємностей складає 300 т/год.

Для прийому вантажних автомобілів із зерном використовуються 6 точок розвантаження. При цьому, максимальна вага зерна, що важиться при контролі маси, складає 80 тон без урахування маси зернового вагона. Потужність наявних точок прийому зерна складає 7500 т/добу.

Для залізничного прийому використовуються 3 точки прийому з ручним типом відбору проб. Потужність такого прийому складає 3*10 вагонів/добу.

Для автовідвантаження використовуються 3 точки відвантаження з продуктивністю 500 т/добу кожна. Аналогічним чином, відвантаження на залізницю має 5 точок з максимальним завантаженням 81 вагон/добу.

Серед культур, з якими працює даний елеватор, наявні:

- пшениця;
- горох;
- ячмінь;

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

- кукурудза;
- соняшник;
- ріпак;
- соя;
- овес.

Слід зазначити, що можливою є робота елеватора одночасно з усіма прийнятими культурами.

Серед господарської політики структурного підрозділу виділяють власне та давальницьке зерно. При цьому, постійна кількість співробітників складає 200 осіб.

1.3. Аналіз стану електрифікації

Об'єкт, про який іде мова в даній роботі, живиться від двох трансформаторних підстанцій. З одного боку, живляча трансформаторна підстанція знаходиться на території села Бобрик. З іншого боку, нещодавно встановлено і ще одну трансформаторну підстанцію для збільшення потужності живлення споживачів.

Виконання електропровідних частин здійснено сучасними кабелями та проводом. Серед кабелів використовуються кабелі з мідними жилами. Головним чином, із наявних кабелів найбільш розповсюдженими є:

- п'ятижильний кабель з мідними жилами;
- трижильний кабель з мідними жилами.

У варіанті першого кабелю використано кабель з розрахунком на живлення об'єктів трьома фазами, а також підключення нульового та заземлюючого провідників.

Аналогічним чином, використання трижильного кабелю зумовлено з точки зору живлення споживачів напругою 220 В, тобто однією фазою, а також підключення провідників «нуль» та «заземлення».

Серед опор, від яких відбувається живлення споживачів, наявними є, головним чином, залізобетонні опори. Слід врахувати, що підприємство повною

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

мірою відмовилося від живлення своїх споживачів та, аналогічно, передачі до них електричної енергії дерев'яними опорами.

Вцілому, стан електрифікації об'єкту є задовільним та повною мірою відповідає усім наявним вимогам.

1.4. Висновки та пропозиції

З указанного вище слідує висновок щодо покращення умов користування наявним технологічним обладнанням. З одного боку це важливо з точки зору раціонального користування наявними ресурсами. З іншого боку це важливо з точки зору значно меншої затрати праці на виконання певних технологічних функцій при прийомі малих партій зернової маси – до 200 тон.

Тому, актуальною є розробка схеми керування кількома самопередвижними зерноочисними установками з паралельним їх керуванням з одного поста.

Припустимо, що кілька зерноочисних установок ОВС-25 працюють на паралельній роботі. Питання керування ними покладатиметься на одного оператора. Однак, пошук раціональної системи підключення таких установок в один щит керування є одним з ключових завдань даної роботи.

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		13

РОЗДІЛ 2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Опис прийнятої технології виробництва

Усі операції, що відбуваються із зерновою продукцією на елеваторі СТОВ «Дружба Нова», реалізуються згідно з поставленою технологією обробки та зберігання зерна.



Рисунок 3. Елеватор на етапі введення в експлуатацію

Зі стандартного технологічного обладнання, що використовується на підприємстві, наявні:

- зерносушарки GSI 3422;
- зерносушарки CHIEF CD 20/96;
- зерносушарки У13 СШ-100;

					КП.6.03.003.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

- скальператори СКО-200;
- скальператори СКО-100;
- сепаратори БСЗ-300;
- сепаратори БСХ-100;
- транспортери, норії транспортування зернової маси;
- автомобільні ваги;
- лабораторії.

Із перерахованого вище обладнання доцільно було б представити технічні характеристики окремого із них. Особливо важливо це з метою порівняння масштабів виробництва на елеваторі з тими, під які буде здійснено проект автоматизації паралельної роботи кількох зерноочисних машин для малих об'ємів зернової маси.



Рисунок 4. 3-х модульна зерносушарка марки GSI моделі 3422
Сумська область, село Біловод, Кернел елеватор

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

Зображена на рисунку 4 зерносушарка, знаходиться на представленому в даній роботі об'єкті. Таких на елеваторі в наявності 2 одиниці. Серед основних характеристик даної сушарки:

- максимальна теплопродуктивність – 26 млн кВт·год;
- максимальна подача палива – 284 л/год;
- діаметр газопроводу – $\frac{3}{4}$ дюйма;
- діаметр отвору нагрівача - Top-7/16" Mid-7/16" Base (2)-21/64" дюйма.



Рисунок 5. Скальператор СКО-200

Скальператор СКО-200 призначається для попереднього очищення, тобто видалення великих наявних в зерновій масі домішок та сміття з зерна. Застосування такого обладнання є фундаментальним та елеваторах та зернотоках.

Вихідний продукт надходить у барабан, сита якого пропускатимуть зерно й затримуватимуть сміття, що виходить сходом наприкінці циліндру.

					КП.6.03.003.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Використання скальператору (попереднього очищувача) є необхідним з метою забезпечення нормальної роботи для сушарки, запобігань їх забиванню і зниження витрати енергії, яка витрачатиметься на сушку продукту. Також дане обладнання використовують для відбору випадково потрапляючих предметів, що можуть призвести до поломки транспортного обладнання. Вибір діаметру перфорованого отвору решіт залежатиме від оброблюваного зерна, а також його вологості й виду домішок, що видаляється. За необхідності, перші решета можуть використовуватись з метою видалення дрібних домішок.

Такого виду обладнання комплектується повітряним сепаратором (аспіратором) з замкнутим циклом повітря ВСЗ, що встановлюється на скальператорі по принципу сепаратора ПРОМІНЬ ЗСО.

Для експлуатації зерноочисного скальператора із повітряним сепаратором ВСЗ також додатково необхідним є встановлення:

- циклону;
- вентилятора;
- щита керування;
- повітроводів.

Параметри	СКО-200	СКО-200А
Продуктивність до, т/год	200	200
Встановлена потужність, кВт	19,35	19,35
Діаметр ситового барабану, мм	1260	1260
Кількість секцій, шт.	2	2
Витрата повітря на аспірацію, м ³ /год	3000	3000

Маса, кг		3007	3689
Габаритні розміри*, мм			
довжина		2850	5690
ширина		3500	4070
висота		4635	4635

Таблиця 1. Технічні характеристики скальператору СКО-200

З метою спрощення проведення монтажних та пусконаладжувальних робіт і забезпечення найбільшої ефективності в експлуатації сито-повітряного скальператору компаніями розроблено агрегатоване рішення СКО-200А.



Рисунок 6. Скальператор СКО-200, Сумська область, село Біловод, Кернел елеватор

2.2. Опис виробничих приміщень та розташування технологічного обладнання

Прогнозована зона для створення умов роботи системи паралельно кількох зерноочисних машин розташована збоку від центральної частини елеватору на його огороженій території. На даній території знаходиться навіс довжиною 50 метрів та шириною 20 метрів, на якому розташована вагова для зваження вантажних автомобілів, що перевозять вантаж по території елеватору максимальною вантажопідйомністю 30 тон.

На даній території, що прилягає до навісу, знаходяться:

									Арк.
									18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КП.6.03.003.ПЗ				

- підсобне приміщення;
- складське приміщення;
- електрощитова.

Слід зауважити, що усі вище перераховані приміщення є частиною одного комплексу. Тому, проект розташування світлового обладнання слід розглядати як одне ціле.

