

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ,
АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки
та електротехнологій**

к.т.н., доцент _____ / **ОКУШКО О.В./**
(підпис)

« _____ » _____ 2025 р.

БАКАЛАВРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**на тему: «УДОСКОНАЛЕННЯ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА НА
МОЛОЧНО-ТОВАРНІЙ ФЕРМІ»**

Спеціальність: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Гарант освітньої програми

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Синявський О.Ю.

(ПБ)

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Санченко О.В.

(ПБ)

Виконав _____

(підпис)

Дуда І.Д.

(ПБ)

КИЇВ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І
ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки
та електротехнологій

к.т.н., доцент _____ / **ОКУШКО О.В./**
(підпис)

« _____ » _____ 2025 р

ЗАВДАННЯ
на виконання бакалаврської кваліфікаційної роботи студенту
Дуді Іллі Денисовичу

Спеціальність: 141 – Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Тема бакалаврської кваліфікаційної роботи: «Удосконалення електрообладнання технологічних процесів первинної обробки молока на молочно-товарній фермі»

затверджена наказом ректора НУБіП України від 18.11.2024 №2055«С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 01.06.2025

Вихідні дані до бакалаврської кваліфікаційної роботи
«Правила улаштування електроустановок»; «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів»; «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

Перелік питань, які необхідно розробити

1. Загальна характеристика цеху первинної обробки молока.
2. Технологічна частина.
3. Електротехнічна частина
4. Розробка системи керування первинною обробкою молока.
5. Заходи з енергозбереження й безпеки праці.
6. Розрахунок економічної ефективності системи керування первинною обробкою молока

Перелік графічних матеріалів

- Лист 1. Функціональна схема лінії очищення та охолодження молока.
Лист 2. План електричного освітлення цеху первинної обробки молока.
Лист 3. Принципіальна електрична схема керування лінією очищення та охолодження молока.
Лист 4. Схема з'єднань шафи керування лінією очищення та охолодження молока

Дата видачі завдання 19.11.2025 р.

Керівник бакалаврської кваліфікаційної роботи _____ /Санченко О.В./

Завдання прийняв до виконання _____ /Дуда І.Д./

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕХУ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА	7
РОЗДІЛ 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	8
2.1. Обґрунтування та вибір технологічного процесу первинної обробки молока.....	8
2.2. Розрахунок і вибір технологічного обладнання для цеху первинної обробки молока.....	10
РОЗДІЛ 3 ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	13
3.1 Розрахунок та вибір силового електрообладнання.....	13
3.2 Вибір марки, способу прокладки і перерізу проводів і кабелів	19
3.3 Вибір електромагнітних пускачів, автоматичних вимикачів для силових струмоприймачів	20
3.4. Вибір розподільчого пункту.....	21
3.5. Розрахунок електричного освітлення.....	22
3.6 Визначення розрахункових навантажень	35
РОЗДІЛ 4 СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЦЕХОМ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА НА МТФ	37
4.1 Вибір системи керування установками.....	37
4.2 Розробка вимог до системи керування установкою охолодження	37
4.3 Визначення параметрів, необхідних для контролю і керування технологічним процесом	38
4.4 Розробка схеми принципової керування технологічним процесом.....	38
4.5 Розроблення схеми електричних з'єднань шафи керування технологічним процесом	41
РОЗДІЛ 5 ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА БЕЗПЕКИ ПРАЦІ В ЦЕХОУ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА.....	43

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.034.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

5.1. Заходи з енергозбереження та безпеки праці в цеху первинної обробки молока.....	43
5.2. Заходи з безпеки праці в цеху первинної обробки молока	44
РОЗДІЛ 6 РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПЕРВИННОЮ ОБРОБКОЮ МОЛОКА.....	48
ВИСНОВКИ.....	52
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	53
ДОДАТКИ.....	55

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.034.ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Якість молока значною мірою залежить від умов його отримання, первинної обробки і переробки. Для тривалого зберігання цього швидкопсувного продукту – його необхідно переробляти.

Переробка молока передбачає проведення ряду операцій, спрямованих на зміну початкових властивостей і якостей молока та дозволяє отримати питне молоко, вершки, сир, олію, сир та ін.

Одним з найбільш важливих питань технології є переробка молока та його охолодження.

Існує багато способів охолодження молока на фермах. Майже усі способи засновані на тому, що молоко віддає тепло охолоджувальній рідині через стінку, що розділяє їх, зазвичай до температури 4 °С. У жаркі літні дні молоко охолоджують до температури 2 °С, а в зимовий час - до 8 °С.

Розрізняють штучний і природний способи охолодження молока.

Найбільш простий спосіб охолодження молока - природний. Продукт охолоджують до температури 4...8 °С. Але цей спосіб вимагає великої витрати прісної води. Для відведення тепла використовують також лід, заготовлений в зимовий період (фригаторні установки).

Досконаліший спосіб охолодження молока або вершків - використання спеціальних охолоджувачів. Одні з таких охолоджувачів - зрошувальні. Конструкції зрошувальних охолоджувачів різноманітні.

Таким чином, переробка молока є прямою необхідністю що дозволяє продовжити термін зберігання цього швидкопсувного продукту.

Мета бакалаврської кваліфікаційної роботи – удосконалення електрифікованого обладнання для первинної обробки молока на молочно-товарній фермі.

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.034.ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ЦЕХУ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА

У молокопункті приміщення відноситься до вогких. Вогкі приміщення – це приміщення, в яких вологість повітря тривало перевищує 75%. За ступенем ураження електричним струмом воно відноситься до особливо небезпечних приміщень, тому що є наявність двох умов: струмопровідна підлога і вогке приміщення. Електрощитова за умовами зовнішнього середовища, згідно ПУЕ, відноситься до сухих приміщень (сухі приміщення – це приміщення, в яких відносна вологість не перевищує 60 %) та за ступенем ураження електричним струмом – до приміщень з особливою небезпекою, тому що одночасно є наступні умови: струмопровідна підлога та можливість дотику людини до металевих конструкцій, що з'єднанні з землею і які можуть бути під напругою.

Молокопункт складається з таких приміщень (таблиця 1.1).

Таблиця 1.1

Характеристики приміщень виробничого цеху

Найменування приміщення	Характеристика приміщення	
	за умовами середовища	за ступенем ураження електричним струмом
Виробниче приміщення	сире	електрично - небезпечне
Виробниче приміщення	сире	електрично - небезпечне
Компресорна	сухе	електрично - небезпечне
Електрощитова	сухе	електрично - небезпечне
Тамбур	сухе	без підвищеної небезпеки
Коридор	сухе	без підвищеної небезпеки
Лабораторія	сире	хімічно - небезпечне
Кімната персоналу	сухе	без підвищеної небезпеки

РОЗДІЛ 2

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Обґрунтування та вибір технологічного процесу первинної обробки молока

Існує багато способів охолодження молока на фермах. Майже всі способи засновані на тому, що молоко віддає тепло охолоджуючої рідини через їх розділяє стінку, зазвичай до температури 4 °С. У спекотні літні дні молоко охолоджують до температури 2 °С, а в зимовий час - до 8 °С.

Розрізняють штучний і природний способи охолодження молока [16].

Найбільш простий спосіб охолодження молока - природний. Продукт охолоджують до температури 4 ... 8 °С. Але цей спосіб вимагає великої витрати прісної води. Для відводу тепла використовують також лід, заготовлений в зимовий період (фрігаторні установки).