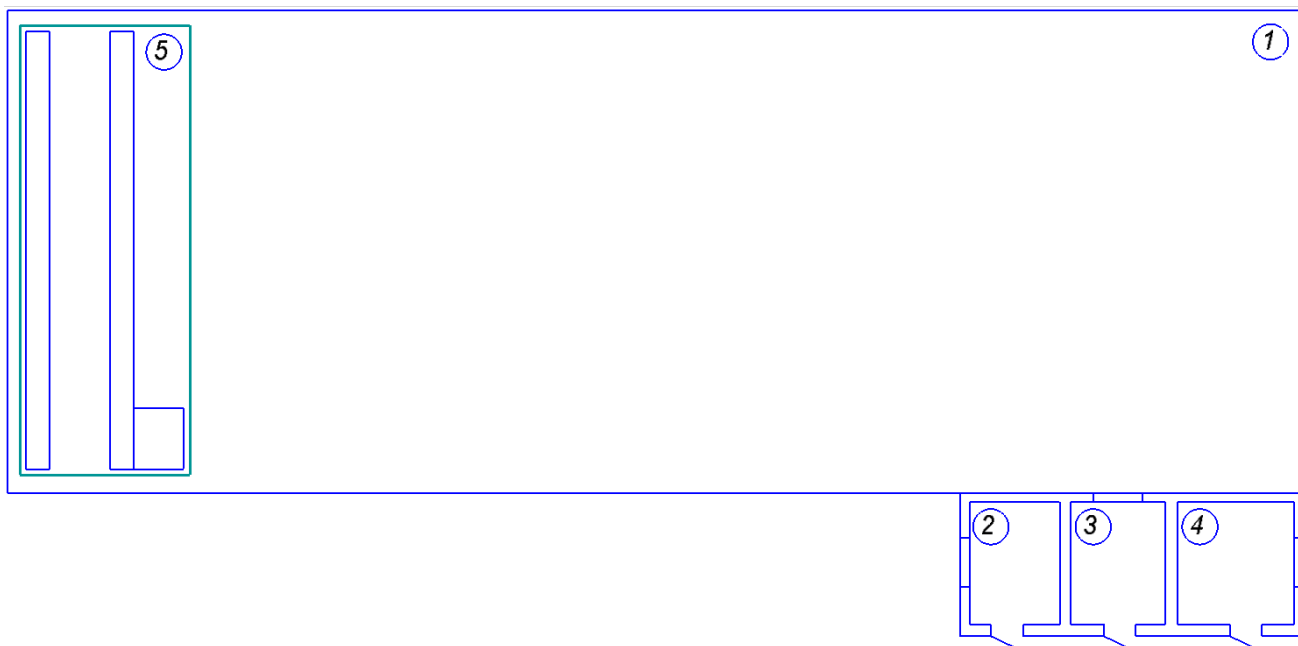


Рисунок 7. План території проєту автоматизації. 1 – навіс; 2 – підсобне приміщення; 3 – складське приміщення; 4 – електрощитова; 5 - вагова

До даного комплексу підведено електричну мережу 380 В. Крім того, під навісом також є можливість підключення виводів 380 В за рахунок силових штепсельних роз'ємів, штекерів кабельних та розеток силових стаціонарних.

2.3. Складання технологічних вимог до проєкту електрифікації та прийняття загального рішення по проєкту.

Система очищення зернової продукції відносно малого об'єму – до 200 тон повинна включати в себе кілька паралельно працюючих зерноочисних установок. Паралельна робота таких установок є можливою через реалізацію вмикання їх з одного щита керування. Однак, важливо відмітити, що вмикання

					КП.6.03.003.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

навіть однакових електричних двигунів з одного магнітного пускача складає високу небезпеку. Пов'язано це з високими пусковими струмами. Тому, проектування системи автоматизованої очистки зернової маси має на меті такі основні функції:

- керування кількома установками з одного поста керування;
- керування кожним електричним двигуном з індивідуальним електромагнітним пускачем;
- вмикання паралельно працюючих електричних двигунів установок (наприклад, привід решіт або рух) одним кнопковим постом на усі технологічні установки;
- світлова сигналізація про роботу кожного з задіяних електричних двигунів;
- вимикання установок через 30 секунд роботи в режимі холостого ходу.

Останнім із завдань характеризується зменшення затрат на електричну енергію, зносу обладнання та технічне обслуговування обладнання шляхом зменшення використання установки в режимі холостого ходу.

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТУВАННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ

3.1. Опис технологічного процесу та складання технологічних вимог до проекту автоматизації

В момент руху машини ОВС-25 уздовж зернового вороха зерно скребковими планками забирається і подається у підйомну трубу завантажувача. Уже звідти воно направляється у пристрій живлення до розподільного шнеку. Розподіл зерна здійснюється по ширині камери, а згодом розподілювачем відбувається поділ на дві однакові частини та направляється у повітряні канали.

Легку фракцію відділяють повітряним потоком й за допомогою інерційного відпилювача пилу жалюзійного типу транспортують в пневмотранспортер. Більшу фракцію із потоку транспортують у відстійну камеру. Пройшовши таке повітряне очищення, розділена в дві частини зернова суміш потраплятиме на решітні стани (верхній і нижній). При цьому, процес очищення у них є абсолютно однаковим.

Першим решетом верхнього стану поділяється зерно на дві фракції, що матимуть приблизно однакову вагу, проте різний вміст. Частину зернового матеріалу, який містить дрібні домішки, пропускатимуть через отвори у першого решета, а зерно із більшими домішками надходитиме на друге решето. Наявні обидва решета верхнього стану працюватимуть паралельно, а завдяки цьому за такого поділу підвищуватиметься продуктивність машини.

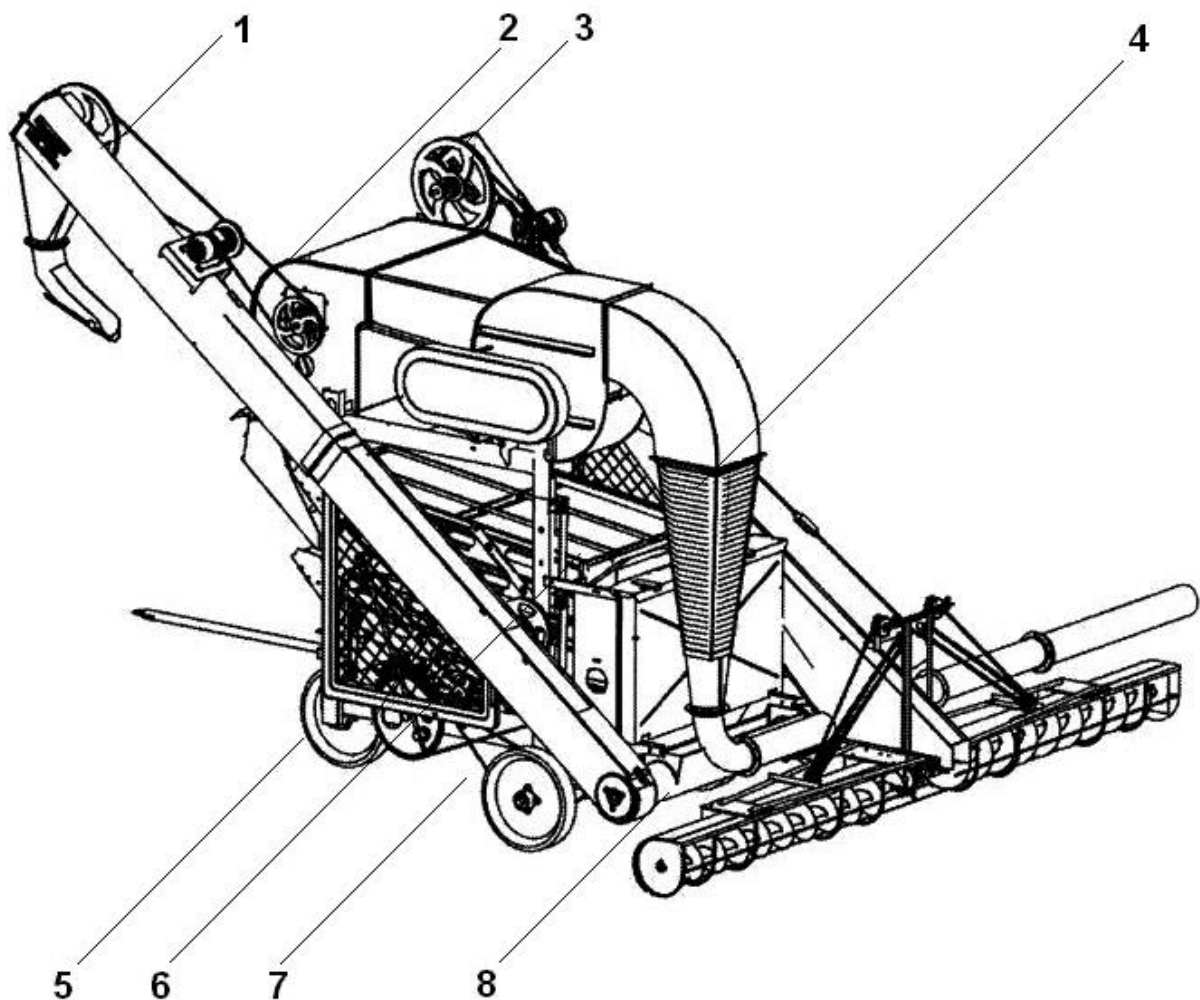
Решета нижнього стану працюють послідовно, при цьому, відокремлюючи підсів, бите й щуплі зерна. Великі ж домішки, пройшовши по цим решетам, потраплятимуть у шнек для фуражних відходів. Чисте ж зерно сходитиме у задній приймач й звідти буде подаватися шнеком в нижню частину наявного в установці вивантажувального механізму.

Зметаю виходу розділених у фракції зерен встановлено лотки і приймачі. Під решітками розташовуються щільно прилеглі в них щітки, що, своєчасно

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
						21
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

здійснюють зворотньо-поступальні рухи. Ними видаляється зерно, що застрягло в отворах. Решетними станами здійснюються коливальні рухи в протилежних напрямках. За рахунок цього відбувається урівноваження інерційних сил, які виникають в процесі роботи станів.

Транспортер відвантажень виводить із машини ОВС-25 очещене зерно й при допомозі поворотного носка чи направлятиме його у кузов автомобіля або причепа, або ж у вигляді валка залишатиме його за машиною на відкритій асфальтованій площі. Відходи ж та некондиційне зерно, що будуть отриманими за решітного очищення, шнеком відводиться убік, створюючи валок фуражних відходів; легкі ж домішки, що отримані за повітряного очищення, відноситимуться пневмотранспортером в той самий бік.



Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КП.6.03.003.ПЗ

Арк.

22

Рисунок 8. Зерноочисна машина ОВС-25. 1 - транспортер відвантажень; 2 - повітряна частина; 3 - транспортер завантажень; 4 - касета решіт; 5 - рама із ходом; 6 - решітні стани; 7 – транспортний механізм; 8 - шнеки для фуражних відходів

Як показано рисунку 8, електропривод установки, головним чином, складається з 4 приводних електричних двигунів:

- електродвигун приводу відвантаження;
- електродвигун приводу транспортеру завантаження;
- електродвигун приводу машини;
- електродвигун приводу транспортного механізму.

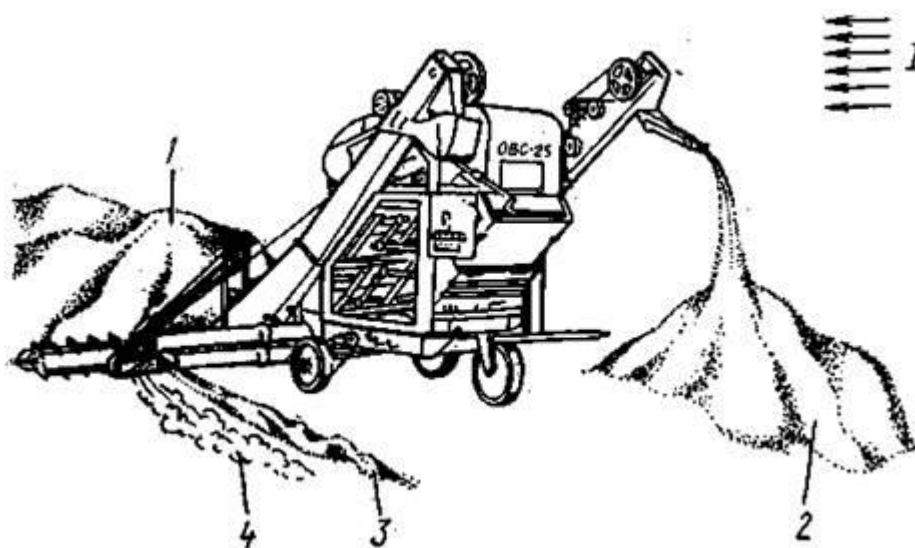


Рисунок 9. Схема організації робіт з машиною ОВС-25. 1 – неочищена зернова маса; 2 – очищена зернова маса; 3 - відходи фуражні; 4 - легкі домішки; I - напрям вітру

3.2. Визначення об'єму параметрів, які підлягають контролю і автоматичному регулюванню

З метою найбільш економічного і якісного ефекту є необхідною правильна організація робіт будь-якого типу машин на зерновому тоці. Так, в момент руху

					КП.6.03.003.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

очищувача валок чистого зерна буде знаходитися із правого боку зерноочисної машини, а валок легких домішок та фуражних відходів - із лівого боку. Із метою дотримання необхідних санітарно-гігієнічних норм розташування машин на зерновому току має збігатися з напрямом вітру. З метою забезпечення подібної організації, а також нормального технологічного процесу роботи очищувача, необхідним є дотримання певного розміру зернового вороху, який відводиться для очищення.

З врахуванням габаритів і специфіки роботи машини-очищувача вороху самопересувного, ширину вороха, який очищається, не можна перевищувати за 4,5 метри. Це легко досягається за розвантаження машин у одну лінію по усій довжині вороха.

Обов'язкові вимоги параметрів з автоматизації технологічного процесу очищення зернової маси на паралельній роботі технологічних установок в даному проекті мають включати:

- робота установки в холостому режимі;
- індикація процесу роботи;
- живлення котушок керування паралельно працюючих пускачів з одного кнопочового посту;
- дотримання заходів з техніки безпеки при роботі як з зерноочисними машинами, так і, безпосередньо, з електроенергетичним обладнанням.

3.3. Параметри роботи системи

За мету у даній роботі взято вмикання двох і більше зерноочисних установок на паралельну роботу з одного поста керування.

Якщо до цього стандартний набір щита керування зерноочисною установкою включав у себе автоматичний вимикач трьохполюсний, 5 електромагнітних пускачів та 4 теплові реле, що стосується силового кола, то за керування паралельною роботою набір структурних елементів зменшиться, прибравши з нього трьохполюсний автоматичний вимикач.

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
						24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Аналогічним чином, кожен із щитів керування має в своєму складі 5 кнопоквих постів:

- двохкнопоквий пост керування приводом відвантаження;
- двохкнопоквий пост керування приводом завантаження;
- двохкнопоквий пост керування приводом технологічної машини;
- трьохкнопоквий пост керування приводом транспортного механізму;
- однокнопоквий пост «загальний стоп».

Якщо перераховані три перші кнопокві пости є більш зрозумілими, то четвертий – трьохкнопоквий розрахований на роботу електричного двигуна як на прямий пуск, так і на реверс. Здійснюється це для руху технологічної установки як вперед, так і назад.

Останній з представлених кнопоквих постів, - однокнопоквий пост «загальний стоп», призначається для одночасної зупинки усіх електричних двигунів. Слід зауважити, що даний кнопоквий пост має своє власне блокування, що, за потреби, унеможливить вмикання установки та її електричних двигунів в роботу.

Нижче, на рисунку 10, показано щит електричний керування технологічною установкою. На фото видно, що кількість електромагнітних пускачів складає 5 одиниць, а кількість теплових реле – 4 одиниці. Пов'язано це з умовою пуску приводного електричного двигуна для транспортного механізму на як на пряму, так і на реверсивний режим роботи для руху установки як вперед, так і в зворотному напрямку.

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25



Рисунок 10. Щит електричний керування ОВС-25

В узятий з мету спосіб керування технологічною установкою покладено зменшення витрат фізичної праці на керування кожною окремо узятих технологічних установок. Внаслідок цього, зміна постів керування установками відбуватиметься шляхом вилучення з них автоматичних вимикачів та кнопкових постів. Функція загального вмикання автоматичного вимикача, тобто подачі напруги до силового кола відбуватиметься з загального єдиного поста керування технологічним процесом.

									Арк.
									26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	КП.6.03.003.ПЗ				

Внаслідок вище сказаного, наявність на кожному з щитів керування установками кнопкових постів не буде потрібною. Необхідність полягатиме в наявності набору кнопкових постів в кількості, необхідній для керування однією технологією установкою.

Скажімо, що до цього кожна технологічна установка працювала окремо і коло керування кожною з котушок електромагнітних пускачів живилося окремим кнопками керування. В запропонованому варіанті коло керування є незмінними з точки зору послідовності вмикання. Проте, подача напруги через, наприклад, одну кнопку «Пуск» для завантажування відбуватиметься одразу до двох електромагнітних пускачів. Мається на увазі до кожного з електромагнітних пускачів, що відповідають за завантаження на окремо узятих технологічних установках.

Аналогічними чином, керування усіх інших електричних двигунів відбуватиметься з одного поста керування, але подача напруги відбуватиметься до кількох моторів одночасно. Кількість моторів, задіяних від одного кнопкового поста залежить від кількості працюючих на паралельній роботі технологічних установок з очищення зернової маси на зерноочисному пункті.