Сучасні охолоджувачі можна класифікувати за такими основними ознаками:

- за характером зіткнення з навколишнім повітрям: відкриті зрошувальні та закриті проточні;
- за профілем робочої поверхні: трубчасті та пластинчасті;
- за кількістю секцій: односекційні, двосекційні та багатосекційні;
- за конструкцією: однорядні і багаторядні;
- за формою: плоскі і круглі;
- з впливів, що викликає просування продукту: під натиском, з використанням вакууму або власної маси продукту;
- за відносним напрямку руху теплообмінюючих середовищ: прямооточні, протиточні і перехресним рух середовищ.

Більш досконалий спосіб охолодження молока - використання спеціальних охолоджувачів. Одні з таких охолоджувачів - зрошувальні. Конструкції зрошувальних охолоджувачів різноманітні. Вони бувають циліндричними, плоскими і пакетними. У свою чергу плоскі зрошувальні охолоджувачі бувають з круглими трубами або з трубами фасонного

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.034.ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

перетину. По відкритій поверхні апарату зверху стікає продукт, а хладоносій (вода, розсіл) проходить в закритих каналах.

Танки-охолоджувачі - найбільш досконале технологічне обладнання молочних ферм, що забезпечує глибоке охолодження молока і його зберігання в охолоджену вигляді в умовах ферм, які поділяються на танки з автономною системою охолодження і безпосереднім охолодженням. Танки-термоси на відміну від танків-охолоджувачів не мають водяних сорочок, що забезпечують циркуляцію рідини, яка їх охолоджує. Вони мають тільки термоізоляцію, забезпечує зберігання в них охолодженого продукту.

Резервуари проміжного зберігання РПО-1,6 і РПО-2,5 з проміжним холодоносієм призначені для збору, охолодження та короткочасного зберігання (до 20 год) молока у фермерських умовах. Як джерело холоду використовують установки типу МВТ-14, МВТ-20, що дозволяють охолоджувати молоко в резервуарах протягом трьох годин із забезпеченням кінцевої температури молока 4 °С при подачі охолодженої води 6 ... 8 м³/год і температурі навколишнього повітря до 25 °С. РПО-1, 6 відрізняється від РПО-2,5 тільки обсягом молочної ванни.

Переробка молока передбачає проведення низки операцій, спрямованих на зміну початкових властивостей і якостей молока та отримати питне молоко, вершки, сир, масло, сир та інших

Натуральне незбиране молоко вимагає виконання таких технологічних операцій: доїння → фільтрування → охолодження до 280 °К → прийом → облік → видача.

Питне молоко вимагає виконання таких технологічних операцій: прийом молока не вище 19 °Т (градуси Тетра – кислотність молока) → сортування → очищення → нормалізація жиру, % → пастеризація → охолодження → розлив → упаковка → видача.

Таким чином, переробка молока є прямою необхідністю що дозволяє продовжити термін зберігання цього швидкопсувного продукту.

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.034.ПЗ	Арк.
						9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2. Розрахунок і вибір технологічного обладнання для цеху первинної обробки молока

Вибір технологічного обладнання виконуємо для прийнятої технологічної лінії.

Потужність молокоцеху складає 2000 кг за зміну. За нормами технологічного проектування при цій потужності передбачається приймання молока в 2 зміни, не менше 2 годин в зміну.

Головною ланкою молокоцеху є сепаратор та пластинчастий охолоджувач [17].

Сепаратор А1-ОЦМ-5 (рис. 2.1) призначений для очищення молока від механічних домішок. Сепаратор відноситься до напівгерметичних: надходження молока відкрито, самопливом, вивід – під тиском.



Рис. 2.1. Молочний сепаратор А1-ОЦМ-5

Пластинчастий охолоджувач А1-ООЛ-5 призначені для охолодження молока в ізольованому тонкошаровому безперервному потоці. Застосовуються на молочних, сироробних та інших підприємствах молочної промисловості, а також на фермах. Установки є одно-секційними апаратами, що складаються з станини, натискної плити і теплообмінних пластин. У станину входять: головна стійка, дві горизонтальні штанги з затискними

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.034.ПЗ	Арк.
						10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

механізмами і підтримуюча стійка. Теплообмінні пластини рифлені, виготовлені штампуванням холодним способом з листової нержавіючої сталі.



Рис. 2.2. Пластинчатий охолоджувач А1-ООЛ-5

У зібраному охолоджувачі з обох сторін пластин, виключаючи крайні, утворюються канали, якими з одного боку рухається молоко, з іншого назустріч потоку молока - холодоносій. Теплообмін відбувається шляхом передачі тепла від молока через пластину холодоносія. На станині і натискній плиті є штуцера для відведення і підведення рідин. Для контролю температури молока і крижаної води застосовані термометри. Молоко, яке підлягає охолодженню, з молокоцистерн відцентровим насосом подається в охолоджувач, де зустрічним потоком крижаної води охолоджується до 2 ... 4 °С.

Інше технологічне обладнання обираємо схоже за продуктивністю. Дані технологічного обладнання заносимо в таблицю 2.1.

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.034.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

Характеристика технологічного обладнання

Найменування	Призначення	Тип	Продуктивність	Потужність
Резервуар для молока	Для прийому молока	ОМЗ-6000	$V = 6 \text{ м}^3$	-
Насос	Подача молока	ЦЕННФТ 12/20	12 м ³ /год	1,1 кВт
Лічильник молока	Облік молока	СМ – 3	10 м ³ /год	механічний
Сепаратор	Для очищення молока	А1-ОЦМ-5	5000 л/год	5,5 кВт
Пластинчатий охолоджувач	Для охолодження молока	А1-ООЛ-5	5000 л/год	-
Насос	Подача холодної води	IRG 65-160	25 м ³ /год	4 кВт
Резервуар для молока	Збереження молока	В2-ОМВ-6,3	$V = 6,3 \text{ м}^3$	-
Холодильний агрегат	Охолодження води	АКВ-ФВБС6	31 м ³ /год	4,6 кВт

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.034.ПЗ	Арк.
						12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3

ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

3.1 Розрахунок та вибір силового електрообладнання

Розраховуємо потужність електродвигуна для привода насоса.

Одна із задач вибору насоса – це визначення мінімальної потужності, необхідної для доставки молока в робочу машину, тобто передавати молоко на деяку відстань.

Потужність насоса визначається за формулою:

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

де $Q_{нас}$ - подача насоса, м³/с;

$H_{нас}$ - висота підйому рідини (напір), м;

ρ - густина рідини, кг/м³;

g - прискорення вільного падіння, м/с²;

$\eta_{нас}$ - коефіцієнт корисної дії насоса.

Для переміщення молока приймаємо насос ЦЕННФТ 12/20 з подачею $Q_{нас}$, рівною 0,0033 м³/с:

$$P_{нас} = \frac{0,0033 \cdot 20 \cdot 1,04 \cdot 10^3 \cdot 9,8 \cdot 1,032}{0,83 \cdot 10^3} = 0,8 \text{ кВт}.$$

Потужність електродвигуна для привода насоса з визначається з урахуванням коефіцієнту запасу:

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

де $K_{зап}$ - коефіцієнт запасу;

$\eta_{пер}$ - коефіцієнт корисної дії передачі.

$$P_{дв} = \frac{1,3 \cdot 0,8}{1,0} = 1,04 \text{ кВт}.$$

Вибираємо електродвигун АИР71В2У2.

Технічна характеристика двигуна:

Номинальна потужність, кВт

1.1

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.034.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

Частота обертання, об/хв.	2800
Номинальний струм, А	2.55
ККД, %	79
cosφ	0,83
Кратність пускового моменту	2.1
Кратність мінімального моменту	1,6
Кратність максимального моменту	2,2
Кратність пускового струму	6,0
Момент інерції, кг·м ² · 10 ⁻³	1,1
Маса, кг	9,4

Механічну характеристику двигуна розраховуємо за його каталоговими даними, для чого знаходимо координати п'яти характерних точок.

Координати точки 1:

$$M_1 = 0; \quad \omega_1 = \omega_0 = \frac{\pi n_0}{30} = \frac{3,14 \cdot 3000}{30} = 314,159. \quad (3.3)$$

Координати точки 2:

$$M_2 = M_n = 9550 \cdot \frac{P_n}{n_n} = 9550 \cdot \frac{1,1}{2800} = 3,752 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad (3.4)$$

$$\omega_{ном} = \frac{\pi n_{ном}}{30} = \frac{3,14 \cdot 2800}{30} = 293,215 \quad (3.5)$$

Координати точки 3: $M_3 = M_{кр}; s_3 = s_{кр};$

$$M_{кр} = M_n \cdot \mu_{кр} = 3,752 \cdot 2,2 = 8,254 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad (3.6)$$

$$s_{кр} = \frac{s_{ном} + \sqrt{s_{ном} \cdot \frac{\mu_{кр} - 1}{\mu_1 - 1}}}{1 + \sqrt{s_{ном} \cdot \frac{\mu_{кр} - 1}{\mu_1 - 1}}} = \frac{0,067 + \sqrt{0,071 \cdot \frac{2,2 - 1}{1,048 - 1}}}{1 + \sqrt{0,071 \cdot \frac{2,2 - 1}{1,048 - 1}}} = 0,603; \quad (3.7)$$

$$\mu_1 = \mu_{кр} / \mu_{пуск} = 2,2 / 2,1 = 1,048. \quad (3.8)$$

$$\omega_k = \omega_0 (1 - s_k) = 314,159 (1 - 0,603) = 124,179 \quad (3.9)$$

Координати точки 4: ($s_{мін} = 0,8$)

$$M_4 = M_n \cdot \mu_{мін} = 3,752 \cdot 1,6 = 6,003 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad (3.10)$$

$$\omega_{мін} = \omega_0 (1 - s_{мін}) = 314,159 (1 - 0,8) = 62,822 \quad (3.11)$$

Координати точки 5:

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.034.ПЗ	Арк.
						14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_5 = M_n \cdot \mu_{\text{пуску}} = 3,752 \cdot 2,1 = 7,879 \text{ Н}\cdot\text{м}; \quad \omega_5 = 0. \quad (3.12)$$

Побудова механічної характеристики електродвигуна $\omega = f(M')$ з урахуванням допустимих відхилень моментів:

$$1) \omega = 314,159; \quad M' = 0 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$2) \omega_n = 293,215; \quad M'_n = 3,752 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$3) \omega_k = 124,179; \quad M'_k = 0,9 \cdot M_k = 0,9 \cdot 8,254 = 7,429 \text{ Н}\cdot\text{м}; \quad (3.13)$$

$$4) \omega_{\min} = 62,822; \quad M'_{\min} = 0,8 \cdot M_{\min} = 0,8 \cdot 6,003 = 4,802 \text{ Н}\cdot\text{м}; \quad (3.14)$$

$$5) \omega_n = 0; \quad M'_n = 0,85 \cdot M_n = 0,85 \cdot 7,879 = 6,697 \text{ Н}\cdot\text{м}. \quad (3.15)$$

Побудова механічної характеристики електродвигуна $\omega = f(M'')$ з урахуванням допустимих відхилень напруги (-5%):

$$1) \omega = 314,159; \quad M'' = 0 \text{ Н}\cdot\text{м};$$

$$2) \omega_n = 293,2; \quad M''_n = (0,95)^2 \cdot M'_n = (0,95)^2 \cdot 3,752 = 3,386 \text{ Н}\cdot\text{м}; \quad (3.16)$$

$$3) \omega_k = 124,179; \quad M''_k = (0,95)^2 \cdot M'_k = (0,95)^2 \cdot 7,429 = 6,705 \text{ Н}\cdot\text{м}; \quad (3.17)$$

$$4) \omega_{\min} = 62,82; \quad M''_{\min} = (0,95)^2 \cdot M'_{\min} = (0,95)^2 \cdot 4,802 = 4,334 \text{ Н}\cdot\text{м}; \quad (3.18)$$

$$5) \omega_n = 0; \quad M''_n = (0,95)^2 \cdot M'_n = (0,95)^2 \cdot 6,697 = 6,044 \text{ Н}\cdot\text{м}. \quad (3.19)$$

Механічна характеристика робочої машини $M_c = f(\omega)$ описується рівнянням:

$$M_c = M_0 + (M_{\text{сн}} - M_0) \left(\frac{\omega}{\omega_n} \right)^x, \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (3.20)$$

де M_0 - початковий момент, Н · м:

$$M_0 = 0,05 M_{\text{сн}}, \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (3.21)$$

ω ; ω_n - задане і номінальне значення кутової швидкості, с^{-1} ;

$M_{\text{сн}}$ - момент статичних опорів при номінальній швидкості, Н · м:

$$M_{\text{сн}} = 9550 \frac{P_{\text{н.рм}}}{n_{\text{н.рм}}}, \text{ Н}\cdot\text{м}, \quad (3.22)$$

де $P_{\text{н.рм}}$ - номінальна потужність робочої машини, кВт;

$n_{\text{н.рм}}$ - номінальна швидкість обертання робочої машини, об/хв.

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.034.ПЗ	Арк.
						15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$M_{сн} = 9550 \frac{0,727}{2800} = 2,48 (H \cdot м),$$

тоді початковий момент становитиме:

$$M_0 = 0,05 \cdot 0,727 = 0,124 (H \cdot м),$$

$$\omega_n = \frac{\pi n_{н.р.м}}{30} = \frac{3,14 \cdot 2800}{30} = 293,215 (с^{-1}).$$

Для побудови механічної характеристики складаємо таблицю 3.1.

Таблиця 3.1

Розрахунок механічної характеристики насоса

$\omega, с^{-1}$	0	30	60	90	120	150	180	210	240	270	293,215
$M_c, H \cdot м$	0,124	0,149	0,223	0,364	0,519	0,74	1,012	1,332	1,702	2,121	2,48

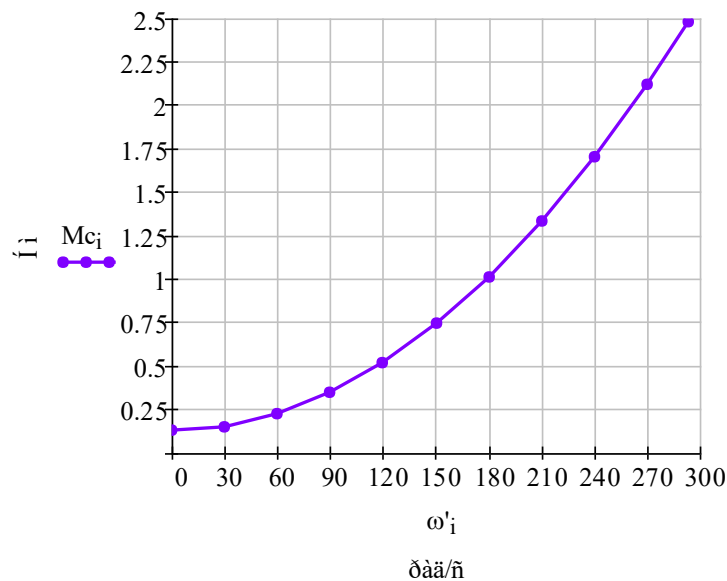


Рис. 3.1. Механічна характеристика насоса

Момент інерції, зведений до вала двигуна, визначаємо за формулою:

$$J_{зв} = J_{рот} + J_{р.м.зв} = 0,008 + 0,011 = 0,019 \text{ кг} \cdot \text{м}^2. \quad (3.23)$$

Знаходимо динамічний момент $M_{дин} = M_{дв} - M_c$.