Особливого значення, з точки зору, правильності виконання монтажних робіт набуває обґрунтування принципу керування саме одним кнопковим постом кількох електромагнітних пускачів, а не одного електромагнітного пускача. Пов'язано це з наявністю та величиною пускових струмів у кожному з окремо узятих електричних двигунів. Внаслідок паралельного одночасного вмикання кількох електричних двигунів навіть одного номіналу та однакових параметрів відбувається додавання пускових струмів. В такий спосіб установка не зможе бути запущеною та роботоздатність її буде поставлена під сумнів.

Тому, доречним є залишити на комутацію кожного електродвигунів свій власний електромагнітний пускач, а запуск їх на паралельну роботу організувати з одного кнопкового посту з окремого дистанційного поста керування.

Автоматизація процесу роботи установки є обґрунтованою з точки зору неможливості роботи кількох установок паралельно на одному рівні проходу.

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

Робота установок має відбуватися з дистанцією щонайменше 0,5 метра. У зв'язку із цим, перша технологічна установка, що звершила роботу уже працюватиме в режимі холостого ходу, а друга ще працюватиме під навантаженням до закінчення проходу по бурту зернової маси або по валку. Тому, доцільним є вмикання в коло керування окремо на кожну з котушок електромагнітних пускачів, головним чином, на відвантаження датчиків тиску.

Запропонована система автоматизації даватиме можливість відключення приводних електродвигунів в ті моменти робочого ходу, коли буде відсутньою маса. Разом із тим, слід зробити поправку на похибки та нерівномірність зернового бурту. Внаслідок цього пропонується в коло керування включити реле тиску саме на відвантажувальний пристрій.

Принцип дії такої системи базуватиметься на паралельному підключенні пускових елементів перед котушкою електромагнітного пускача. За нормального режиму роботи живлення котушок відбуватиметься через нормально відкритий контакт електромагнітного пускача, що буде закритим. Цей контакт є блок-контактом. За автоматизованого режиму керування за відсутності маси відбуватиметься вимкання електромагнітного пускача шляхом роботи реле тиску. Відмикання реле тиску відбуватиметься за відсутності зернової маси у вивантажувальному пристрої. Внаслідок цього, режим холостого ходу буде вимкненим, а робота установки не відбуватиметься, що значно зменшуватиме:

- затрати електричної енергії;
- зношення основних робочих органів установки.

3.4. Складання функційної схеми контролю і керування технологічним процесом.

					КП.6.03.003.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

РОЗДІЛ 4. СВІЛОТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

4.1.1. Вибір системи і виду освітлення

Для основних приміщень обираємо систему загального освітлення з рівномірним та локалізованим розміщення світильників.

У освітлювальних установках існують такі види освітлення: робоче, чергове, аварійне, охоронне, архітектурне, декоративне та інші.

Світлотехнічна арматура - це частина світильника, що призначена для перерозподілу світла лампи, для її кріплення та підключення до системи живлення, а також для захисту лампи від механічного пошкодження і ізоляції її від навколишнього середовища.

Світильник складається з світлотехнічної арматури та лампи, тому при комплектних поставках обираємо тип світильника під лампу. Тип світлотехнічної арматури (світильника) вибираємо з врахуванням його світлорозподілу (класу світлорозподілу або кривої сили світла), умов навколишнього середовища в освітлюваному приміщенні та економічності.

В нашому випадку приймаємо світильники класу прямого світла, для яких найменша відносна відстань між світильниками матиме найменше значення. При цьому збільшується кількість світильників у приміщенні та зменшується їх одинична потужність.

4.1.2. Вибір джерела світла та типу світильника.

Зі всього вибору ламп, які випускаються промисловістю серед джерел світла для освітлення приміщень найбільше використовуються лампи розжарювання та люмінесцентні лампи. В основних виробничих приміщеннях за системи загального рівномірного освітлення рекомендуються газорозрядні лампи, а для підсобних приміщень – лампи розжарювання. Лампи розжарювання допускаються також для використання і в приміщеннях основного виробничого призначення.

					КП.6.03.003.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

Із газорозрядних ламп у даний час набули широкого розповсюдження люмінесцентні лампи низького тиску типу ЛБ, ЛБР, які мають переваги перед лампами розжарювання: висока світловіддача, великий строк служби та різноманітний спектральний склад випромінювання. Але вони мають також свої недоліки: висока собівартість, наявність ПРА, залежність роботи лампи від якості напруги живлення, температури та вологості в приміщенні..

Лампи розжарювання випускаються у широкому асортименті, прості за будовою, дешеві та надійні в експлуатації. Недоліками є низька світловіддача і обмежений строк роботи.

При рівнях нормативної освітленості до 50 лк при виборі джерела світла перевагу віддають лампам розжарювання. Джерела світла, так само як і інші світлотехнічні вироби необхідно вибирати згідно діючим стандартам на напругу мережі 220 В.

Зовнішнє освітлення слід виконувати з допомогою ламп розжарювання.

4.1.3. Вибір нормованої освітленості.

Нормовану освітленість усіх робочих поверхонь можна визначити за таблицею, що наведена в СНБ 2.0405-98, у залежності від характеристики зорових робіт, найменшого розміру об'єкта розрізнення, контрасту об'єкта розрізнення із фоном та характеристики фону. Для полегшення визначення норм освітленості на основі СНБ 2.0405-98 розроблені галузеві норми робочого освітлення виробничих, адміністративних, громадських та побутових приміщень, нормована освітленість за якими визначається в залежності від технологічного призначення приміщень.

Серед наявних такі приміщення:

- підсобне приміщення;
- складське приміщення;
- електрощитова

4.1.4. Розрахунок розміщення світильників.

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	<i>Арк.</i>
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		32

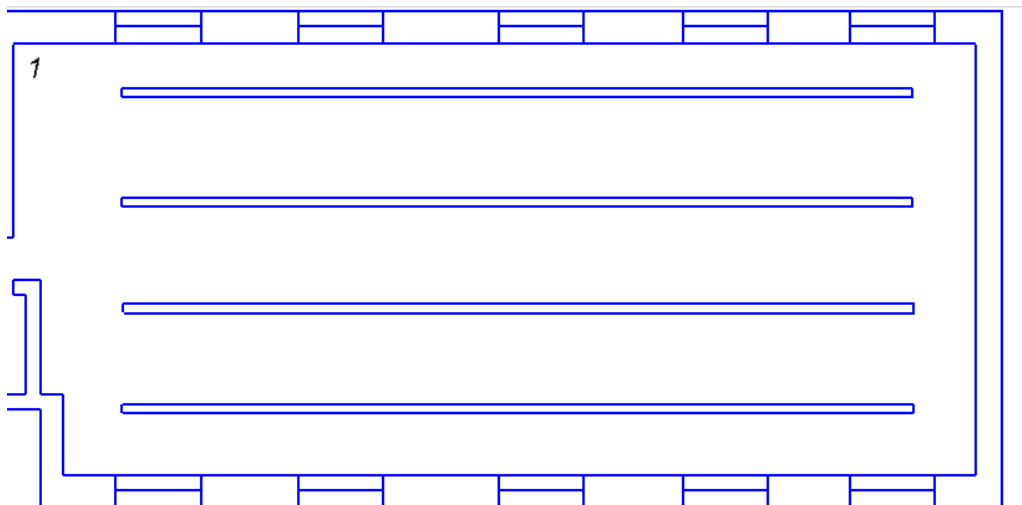
При проектуванні електроосвітлень необхідно виконати наступні вимоги: забезпечити найсприятливіші умови праці, найменшу протяжність проводок та зручність монтажу і безпеку в експлуатації.

При розміщенні світильників враховують архітектурні особливості приміщення, розміщення вікон, будівельних конструкцій, технологічного обладнання. Світильники із точковими джерелами світла розміщують в вершинах квадратів чи прямокутників або у шаховому порядку. Світильники із люмінесцентними лампами встановлюються суцільними рядами.

Розміщення світильників на плані приміщення приведено в графічній частині.

5.1.5. Розрахунок робочого освітлення в підсобному приміщенні

Для розрахунку освітленості даного приміщення використовуємо метод коефіцієнту використання світлового потоку.