Вісь швидкостей ділимо на 10 ділянок з кроком $\Delta\omega = 30 \text{ рад/с}$.

На кожній ділянці визначаємо середнє значення динамічного моменту (табл.3.2).

Розрахунок динамічного моменту привода насоса

$M_{об}, Н·м$	6,04	4,69	4,32	4,58	5,07	5,6	6,08	6,47	6,72	6,02	2,48
$M_c, Н·м$	0,12	0,14	0,22	0,36	0,52	0,74	1,01	1,33	1,70	2,12	2,48
$M_{дин},$ Н·м	5,92	4,55	4,1	4,22	4,55	4,86	5,07	5,14	5,02	3,9	0

Визначаємо приріст швидкості Δt на кожній ділянці:

$$\Delta t = j_{36} \cdot \frac{\Delta \omega i}{M_{дин}} \quad (3.24)$$

Результати заносимо в табл. 3.3.

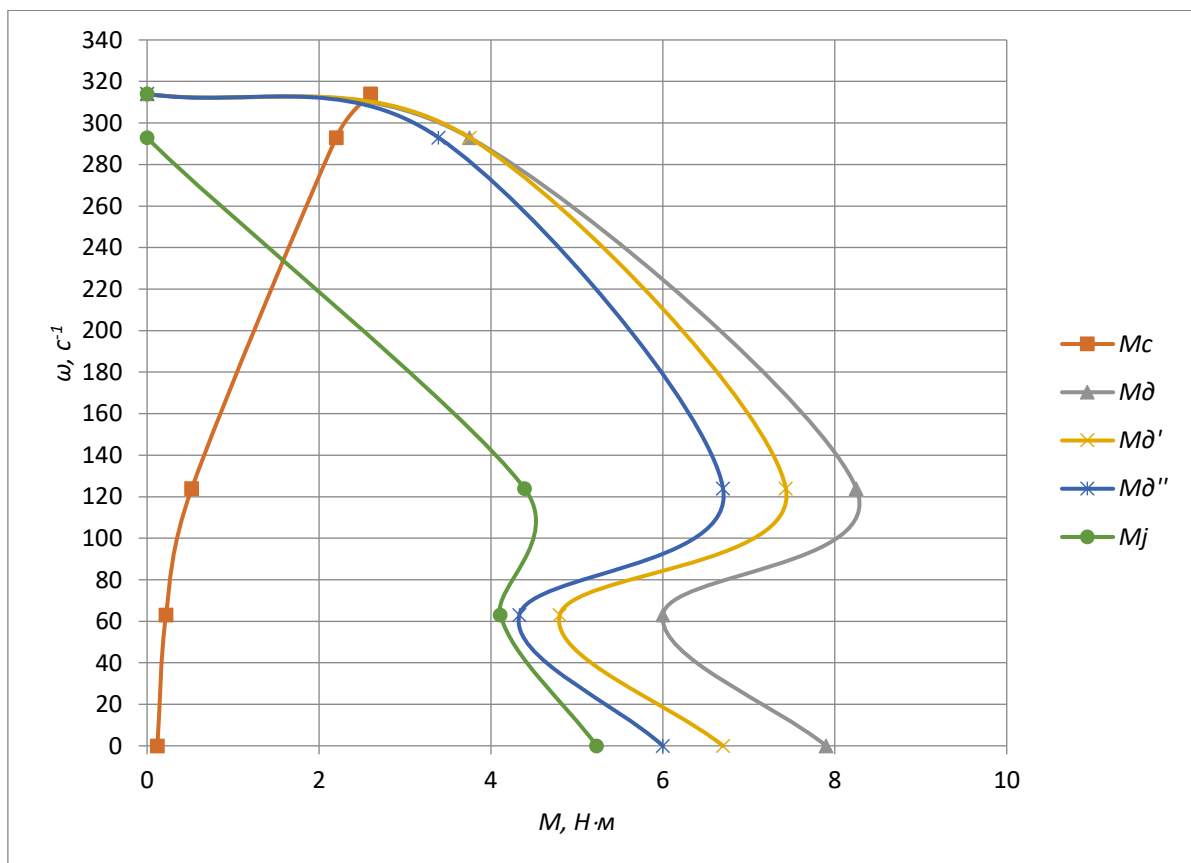


Рис.3.2. Визначення часу пуску електродвигуна

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

Таблиця 3.3

$\Delta\omega$, рад/с	30	30	30	30	30	30	30	30	30	27
$M_{дин.ср.}$, Н·м	5,23	4,32	4,158	4,385	4,705	4,948	5,09	5,08	4,551	2,04
Δt , с	0,1089	0,1319	0,1370	0,129	0,1211	0,1151	0,111	0,1121	0,125	0,25

Визначення часу пуску електродвигуна

Визначаємо час пуску електродвигуна:

$$t_{пуску} = \sum \Delta t_i = 1,35 \text{ с.} \quad (3.25)$$

Перевірку вибраного електродвигуна за тепловим режимом під час пуску виконуємо за умовою:

$$\tau_{доп} \geq \tau_{пуск}, \quad (3.26)$$

$\tau_{доп}$ – допустиме перевищення температури двигуна,

$\tau_{пуск}$ – перевищення температури двигуна під час пуску.

Для двигунів серії АИР $\tau_{доп} = 80 \text{ }^\circ\text{C}$.

Підставивши, отримаємо:

$$\tau_{пуск} = V_t t_{пуск} = 10,9 \cdot 1,35 = 14,715 \text{ }^\circ\text{C.} \quad (3.27)$$

$$80 \geq 14,715 \text{ }^\circ\text{C.}$$

Умова перевірки виконується.

Вибір електродвигунів для інших машин виконуємо аналогічно.

Паспортні дані вибраного силового електрообладнання наведені в таблиці 3.4.

Таблиця 3.4

Технічна характеристика електродвигунів

Тип машини	Тип двигуна	Кількість	P, кВт	n, об/хв	η , %	$\cos \phi$	μ_{max}	$\mu_{пуск}$	μ_{min}	I_n , А	K_i
ЦЕННФТ 12/20	АИР71В2У2	3	1,1	2800	79	0,83	2,2	2,1	1,6	2,55	6,0
А1-ОЦМ-5	АИР100L2У2	1	5,5	2850	88	0,89	2,2	2,0	1,6	10,7	7,5
IRG 65-160	АИР100S2У2	1	4,0	3000	87	0,88	2,2	2,0	1,6	7,9	7,5
АКВ-ВБС6	АИР100S4У2	1	3,0	1500	82	0,83	2,2	2,0	1,6	6,7	7,0
	АИР71В4У2	2	0,75	1500	73	0,73	2,2	2,2	1,6	2,14	5,0

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.034.ПЗ					Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						18

3.2 Вибір марки, способу прокладки і перерізу проводів і кабелів

Вибір марки і перерізу проводів і кабелів здійснюються за умовою нагрівання[11]:

$$I_{\text{тр.доп}} \geq I_{\text{розр}}, \quad (3.28)$$

де $I_{\text{тр.доп}}$ – тривало допустимий струм проводу (кабелю), А.

$$I_1=4,6 \text{ А}, S=2,5 \text{ мм}^2, I_{\text{тр.доп}}=19\text{А};$$

$$I_2=10,7 \text{ А}, S=2,5 \text{ мм}^2, I_{\text{тр.доп}}=19\text{А};$$

$$I_3=4,6 \text{ А}, S=2,5 \text{ мм}^2, I_{\text{тр.доп}}=19\text{А};$$

$$I_4=4,6 \text{ А}, S=2,5 \text{ мм}^2, I_{\text{тр.доп}}=19\text{А};$$

$$I_5=7,9 \text{ А}, S=2,5 \text{ мм}^2, I_{\text{тр.доп}}=19\text{А};$$

$$I_6=8,1 \text{ А}, S=2,5 \text{ мм}^2, I_{\text{тр.доп}}=19\text{А};$$

$$I_7=2,14 \text{ А}, S=2,5 \text{ мм}^2, I_{\text{тр.доп}}=19\text{А};$$

$$I_8=2,14 \text{ А}, S=2,5 \text{ мм}^2, I_{\text{тр.доп}}=19\text{А};$$

- за умовою механічної міцності:

$$S_i \geq S_{\text{min}}, \quad (3.29)$$

де S_{min} - мінімально допустимий переріз (для алюмінієвих проводів

$$S_{\text{min}} = 2,5 \text{ мм}^2).$$

Для визначення внутрішнього діаметра труби використовують спеціальні таблиці. Наближено внутрішній діаметр труби можна дізнатися за формулою:

$$d_{\text{тр}} = d_{\text{пр}} \sqrt{\frac{n}{k_{\text{зап}}}}, \quad (3.30)$$

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

n – кількість проводів;

$k_{\text{зап}}$ - коефіцієнт заповнення ($k_{\text{зап}}=0,45-0,55$).

$$d_{\text{тр}} = 3,5 \sqrt{\frac{4}{0,5}} = 9,9 \text{ мм}^2$$

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.034.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

Виходячи з розрахунків, вибираємо провід марки АПВ, тривало допустимий струм якого при перерізі 2,5 мм² рівний 19 А. Провід АПВ 4(1x2,5) в трубі Т15.

Вибір марки і перерізу проводів, а так само способу їх прокладки для живлення інших струмоприймачів здійснюємо аналогічно.

3.3 Вибір електромагнітних пускачів, автоматичних вимикачів для силових струмоприймачів

Вибір електромагнітних пускачів проводиться за умовами:

- за типом;
- за номінальною напругою електромагнітного пускача:

$$U_{\text{Н.МП}} \geq U_{\text{мережі}} \quad (3.31)$$

- за номінальним струмом електромагнітного пускача:

$$I_{\text{НМП}} \geq I_{\text{розр}} \quad (3.32)$$

- за номінальним струмом теплового реле:

$$I_{\text{НРТ}} \geq I_{\text{розр}} \quad (3.33)$$

- за номінальним струмом неспрацьовування теплового реле:

$$I_{\text{ННРТ}} \geq I_{\text{роз}} \quad (3.34)$$

- за напругою котушки;
- за кількістю допоміжних контактів;
- за кліматичним виконанням і категорію розміщення.

Для прикладу проведемо вибір магнітного пускача для керування електродвигуном М1 молочного насоса.

Дані електродвигуна АИР71В2У2:

$$P_H = 1,1 \text{ кВт}; I_H = 2,55 \text{ А}; U_H = 380 \text{ В}.$$

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.034.ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

За умовами вибору був вибраний електромагнітний пускач ПМЛ1200-04Б з тепловим реле РТЛ1008-04 $U_{нмт}=380\text{В}$, $I_{нмт}=10\text{А}$, $U_{кот}=380\text{В}$; $I_{нтр}=25\text{А}$; $I_{ннтр}=2,4\div 4\text{ А}$.

Вибір автоматичних вимикачів виконуємо за умовами:

- за типом;
- за номінальною напругою:

$$U_{\text{НАВ}} \geq U_{\text{мережі}} \quad (3.35)$$

- за номінальним струмом автоматичного вимикача:

$$I_{\text{НАВ}} \geq I_{\text{розр}} \quad (3.36)$$

- за номінальним струмом теплового розчіплювача:

$$I_{\text{НРТ}} \geq I_{\text{розр}} \quad (3.37)$$

- за струмом відсічення електромагнітного розчіплювача:

$$I_{\text{відс.РМ}} \geq I_{\text{п.розр}} \quad (3.38)$$

де $I_{г.дйсд}$ - розрахунковий пусковий струм струмоприймача, А.

Для одиночного електродвигуна:

$$I_{\text{п.розр}} = (1,5 \dots 1,8) I_{\text{п.уск}} \quad (3.39)$$

де $I_{\text{п.уск}}$ – пусковий струм електродвигуна, А;

$$I_{\text{п.розр}} = (1,5 \dots 1,8) \cdot 15,3 = 25,24\text{А}.$$

- за ступенем захисту, кліматичним виконанням і категорією розміщення:

Як приклад, проведемо вибір автоматичного вимикача *QF5* для захисту електродвигуна *M1*. За умовами вибору був вибраний автоматичний вимикач серії АСКО ВА-2017 ЗР С 6А з комбінованим розчіплювачем $U_{\text{НОМ}} = 380\text{ В}$, $I_{\text{НАВ}} = 6\text{ А}$, $I_{\text{НРТ}} = 6\text{ А}$.

3.4. Вибір розподільчого пункту

Для розподілу електроенергії, захисту електроустаткування від коротких замикань і перевантаження, а також нечастих комутацій і пусків

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.034.ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

електродвигунів застосовують розподільні пункти серії ПРН-М IP54-УХЛ4-УЗОЛА.

Умови вибору силових шаф такі:

- за типом: ПРН-М (пункт розподільчий навісний з цільнометалевими дверцятами з монтажною панеллю);
- за номером розробки;
- за конструктивним виконанням;
- за ступенем захисту;
- за типом автоматичних вимикачів;
- за кількістю автоматичних вимикачів на лініях, що відходять;
- за кліматичним виконанням, категорією розміщення.

Остаточно приймаємо ввідний розподільний пункт ПРН-М IP54-УХЛ4-УЗОЛА, $U_n=380$ В.

3.5. Розрахунок електричного освітлення

Згідно вимог, що пред'являє технологічний процес до освітлення приміщень, вибираємо загальну рівномірну систему освітлення для виробничих приміщень, компресорної, тамбуру, лабораторії, електрощитової, коридору, кімнати персоналу.

Вид освітлення у всіх приміщеннях вибираємо робочий.

Вибір нормованої освітлюваності здійснюється по нормам СНиП11-4-79 в залежності від характеристики зорових робіт. Так для головного виробничого приміщення нормована освітленість дорівнює 200 лк. Приймаються люмінесцентні лампи. Для електрощитової та коридору $E_n=50$ лк; компресорної $E_n=75$ лк; для кімнати персоналу $E_n=150$ лк; та лабораторії $E_n=250$ лк.

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

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.034.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

Вибір освітлювачів визначається характером навколишнього середовища, вимогами до світло розповсюдження [8].

Для освітлення виробничого приміщення вибираємо освітлювачі ЛСП15 з-типом кривої сили світла Д-1 (косинусоїда), ступінь захисту IP64, так як приміщення дуже вологе.

Для освітлення виробничого приміщення №2, електрощитової, тамбуру, коридору, компресорної тип кривої світла - М (рівномірна), ступінь захисту IP54.

У приміщеннях лабораторії, та кімнати персоналу передбачена установка освітлювачів ЛСП15, тип кривої сили світла — Д-1 (косинусоїда), ступінь захисту IP54.

У виробничому приміщенні, лабораторії, компресорній освітлювачі розташовують, враховуючи розташування технологічного обладнання. Так все технологічне обладнання має висоту $< 2,5$. Доцільно освітлювачі розташувати на висоті $> 2,5$ м від рівня підлоги на тросах. План розміщення приведений на листі графічної частини.