12. Визначити вихідні дані розглядуваного приміщення.

$$A=2,5 \text{ м}$$

$$B=2 \text{ м}$$

$$S=5 \text{ м}^2$$

$$H=3 \text{ м}$$

2. Система та вид освітлення

Вид – робоче

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Система – загально-рівномірне

3. Джерела світла

Люмінесцентна лампа

4. Вибирати тип світильника

ЛСП02 2 65 Н Д2 75 С

5. Вибрати нормовану освітленість

$$E_H = 100$$

6. Визначити коефіцієнт запасу

$$K=1,15$$

7. Визначити коефіцієнт нерівномірності

$$Z=1,3$$

8. Визначити значення розрахункової висоти

$$H_{\text{розр}} = H - H_{\text{зв}} - H_{\text{рп}} \quad (1.1)$$

де H – висота приміщення, м, $H=4,5$ м;

$h_{\text{зв}}$ – висота звісу світильника, $h_{\text{зв}}=0$ м;

$h_{\text{р.п}}$ – висота робочої поверхні, м, $h_{\text{р.п}}=0$ м.

$$H_{\text{розр}} = 3 - 0 - 0 = 3 \text{ м}$$

9. Для вибраного типу світильника вибрати найвигіднішу світлотехнічну

λ_c та економічну λ_e відстань між світильниками в ряду.

$$\lambda_c \dots \lambda_e = 1,4 \dots 2,1$$

10. Розраховуємо між світильниками по довжині L_A та по ширині L_B

приміщення

$$L_A = L_B = (\lambda_c - \lambda_e) * H_{\text{розр}} \quad (1.2)$$

$$L_A = L_B = (1,4 - 2,1) * 3 = 2,1$$

11. Визначити значення відстані ряду світильників від стін

$$l_A = l_B = L_A * 0,5 \quad (1.3)$$

$$l_A = l_B = 2,1 * 0,5 = 1,05$$

12. Визначити кількість рядів світильників

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$N_B = \frac{B-2 \cdot l_B}{L_B} + 1 \quad (1.4)$$

$$N_B = \frac{2-2 \cdot 1,05}{2,1} + 1 = 1,04 \text{ приймаємо } 1$$

13. Визначити кількість світильників в ряду

$$N_A = \frac{A-2 \cdot l_A}{L_A} + 1 \quad (1.5)$$

$$N_A = \frac{2,5-2 \cdot 1,05}{2,1} + 1 = 1,2; \text{ приймаємо } 1$$

14. Визначити загальну кількість світильників в приміщенні

$$N_{\Sigma} = N_A \cdot N_B \quad (1.6)$$

$$N_{\Sigma} = 1 \cdot 1 = 1$$

15. Розраховуємо індекс приміщення

$$i = \frac{S}{H_p(A+B)} \quad (1.7)$$

$$i = \frac{5}{3(2,5 + 2)} = 0,37$$

16. Вибрати значення коефіцієнтів відбиття світлового потоку від стелі $P_{ст}$, стін P_c , підлоги $P_{п}$

$$P_{ст} = 30\% \quad P_c = 20\% \quad P_{п} = 10\%$$

17. Визначити для обраного типу світильника, його класу світлорозподілу, кривій силі світла, індексу приміщення та коефіцієнту відбиття коефіцієнт використання світлового потоку η

$$\eta = 20$$

18. Розрахувати світловий потік $\Phi_{лр}$

$$\Phi_{лр} = \frac{E_H \cdot k \cdot S \cdot Z}{N_{\Sigma} \cdot \eta} \quad (1.8)$$

$$\Phi_{лр} = \frac{100 \cdot 1,15 \cdot 5 \cdot 1,3}{1 \cdot 0,20} = 3737$$

Визначити кількість світлового потоку для однієї лампи

$$\frac{3737}{1} = 3737$$

19. Вибрати тип лампи з світловим потоком наближеним до

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

розрахункового $\Phi_{лр}$

ЛБ 65-4	65 Вт	110 В	0,67 А	1514 мм	4550 Лм	40 мм	12000 год
---------	-------	-------	--------	---------	---------	-------	-----------

20. Розрахувати сумарні потужність світильників $P_{уст}$

$$P_{уст} = P_A * N_{\Sigma} \quad (1.9)$$

$$P_{уст} = 65 * 1 = 65 \text{ Вт}$$

21. Визначити питому потужність $P_{р.пит}$

$$P_{р.пит} = \frac{P_{уст}}{S} \quad (1.10)$$

$$P_{р.пит} = \frac{65}{5} = 13$$

4.2. ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ.

4.2.1. Вибір напруги та схеми живлення.

Згідно ПУЄ електроосвітлювальна установка повинна живитися роздільно від електросилової. Для сільськогосподарських приміщень допускається приєднувати освітлювальну установку від окремої групи ввідного розподільчого щита.

Для живлення електроприймачів електроосвітлювальної мережі вибираємо систему напруг 380/220 В, з глухо заземленою нейтраллю, частотою 50 Гц.

В сухих приміщеннях з не струмоведучими полами використовуємо розетки 220 В.

Приймаємо магістральну систему живлення освітлювальних установок.

4.2.2 Розмітка на плані приміщення місць установки світильників, розеток, вимикачів.

На плані приміщення помічаємо місця установки світильників, вимикачів та інших струмоприймачів, приєднуємо до освітлювальної мережі.

Помічаємо місце установки ввідного розподільчого щита та групових

					КП.6.03.003.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

освітлювальних щитків.

Місця вимикачів та розеток помічаємо так, щоб центри вимикачів були на висоті 1,6 – 1,7 м, розеток в виробничих приміщеннях 0,8 – 1 м.

При розмітці місць встановлення щитів та іншого електрообладнання, яке кріпляться штирями, визначаються та наносяться на стіни, центри отворів під штирі. Для забезпечення обслуговування щитів, ящики встановлюють на висоті 1,6 – 1,7 м.

4.2.3 Вибір місць установки групових освітлювальних щитів.

Групові освітлювальні щити встановлюються:

- в центрі електричних навантажень;
- в доступному та зручному місці для обслуговування;
- в приміщеннях з сприятливим середовищем.
- висота повинна бути не більше ніж 2 м (до верху щитка).

4.2.4 Вибір трас прокладання освітлювальної мережі.

Траса групової освітлювальної мережі визначається розташуванням світильників. При прокладанні траси враховуються такі вимоги та особливості:

- максимальне скорочення довжини;
- архітектурно-будівельні особливості приміщення;
- зручність подальшої експлуатації обладнання.

Кожна групова лінія повинна бути захищена запобіжниками або автоматичними вимикачами електромагнітними розчіплювачами, розрахованими на струм не більше ніж 25 А, при живленні ламп розжарювання потужністю до 500 Вт і люмінесцентних ламп. Загальне навантаження освітлювальної установки бажано рівномірно розподілити між фазами мережі живлення.

4.2.5 Вибір марок проводів і спосіб їх прокладання.

Вид електропроводки, марку і спосіб прокладання проводів або кабелів вибираємо в залежності від призначення, умов оточуючого середовища, характеристики електроприймачів, вимог техніки безпеки, протипожежних правил

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

КП.6.03.003.ПЗ

Арк.

37

та ін.

Електроустановка належить до стаціонарних.

Згідно з ПУЕ для освітлювальної установки беремо провід з мідними жилами типу ВВГ.

У відповідності з характеристикою приміщення і технологією виробництва в основному приміщенні проектуємо відкриту проводку на тросах.

У допоміжних приміщеннях вмонтуємо проводку сховану під штукатуркою.

У відповідності з характеристикою приміщення і технологією виробництва в основному приміщенні проектуємо відкриту проводку на тросах.

Для виконання тросової проводки беремо провід ВВГ [2] з мідними жилами з ізоляцією з полівінілхлоридного пластикату і несучим тросом.

Світильники на плані приміщення розбиваються по групам. Лампи чергового освітлення відокремлюємо в окрему групу і приєднуємо до них освітлення підсобних приміщень .

Сумарна потужність – 595 Вт

Розподіл освітлювальної електропроводки на групи.