На вході встановлюється один освітлювач.

Окрім освітлювачів в приміщенні для персоналу передбачаються штепсельні розетки.

Розрахунок ведеться методом лінійних ізолюкс [12].

Вихідні дані наступні:

Вид освітлення – *робоче*

Система освітлення – *загальне рівномірне*

Тип джерела світла – *лампа люмінесцентна*

Тип світильника – *ЛСП15*

Тип кривої сили світла – *Д*

Ступінь захисту – *IP54*

Нормована освітленість $E_n = 200$ лк

Площина нормування – *горизонтальна*

Рівень розрахункової поверхні – $h_{pn} = 0$

Висота приміщення – $H = 3,0$ м

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.034.ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висота звісу $h_{зв} = (0...1)$, приймаємо $h_{зв} = 0,5 м$

Розрахунок робочого освітлення виробничого приміщення №1 (рис. 3.3).

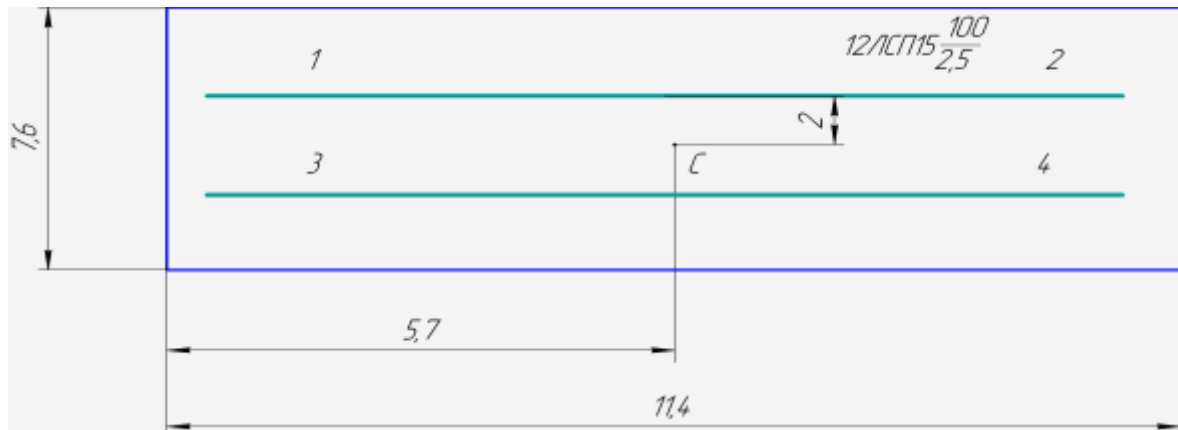


Рис. 3.3. План розташування світильників

Розрахункова висота:

$$h_{\text{розр}} = H - h_{\text{рп}} - h_{\text{зв}} ; \quad (3.40)$$

$$h_{\text{розр}} = 3,0 - 0 - 0,5 = 2,5 м$$

Рекомендована відстань між рядами світильників $\lambda = 1,6...2,1$.

Відносна відстань між світильниками:

$$L = \lambda \cdot h_{\text{розр}} ; \quad (3.42)$$

$$L = (1,6...2,1) \cdot 2,5 = 4...5,25 м$$

Приймаємо $L_B = 4 м$.

Відстань від стін до ряду світильників:

$$l = (0,25...0,5)L ; \quad (3.43)$$

$$l = (0,25...0,5) \cdot 4 = 1...2 м$$

Приймаємо $l_B = 2 м$.

Кількість рядів світильників:

$$N_B = \frac{B - 2 \cdot l_B}{L_B} + 1; \quad (3.44)$$

$$N_B = \frac{7,6 - 2 \cdot 2}{4} + 1 = 1,9.$$

Приймаємо $N_B = 2$ ряди світильників.

Розрахунок проводимо за допомогою графіку лінійних ізолюкс.

Таблиця 3.5

Розрахунок умовної освітленості

півперіоди	L	P	L'	P'	e, лк	Σe, лк
1,2,3,4	5,7	2	1	0,8	70	280

Необхідний світловий потік, який створюється світловою лінією довжиною 1 м.

$$F' = \frac{1000 \cdot E_n \cdot k_3 \cdot h_{розр}}{\Sigma e \cdot \mu}, \quad (3.45)$$

де μ – коефіцієнт додаткової освітленості, який враховує дію віддалених світильників і відбитий світловий потік, для виробничих приміщень $\mu = 1,1$;

k_3 – коефіцієнт запасу, для люмінесцентних ламп $k_3 = 1,3$;

Σe – сумарна відносна освітленість в контрольній точці, лк;

$$F' = \frac{1000 \cdot 200 \cdot 1,3 \cdot 2,5}{280 \cdot 1,1} = 2110 \text{ лм} / \text{м}.$$

Необхідний світловий потік ряду:

$$F_{\text{ряду}} = F' \cdot A; \quad (3.46)$$

$$F_{\text{ряду}} = 2110 \cdot 11,4 = 24054 \text{ лм}.$$

Кількість світильників в ряду:

$$N_A = \frac{F_{\text{ряда}}}{F_{\text{св}}}, \quad (3.47)$$

де $F_{\text{св}}$ – світловий потік світильника, для ЛЕ 40;

$$F_{\text{св}} = 2 \cdot F_{\text{л}} = 2 \cdot 1900 = 3800 \text{лм}; \quad (3.48)$$

$$N_A = \frac{24054}{3800} = 6,33$$

Приймаємо $N_A = 6$ світильників.

Перевіряємо умову неперервності ряду $\Delta l < 0,5h_{\text{розр}}$.

Відстань між світильниками

$$\Delta l = \frac{A - l_{\text{св}} \cdot N_{\text{ряду}}}{N_{\text{ряду}}}, \quad (3.49)$$

де $l_{\text{св}}$ – довжина світильника, $l_{\text{св}} = 1,2$ м.

$$\Delta l = \frac{11,4 - 1,2 \cdot 6}{6} = 0,7 \text{ м.}$$

Умова неперервності світлового потоку виконується

Остаточно обираємо лампу ЛЕ 40.

Встановлена потужність:

$$P_{\text{вст}} = 1,25 \cdot P_{\text{л}} \cdot n \cdot N_B \cdot N_A; \quad (3.50)$$

$$P_{\text{вст}} = 1,25 \cdot 40 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 6 = 1200 \text{Вт.}$$

Питома потужність:

$$P_{\text{пит}} = \frac{P_{\text{вст}}}{S}, \quad (3.51)$$

де S – площа приміщення.

$$P_{\text{пит}} = \frac{1200}{86,6} = 13,9 \text{ Вт / м}^2.$$

Розрахунок інших приміщень проводиться аналогічно. Результати розрахунку зводимо у світлотехнічну відомість.