Таблиця 4

Номер групи	Система групи	Номер приміщення на плані	Потужність, Вт
1	A+N	Приміщення 1, 2 ряди	595

Навантаження по фазах:

A=595 Вт

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		38

Розрахункові струми груп визначаємо за формулою

$$I_{gp} = \frac{P_{лл}}{U_{\phi} \cdot \cos \varphi} + \frac{P_{лр}}{U_{\phi}}, \quad (2.1)$$

де $P_{лл}$ – потужність люмінесцентних ламп групи, Вт

$P_{лр}$ – потужність ламп розжарювання групи, Вт

4.2.6 Розрахунок поперечного перерізу проводу на мінімум провідникового матеріалу (по величині допустимої втрати напруги) та перевірка вибраного перерізу на нагрів і механічну міцність.

$$\ell_{A1-A2} = 5 \text{ м} \quad P_{вст A1-A2} = 595 \text{ Вт}$$

$$\ell_1 = 8,5 \text{ м} \quad P_1 = 595 \text{ Вт}$$

Визначити площу перерізу проводу на живильній ділянці

$$S_{A1-A2} = \frac{M_{A1-A2} + \alpha_{2-4} \cdot (m_1 + m_2 + m_3 + m_4)}{C_4 \cdot \Delta U_{дон}} \quad (2.2)$$

де M_{A1-A2} – момент навантаження на живлючій ділянці, кВт · м;

m_1, m_2, m_3, m_4 – моменти навантаження відгалужень з розрахункової ділянки із іншим числом проводів, кВт · м;

α – коефіцієнт преведення моментів навантаження, $\alpha = 1,85$ [2]

C – коефіцієнт визначається в залежності від матеріалу проводу, кількістю проводів мережі та від системи напруги, $C_4 = 72$; $C_2 = 12$ [2]

$\Delta U_{дон}$ – допустимі втрати напруги в мережі, $\Delta U_{дон} = 2,5\%$. [2]

Розрахунок момента навантаження на всіх ділянцях

$$M_{A1-A2} = P_{вст A1-A2} \cdot \ell_{A1-A2}, \quad (2.3)$$

де $P_{вст A1-A2}$ – сумарна встановлена потужність, Вт;

ℓ_{A1-A2} – довжина живлючої мережі, м

$$M_{A1-A2} = 2,6 \cdot 5 = 13 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

Момент навантаження відгалужень від розрахункової ділянки з іншим числом проводів

$$m_i = \Sigma P_i \cdot \ell_i \quad (2.4)$$

					КП.6.03.003.ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де P_i – навантаження, кВт;

ℓ_i – довжина мережі по якій тече струм цього навантаження, м.

$M_1 = 8,8$

$$S_{A_1-A_2} = \frac{13 + 1,85 * 8,8}{72 * 2,5} = 1,6$$

Приймаємо стандартну площу перерізу проводу $S_{A_1-A_2_{ст}} = 2,5 \text{ мм}^2$

Перевіряємо переріз проводу на ділянці A_1-A_2 на нагрівання по тривало допустимому струму і механічній міцності:

$$I_{P.A_1-A_2} = \frac{P_{A_1-A_2}}{3 * U_H * \cos\varphi}$$

$$I_{P.A_1-A_2} = \frac{2575}{3 * 220 * 0,95} = 4,1 \text{ А}$$

Визначаємо фактичну втрату напруги на живлючій ділянці $A_1 - A_2$

$$\Delta U_{A_1-A_2} = \frac{M_{A_1-A_2}}{C_4 * S_{A_1-A_2_{ст}}} \quad (2.5)$$

$$\Delta U_{A_1-A_2} = \frac{13}{72 * 1,8} = 0,06\%$$

Розраховуємо групову мережу:

Визначаємо площу перерізу проводу на 1 ділянці

$$S_1 = \frac{m_1}{C_2 * (\Delta U_{дон} - \Delta U_{A_1-A_2})} \quad (2.6)$$

$$S_1 = \frac{8,8}{12 * (2,5 - 0,30)} = 0,85$$

Приймаємо провід перерізом $1,5 \text{ мм}^2$

Визначаємо втрату напруги на живильній ділянці 1

					КП.6.03.003.ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Delta U_1 = \frac{m_1}{C_2 \cdot S_{1\text{ст}}} \quad (2.7)$$

$$\Delta U_1 = \frac{1,5}{12 * 0,91} = 0,13$$

4.2.7. Перевірка вибраної площі перерізу по умовам нагріву і механічної стійкості

Перевірка по умові нагріву виконується по наступній умові

$$I_{\text{розр}} \leq I_{\text{тр.доп.}}, \quad (2.8)$$

де $I_{\text{тр.доп.}}$ – тривало допустимий струм

Тривало допустимий струм має наступні значення для площ перерізу

$$S = 2,5 \text{ мм}^2 - I_{\text{тр.доп.}} = 27 \text{ А}$$

$$27\text{А} > 4,1\text{А}$$

Таблиця 5 - Результати перевірки площі перерізу по умовам нагріву

Ділянка	Розрахунковий струм, А	Відповідність	Тривало допустимий струм, А
А1-А2	5,4	<	27
1	3,2	<	19

ПУЕ регламентує мінімальний переріз встановлених проводів в залежності від матеріалу та способів його прокладання. Для мідних проводів, воно відповідає 1,5 мм².

Таким чином, проводи з обраним перерізом відповідають умовам нагріву та механічної прочності і можуть бути використані для підключення струмоприймачів електроосвітлювальної мережі.

4.2.8. Вибір типу щитів

Тип освітлювального щита вибираємо в залежності від кількості груп, розрахункових струмів груп, а також захищеності від впливу навколишнього середовища.

					КП.6.03.003.ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На основі вище приведених розрахунків та умов обираємо освітлювальний щит типу ЯРУ8501 який має 6 однополюсних автоматичних вимикачів ВА16-36-14 на струм 16А.

4.2.9. Вибір захисної апаратури.

Проводимо вибір захисних апаратів на прикладі ділянки ℓ_{A1-A2} .

Вибір автоматичного вимикача проводимо за умовами [2]:

а) По напрузі:

$$U_{н.авт} > U_{мер} \quad (2.9)$$

де: $U_{н.авт}$ – номінальна напруга автоматичного вимикача, В;

$U_{мер}$ – напруга мережі, В

Приймаємо автоматичний вимикач серії ВА-51-25-34.

$$380 \text{ В} = 380 \text{ В}$$

Умова виконується.

б) По номінальному струму:

$$I_{н.авт} > I_{гр} \quad (2.10)$$

$$I_{A1-A2} = 4,1 \text{ А}$$

Приймаємо автоматичний вимикач з $I_{н.авт} = 25 \text{ А}$

$$25 > 4,1$$

Умова виконується.

в) По номінальному струму розчіплювача:

$$I_{н.р} > 1,25 \cdot I_{гр} \quad (2.11)$$

$$I_{н.р} > 1,25 \cdot 4,1 = 5,1$$

Приймаємо $I_{н.р} = 25 \text{ А}$;

$$25 > 5,1$$

Умова виконується.

Користуючись [1] остаточно вибираємо автоматичний вимикач ВА-51-25-34.

Таким самим чином розраховуємо автоматичні вимикачі для інших груп.

					КП.6.03.003.ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.2.10. Заходи з техніки безпеки при експлуатації електрообладнання

Заходи щодо захисту від ураження електричним струмом в освітлювальних мережах та опромінювальних установках визначаються «Правилами техніки безпеки при експлуатації обладнання споживачем».

Споживання електроенергії освітлювальним та опромінювальним обладнанням повинно відбуватися від окремого розподільного щитка шафного типу з дверцятами, які закриваються.

Щиток повинен мати вхідний рубильник або автоматичний вимикач для вимикання всієї мережі, а також автоматичні вимикачі або запобіжники, які забезпечують захист від перевантажень або коротких замикань окремих груп.

но вказувати номер освітлювальної (опромінювальної) групи або установки та номінальний струм розчіплювала автоматичного вимикача або плавкої вставки запобіжника.

Найменша висота підвісу світильників з лампами розжарювання допускається 2,5-3 м, а світильників з люмінесцентними лампами – 2,5 м за умови, що контактні частини не доступні для випадкового дотику.

При підключенні патронів світильників та опромінювачів до електричної мережі, гвинтову різьбу приєднують до нульового проводу.

Корпуси світильників та опромінювачів необхідно заземлювати гнучкими перемикачами між заземленим контактом корпусу та нульовим проводом.

До апаратів управління та арматури світильника проводи або кабелі дозволяється приєднувати за допомогою наконечників або спеціальних затискачів. Приєднання проводів або кабелю з алюмінієвими жилами дозволяється за наявності у світильників контактної арматури, спеціально призначеної для алюмінієвих проводів. Одножильні проводи перерізом до 10 мм² та багатожильні з перерізом до 2,5 мм² дозволяється приєднувати без наконечників, однак кінці багатожильних проводів необхідно обпаювати.

З'єднання та відгалуження проводів, прокладених у трубах, виконуються в з'єднувальних коробах.

					КП.6.03.003.ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Прокладають освітлювальні мережі в трубах тільки при техніко-економічному обґрунтуванні необхідності даного способу.