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.034.ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Змін.	Арк.	№ док.м.	Підпис	Дата	02.02.БКР.2055«С», 24.11.18.036.ПЗ	Арк.
						27

Номер приміщен. на плані	Найменування приміщення	Характеристика приміщення							Вид освітлення	Система освітлення	Загальне освітлення					Штепс розетки		Встановл. потужність, Вт	Питома потужність, Вт/м ²
		Довжина А, м	Ширина В, м	Площа S, м ²	Висота Н, м	Хар-ка середовища	Коеф. віддзерк				Е _л , лк	Коеф. Запасу, К _з	Світильники			Тип, потужність, Вт	Кількість		
							Р _{стіл} , %	Р _{стел} , %					Тип	Потужн., Вт	Кількість				
1	Виробниче приміщення №1	11,4	7,6	86,6	3	сире	30	50	робоче	Загальне рівномірне	200	1,3	ЛСП15	100	12	-	-	1200	13,9
2	Виробниче приміщення №2	5,3	6,5	34,5		сире	30	50			100	1,15	НСП11	200	4	-	-	800	20,5
3	Компресорна	3	5	15		сире	30	50			75	1,15	НСП11	100	2	-	-	200	13,3
4	Тамбур	3,8	6,5	24,7		сухе	30	50			75	1,15	НСП11	200	3	-	-	600	24,3
5	Лабораторія	3,6	5	18		сире	30	50			250	1,3	ЛСП15	100	8	-	-	800	44
6	Електроцитова	2	3	6		сухе	30	50			50	1,15	НСП11	150	1	-	-	150	25
7	Коридор	2	3,2	6,4		сухе	30	50			50	1,15	НСП11	150	1	-	-	150	23,4
8	Кімната персоналу	4,5	5	22,5		сухе	30	50			150	1,3	ЛСП15	100	6	500	2	1600	26,7
	Вулиця										2	1,15	СПП20	100	4		400		

Таблиця 3.6. Світлотехнічна відомість

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

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

Приймаємо магістральну систему живлення освітлювальних установок.

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

Відмічаємо місце установки ввідного розподільчого щита та групових освітлювальних щитків. Ввідний розподільчий щит встановлюємо в електрощитовій.

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.

Вибір місць установки групових освітлювальних щитів:

- в центрі електричних навантажень;
- в доступному та зручному місці для обслуговування;
- в приміщеннях з сприятливим середовищем.

Вибір трас прокладання освітлювальної мережі

Розмічуємо ліній прокладки проводів, кабелів, труб. Проводи, труби, кабелі відкритих електропроводок розмічаємо паралельно архітектурним лініям приміщення, з точки зору забезпечення технологічного процесу та економії електроенергії для освітлення.

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

Групова лінія, яка живить світильники з люмінесцентними лампами, повинна мати не більше 50 ламп на фазу, світильника з лампами розжарювання, ДРЛ, ДНаТ не більше 20 ламп на фазу, включаючи в цю кількість також штепсельні розетки

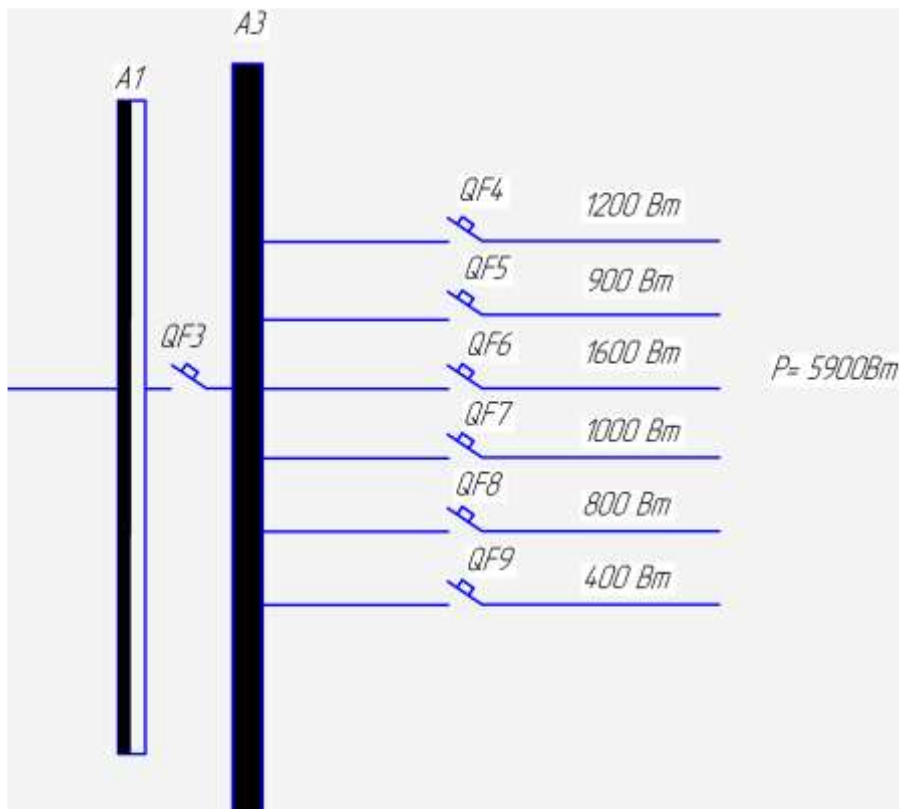


Рис. 3.4. Схема навантажень

Вид електропроводки, марку і спосіб прокладання або кабелів вибираємо в залежності від призначення, умов навколишнього середовища, характеристики електроприймачів, вимог техніки безпеки, протипожежних правил та ін.

В якості електропроводки в даному приміщенні використовуємо проводи і кабелі з алюмінієвими жилами. Освітлювальний груповий щит живиться від розподільчого щита кабелем марки АВВГ, прокладений по основі.

Проводку в приміщеннях виконується проводом АПВ у трубі.

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29

Площу поперечного перерізу проводів вибираємо за допустимою втратою напруги, з наступною перевіркою за умовами нагрівання та механічну міцність.

Розрахунок площі проводів за допустимою втратою напруги (за мінімумом провідникового матеріалу).