4.2.11 Складання специфікації на матеріали та обладнання

Позн.	Найменування	Кількість, шт.	Примітка
A2	Щит освітлювальний ЯРУ8501-4004	1	
A1	Ввідний щит ПР11-3054-54У3	1	
	Світильники ГОСТ 17677-82		
	ЛСП 02	34	
	ЛСП 18	4	
	Лампи люмінесцентні ГОСТ 6825-70		
	ЛД 65-4	8	
	ЛД 65-4	68	
	Вимикач однополюсний ГОСТ 7397-69		
	ВА-51-25-34.	6	
	Вимикач клавішний	5	

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

РОЗДІЛ 5. ЕКОЛОГІЧНА ЕКСПЕРТИЗА

Очищення зернової маси різного роду технологічними установками, серед яких найбільше використовуються сітчасті та вібраційні машини, несе також своє певне відображення на стані навколишнього середовища. Головним чином це стосується випадків масового, навіть, глобального забруднення повітря або поверхні землі. З приводу останнього найбільше уваги варто приділити саме забрудненню поверхні землі з рослинами, що розвиваються на ній та малими живими організмами у вигляді комах і т. п.

Вданій роботі розглядається реконструкція електрифікації очисного пункту для елеватора. Зосередженість малої техніки на ньому не є сильно відчутною. Однак, в попередніх розділах пояснено чому потреба в малих очисних машинах виражається великою мірою.

Тому, актуальним питанням є розгляд і аналіз негативних чинників на навколишнє середовище процесу очищення зернової маси зерноочисними установками.

До факторів негативного впливу відносимо:

- забруднення повітря пилом та іншими хвороботворними речовинами та організмами;
- забруднення поверхні землі;
- забруднення водойм;
- підвищення концентрації хвороботворних та шкідливих організмів на поверхнях машин, агрегатів, місцях існування тварин, у тому числі прилягаючих до території елеватору будівель місцевих жителів, а також земельних ділянок відповідних власників.

Як було указано, основним з негативних чинників є саме концентрація пилу, а також легких частот хвороботворних мікроорганізмів, бур'яну тощо. У зв'язку із цим, збільшення такої концентрації призводить до захворювання різних частин тіла тварин, забруднення земельних ділянок. Внаслідок останнього відбувається стрімкий ріст різних шкідливих рослин та паразитів на земельних

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ділянках з подальшим забрудненням територій, а також їх розвитком і збільшенням їх концентрації.

Наслідково до указанного про збільшення концентрації шкідників та рослин, що паразитують необхідним буде оброблення земельних ділянок отруто- та ядохімікатами, що не є бажаним з точки зору також впливу на живі організми, що ведуть свій розвиток на даних земельних ділянках, а також угіддях, що знаходяться поруч.

З метою зменшення такого негативного впливу доцільним є встановлення огорожень великої висоти з частинами територій, де здійснюються очисні роботи. Крім того, обов'язковим є регулярне та ретельне очищення машин та прибирання на території без надмірного накопичення сміття та відходів від даного виду робіт.

З метою покращення стану навколишнього середовища доцільним є встановлення пилеуловлювачів, а також спеціального обладнання збору та накопичення пилу та відходів малої та легкої фракції, що працюють в автоматизованому режимі.

З врахуванням представлених способів уникнення негативного впливу на навколишнє середовище є можливість:

- покращення стану навколишнього середовища шляхом вловлювання пилу та легких мікроорганізмів попутного напрямку;
- зосередженого зваженого вивезення відходів в відповідні місця без надмірного їх накопичення на території та мимовільного вивітрювання (як приклад негативної популяризації такого виду забруднення) їх по території та за її межами.

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 6. ПРОЕКТУВАННЯ ПИТАНЬ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

Роботи, що проводяться із зерноочисним обладнанням, завжди вимагають підвищеної уваги з точки зору безпеки виконання робіт та охорони праці на підприємстві.

Проект автоматизації в даній роботі має на меті покращення умов праці для персоналу та одночасно зменшення фізичної праці. Наслідком цього є зменшення кількості робочого персоналу, що призводить до заощадження коштів підприємством. Підприємстві, яке розглядається, елеватор м. Біловоди Роменського району, Сумської області СТОВ «Дружба Нова».

В основу проекту автоматизації покладено підключення на паралельну роботу кількох самопередвижних зерноочисних машин, що керуються з одного поста керування. Внаслідок роботи з такими установками на персонал можуть бути завдані такі фактори шкідливого впливу:

- пил;
- забрудненість робочих поверхонь, у тому числі і території;
- вібрації;
- шум;
- електричний струм;
- обертові частини установок;
- забрудненість повітря.

У зв'язку з вище сказаним виникає твердження щодо негативного впливу на персонал від роботи з такими установками. Головним чином, це відображається на:

- органах слуху;
- органах чуття;
- дихальній системі;
- нервовій системі;
- фізичній та розумовій активності;
- втомі;

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

- непрацездатності.

Для зменшення такого впливу на персонал доцільним є впровадження заходів по зменшенню проявів негативних факторів. До способів зменшення таких факторів відносимо:

- регулярні прибирання території та установок;

- обслуговування установок та електроприводних частин;

- застосування систем вентилявання;

- оснащення персоналу засобами колективного та індивідуального захисту при роботі з електроустановками та пиленебезпечними установками;

- курси підвищення кваліфікації;

- проведення інструктажів з правил техніки безпеки та відповідного поводження з наявними на території пристроями та засобами очищення зерна, з якими контактує персонал;

- покращення графіку роботи персоналу шляхом зменшення робочого часу внаслідок збільшення змін роботи.

Як висновок до вище сказаного, можна вважати, що за запропонованих заходів є можливість зменшення негативного впливу і покращення умов праці персоналу.

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
						48
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ ТА ПОКАЗНИКИ ПРОЕКТУ

Представлений в даній роботі спосіб паралельної роботи кількох зерноочисних установок порівняно меншої продуктивності має на меті зменшення економічних затрат. Таке зменшення є як для великих зерноочисних установок, так і для запропонованих, що могли б працювати окремо і незалежно одна від одної.

Тому, доцільним є розрахунок затрат на створення такої системи.

Структура витрат K на монтаж та запуск паралельної роботи самопередвижних зерноочисних машин ділиться на три основні елементи:

$$K = K_{об} + K_{бмр} + K_{ін}, \quad (1)$$

де: $K_{об}$ – капіталовкладення по закупівлі обладнання;

$K_{бмр}$ – капіталовкладення по підключенню;

$K_{ін}$ – інші капіталовкладення.

Витрати $K_{об}$ включають вартість:

- додаткового щита керування двома установками;
- кабелів;
- роз'ємів.

Врахуємо, що для керування паралельним очищенням зерна двома і більше машинами використовується набір кнопкових постів, що складає кількість, рівну кількості однієї технологічної установки. Тому, в такий спосіб відбувається заощадження коштів та резервування запасних кнопкових постів, автоматичних вимикачів і т. п. з інших, паралельного працюючих першій, зерноочисних машин на зернотоку.

Розрахунок витрат на систему паралельного керування кількома зерноочисними машинами проводимо з огляду на умови, під проектування яких розроблено таку систему. Мова іде про приміщення, де буде відбуватися

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

очищення зерна. Цим приміщенням є критий навіс, описаний в розділі 2, підпункт 2.2. Згідно з даним розділом, розміри навісу складають 50 метрів в довжину та 20 метрів в ширину.

Відповідним чином, специфікація на матеріали та обладнання складатиме:

- кабель ВВГнг 5х2,5, 100 метрів;
- штепсельні роз'єми ElectrO PC-025 3П+РЕ+N IP44 (PC025), 4 од;
- розподільчий щит 24 модулі, металевий 390х275х130 мм IP30 навісний із замком;

замком;

- сигнальна арматура, сигнальні лампи АсКо AD22-22DS, 220В, DC, ø22, IP54.

№	Матеріал	Кількість, од.	Ціна за од. виміру, грн	Ціна на матеріал, грн
1.	Кабель ВВГнг 5х2,5,	100 метрів	70	7000
2.	Штепсельні роз'єми ElectrO PC-025 3П+РЕ+N IP44 (PC025)	4 шт	250	1000
3.	Розподільчий щит	1 шт	400	400
4.	Сигнальні лампи АсКо AD22-22DS	9 шт	45	405
Всього, грн				8805

Таблиця 2. Перелік на матеріали та обладнання

Знаходимо капіталовкладення:

$$K_{об} = \sum n, \text{ грн} \quad (2)$$

$$K_{об} = 7000 + 1000 + 400 + 405 = 8805 \text{ грн}$$

Капіталовкладення для виконання будівельно-монтажних робіт $K_{бмр}$ включають витрати будівництва нових, розширення, реконструкції, а також

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

технічного переозброєння будівель та споруд вибраного об'єкту (в даному випадку навіс та прилягаючі приміщення: підсобне та складське приміщення, та електрощитова) та монтаж конструкцій та обладнання.

$$K_{\text{бмр}} = \frac{K_{\text{об}}}{5}, \text{ грн} \quad (3)$$

$$K_{\text{бмр}} = \frac{8805}{5} = 2935 \text{ грн}$$

Інші витрати $K_{\text{ін}}$ включають вартість:

- здійснення контролю по будівництву;
- підготовку персоналу об'єкту.

$$K_{\text{ін}} = \frac{K_{\text{об}}}{7} \cdot 100, \text{ грн} \quad (4)$$

$$K_{\text{ін}} = \frac{8805}{7} \cdot 100 = 1258 \text{ грн}$$

Загальна сума капіталовкладень:

$$K = 8805 + 2935 + 1258 = 12998 \text{ грн}$$

Зауважимо, що внаслідок створення єдиної системи керування кількома установками одночасно відбулося заощадження одразу кількох пристроїв з інших зерноочисних машин (1 автоматичний вимикач, 3 двохкнопкові пости, 1 трьохкнопковий пост та 1 однокнопковий пост «загальний стоп»). Зі збільшенням кількості зерноочисних установок відбувається збільшення заощадження окремих елементів кіл як силового, так і кола керування схеми електричної принципової.

В результаті паралельної роботи установок, економія відбувається за рахунок зменшення витрат оплати праці персоналу. Для порівняння, на кожному з

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

установок необхідно є щонайменше одна людина персоналу, що задіяна безпосередньо біля поста керування. Внаслідок цього, скорочення постів керування кожною з установок зводиться до одного поста керування.

Тому, на прикладі паралельної роботи двох зерночисних машин розраховуємо економію коштів, порівнюючи з роботою їх окремо та персоналом на кожну з них.

$$P = k \cdot n, \text{ грн}, \quad (5)$$

де: P – капіталовкладення оплати праці;

k – сума оплати праці на одну людину;

n – кількість людей, задіяних в технологічному процесі.

$$P = 8000 \cdot 2 = 16000 \text{ грн}$$

Порівнюючи показник витрат на оплату праці двом працівникам, задіяним кожен окремо на своїй установці, стає зрозумілим, заощадження коштів R з оплати праці становитиме одразу 8000 грн в місяць за умови паралельної роботи двох установок.

Такий результат економії дає можливість зменшення витрат на оплату праці та часткової її підвищення одному з операторів поста керування, що буде задіяним при контролі основних параметрів.

В результаті, термін окупності запропонованого технологічного рішення складе:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K}{R}, \text{ місяців} \quad (6)$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{12998}{8000} = 1,6 \text{ місяців}$$

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

ВИСНОВКИ

Використання зерноочисних машин великої продуктивності для порівняно малих об'ємів не є раціонально вигідним. Це відображається на фінансовій складовій підприємства, а саме:

- затратах на обслуговування;
- затратах та ремонт;
- затратах на електричну енергію;
- затратах на фізичній праці;
- додаткових економічних витратах.

Внаслідок цього, для порівняно малих об'ємів завезеної зернової продукції елеватору СТОВ «Дружба Нова» розроблено систему паралельної роботи кількох самопередвижних зерноочисних машин, що базується на керуванні одночасно кількома машинами з одного поста керування.

Серед головних переваг представленої системи виділяємо:

- роботу кількох установок з кількістю персоналу, розрахованою на одну робочу установку;
- економію засобів обслуговування та ремонту великих зерноочисних споруд за рахунок використання машин меншої продуктивності для очищення зернової маси;
- підключення усіх електричних двигунів за збереженою схемою – зі своїми електромагнітними пускачами, однак з керуванням від одного кнопочкового посту.

Особливо важливою, з точки зору монтажу, є остання з указаних переваг. Вона полягає в збереженні кількості електромагнітних пускачів, однак керуванні ними з одного кнопочкового поста для одного режиму роботи. Питання високих стрибків напруги на пускових струмів уникнено навіть за умови паралельного вмикання електродвигунів за рахунок збереження кожному з них свого електромагнітного пускача. Живлення котушок даних пускачів відбувається з

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

одного поста керування з відповідного для певної функції кнопкового поста з пусковими та стоповими кнопками кола керування.

Розроблена система є досить ефективною та може бути реалізованою не лише для підприємства, що розглядається в даній роботі. Вона може бути використаною як для малих фермерських господарств, де спорудження великих зерноочисних споруд не є доцільним, так і для проектування більш раціонально вигідних умов експлуатації обладнання.

Показані техніко-економічні розрахунки підтверджують ефективність запропонованого технічного рішення. А умови на монтаж обґрунтовані відповідними нормами та правилами ПУЕ, ПБЕ та СНіП.

Отже, запропонована система є ефективною та надійною в експлуатації, що значно покращує умови користування зерноочисним обладнанням з мінімальними змінами в його конструкторському заводському виконанні.

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		54

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. ПУЕ Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання). 21.08.2017. Міністерство енергетики та вугільної промисловості України
2. НПАОП 40.1-1.21-98. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів (2029). Державний нормативний акт про охорону праці
3. СНиП III-4-80* Правила виробництва і приймання робіт. Техніка безпеки в будівництві (НПАОП 45.2-7.02-80)
4. ДСТУ 3768-2019 Пшениця. НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ
5. Кушлик Р.В., Яковлев В.Ф., Куценко Ю.М., Лисиченко М.Л., Кунденко М.П., Федюшко Ю.М. Електричне освітлення та опромінення: навч. посіб. для студентів вищ. навч. закл. Х: ТОВ «Планетапрінт», 2016. 332 с.
6. Наказ № 661 від 13.10.2008. Про затвердження Інструкції про ведення обліку й оформлення операцій із зерном і продуктами його переробки на хлібоприймальних та зернопереробних підприємствах
7. Li, Y., Tan, D.S., Cui, T., Fan, H., Xu, Y., Zhang, D., Qiao, M., Hou, Y., & Xiong, L. (2024). Design and validation of novel maize grain cleaning loss detection system based on classification models of particle time-domain signals. *Comput. Electron. Agric.*, 220, 108908. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2024.108908>
8. Проектування систем електрифікації та автоматизації АПК : підручник / І. І. Мартиненко, В. П. Лисенко, Л. П. Тищенко, І. М. Болбот, П. В. Олійник. – К.: НМЦ Мін-ва аграрної політики України, 2008. – 330 с; 2020. – 330 с.
9. Жулай Є.Л., Зайцев Б.В. Електропривод сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній. К.: Вища освіта, 2001. 286 с.
10. ПРАВИЛА будови і безпечної експлуатації зерноочисних машин і механізмів

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

11. Автоматизація технологічних процесів і системи автоматичного керування: Навчальний посібник /Барало О.В., Самойленко П.Г., Гранат С.Є., Ковальов В.О. – К.: Аграрна освіта, 2010. – 557 с.
12. Організація охорони праці в сільському господарстві : навчальний посібник / Д.А. Будко, В.Л. Луценков, М.Т. Воїнов, С.Д. Мазілін. – Сімферополь: Бізнес-інформ, 1998. – 368с.
13. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Електричне освітлення та опромінення» для студентів факультету енергетики і автоматики / Л.С. Червінський, Л.О. Сторожук, Б.М. Ковалишин – Київ, НУБіП, 2014 р. – 63 с.
14. Закон України "Про охорону праці" від 14 жовтня 1992 р. (Редакція станом на 20.01.2018).
15. Яковлев В. Ф., Барсукова Г. В. Методичні вказівки до виконання розділу «Екологічна експертиза» в випускних роботах здобувачами вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальностей 2 першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. – Суми: СНАУ, 2021.– 12 с.
16. Yu, X., Li, H., & Luo, Z. (2020). Cleaning of the moist fine grained oil shale in the compound dry separator and the diffusion of the external moisture of the oil shale. Fuel, 262, 116522. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2019.116522>
17. Каталог електродвигунів серії АИР. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://xn--80aqy.com.ua/katalog_elektrodvigateli_air/.
18. Каталог кабельної продукції. [Електронний ресурс]. Режим доступу: https://www.avtomats.com.ua/3307-wire_apv.html.
19. Каталог продукції E.NEXT [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://enext.ua> > catalog.
20. Wu, Y., Li, X., Mao, E., Du, Y., & Yang, F. (2020). Design and development of monitoring device for corn grain cleaning loss based on piezoelectric effect. Comput. Electron. Agric., 179, 105793. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105793>

					<i>КП.6.03.003.ПЗ</i>	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		