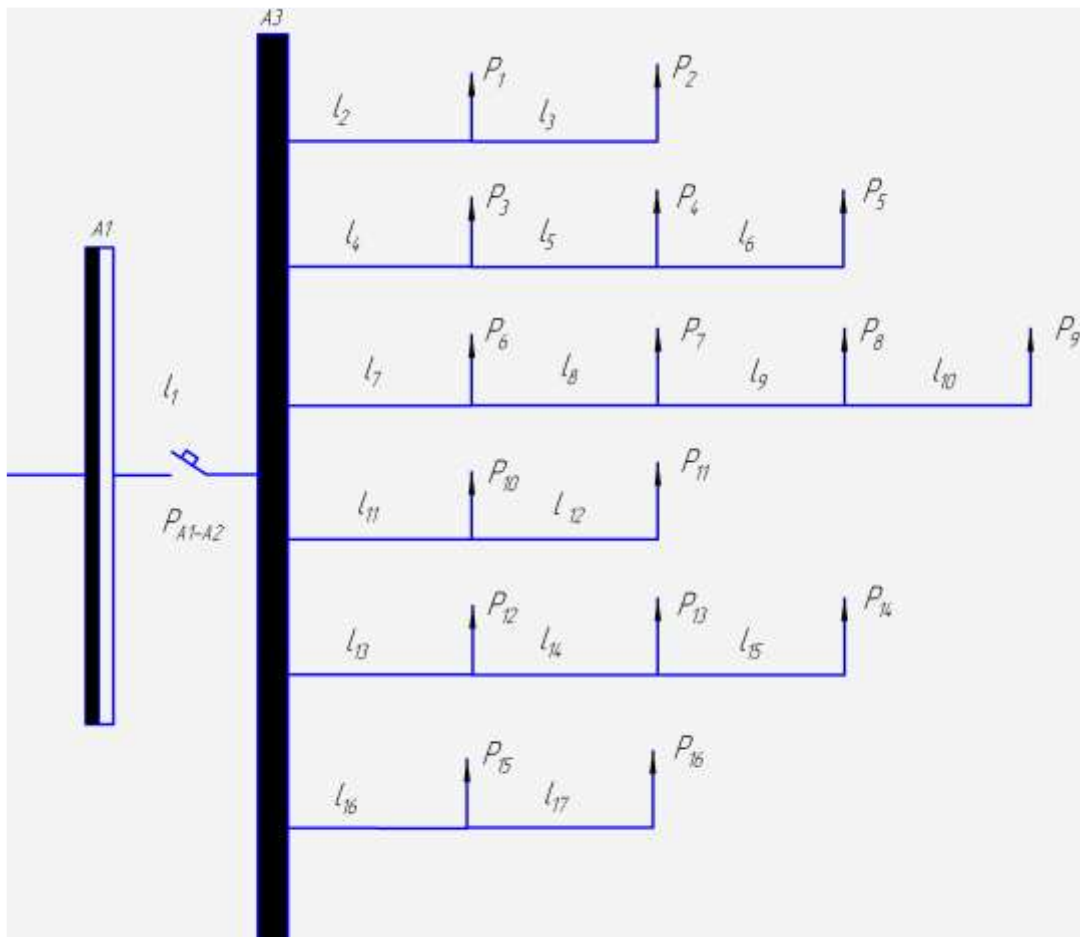


Рис. 3.5. Схема навантажень на ділянках

Визначаємо площу перерізу проводу на живильній ділянці А1-А3

$$S_{A1-A3} = \frac{M_{A1-A2} + \alpha_{2-4} \cdot \sum m_i}{C_4 \cdot \Delta U_{дон}}, \quad (3.52)$$

де M_{A1-A3} – момент навантаження на живлючій ділянці, кВт · м;

$\sum m_i$ – моменти навантаження відгалужень від розрахункової ділянки з іншим числом проводів, кВт · м;

α – коефіцієнт приведення моментів навантаження, $\alpha = 1,85$;

C – коефіцієнт визначається в залежності від матеріалу проводу, кількістю проводів мережі та від системи напруги, $C_4 = 44$; $C_2 = 7,4$;

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

Розрахунок моменту навантаження на всіх ділянках:

$$M_{A1-A3} = P_{\text{вст } A1-A3} \cdot \ell_{A1-A3}, \quad (3.53)$$

де $P_{\text{вст } A1-A3}$ – сумарна встановлена потужність, Вт;

ℓ_{A1-A3} – довжина живлячої мережі, м

$$M_{A1-A3} = 5,9 \cdot 9,5 = 56,1 \text{ кВт} \cdot \text{м}.$$

Момент навантаження відгалужень від розрахункової ділянки з іншим числом проводів

$$m_i = \sum P_i \cdot \ell_i, \quad (3.54)$$

де P_i – навантаження, кВт;

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

$$m_1 = 600 \cdot 21 + 600 \cdot 17,6 = 23,2 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$m_2 = 600 \cdot 6,4 + 150 \cdot 7,5 + 150 \cdot 10,6 = 10,4 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$m_3 = 100 \cdot 9,8 + 100 \cdot 15,5 + 100 \cdot 31,8 + 100 \cdot 22,8 = 12,5 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$m_4 = 300 \cdot 7 + 100 \cdot 8,8 + 500 \cdot 8 + 500 \cdot 12,5 = 14,5 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$m_5 = 400 \cdot 5 + 400 \cdot 6,4 + 200 \cdot 9 = 6,3 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$m_6 = 400 \cdot 4,8 + 400 \cdot 7,6 = 5 \text{ кВт} \cdot \text{м};$$

$$S_{A1-A3} = \frac{56,1 + 1,85 \cdot (23,2 + 10,4 + 12,5 + 14,5 + 6,3 + 5)}{44 \cdot 2,5} = 1,7 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо стандартну площу перерізу проводу $S_{A1-A3\text{об}} = 4 \text{ мм}^2$

Визначаємо втрату напруги на живлячій ділянці А1 – А3:

$$\Delta U_{A1-A3} = \frac{M_{A1-A3}}{C_4 \cdot S_{A1-A3\text{ст}}}; \quad (3.55)$$

$$\Delta U_{A1-A3} = \frac{56,1}{44 \cdot 4} = 0,32.$$

Розраховуємо групову мережу:

Визначаємо площу перерізу проводу на 1 ділянці:

$$S_1 = \frac{m_1}{C_2 \cdot (\Delta U_{\text{дон}} - \Delta U_{A1-A2})}; \quad (3.56)$$

$$S_1 = \frac{23,2}{7,4 \cdot (2,5 - 0,32)} = 1,44 \text{ мм}^2.$$

Приймаємо стандартну площу перерізу проводу $S_{1\text{ст}} = 2,5 \text{ мм}^2$

Визначаємо втрату напруги на живлячій ділянці 1

$$\Delta U_1 = \frac{m_1}{C_2 \cdot S_{1\text{ст}}}; \quad (3.57)$$

$$\Delta U_1 = \frac{23,2}{7,4 \cdot 2,5} = 1,25\%.$$

Площу перерізу проводу на інших ділянках визначаємо аналогічно.

Результати зводимо в таблицю 3.7.

Таблиця 3.7

Результати вибору проводів

Момент навантаження відгалужень, кВт·м		Розрахункова площа перерізу проводу, мм ²		Стандартна площа перерізу проводу, мм ²	Втрата напруги, %	Марка проводу
M_{A1-A2}	56,1	S_{A1-A2}	1,7	4	0,32	АВВГ
m1	23,2	S1	1,44	2,5	1,25	АПВ
m2	10,4	S2	0,64	2,5	0,56	
m3	12,5	S3	0,77	2,5	0,68	
m4	14,5	S4	0,9	2,5	0,78	
m5	6,3	S5	0,39	2,5	0,34	
m6	5	S6	0,31	2,5	0,27	

Перевірка за умовою нагрівання виконується за умовою:

$$I_{\text{розр}} \leq I_{\text{тр.доп.}}, \quad (3.58)$$

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

Тривало допустимий струм має такі значення для площі перерізу проводу АПВ, прокладеного увтрубі: $S = 2,5 \text{ мм}^2$ – $I_{\text{тр.доп.}} = 19 \text{ А}$.

Визначаємо значення розрахункових струмів для кожної ділянки:

$$I_{\text{розрА1-А3}} = \frac{P_{\text{розрА1-А3}}}{3 \cdot U_{\text{фн}} \cdot \cos\varphi}, \quad (3.59)$$

де $U_{\text{фн}}$ – фазна напруга, $U_{\text{фн}} = 220 \text{ В}$;

$\cos\varphi$ – коефіцієнт потужності, $\cos\varphi = 1$.

$$I_{\text{розрА1-А3}} = \frac{5900}{3 \cdot 220 \cdot 0,9} = 9,9 \text{ А};$$

$$27 \text{ А} \geq 9,9 \text{ А};$$

$$I_{\text{розр1}} = \frac{P_{\text{розр1}}}{U_{\text{фн}} \cdot \cos\varphi}; \quad (3.60)$$

$$I_{\text{розр1}} = \frac{1200}{220 \cdot 0,9} = 6,1 \text{ А};$$

$$19 \text{ А} > 6,1 \text{ А}.$$

ПУЕ регламентує мінімальний переріз проводів в залежності від матеріалу та способів його прокладання. Для алюмінієвих проводів прокладених в трубах, воно відповідає $2,5 \text{ мм}^2$.

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

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		33

Таблиця 3.8

Результати перевірки площі перерізу проводів за умовами нагрівання

Ділянка	Розрахунковий струм, А	Відповідність	Тривало допустимий струм, А
A1-A3	9,9	≤	27
1	6,1	≤	19
2	4,5	≤	19
3	8,1	≤	19
4	5,1	≤	19
5	4	≤	19
6	2	≤	19

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

На основі вище наведених розрахунків та умов обираємо освітлювальний щит типу ШРМ-А-9 який має 9 однополюсних автоматичних вимикача ВМ40 на струм 10А .

На прикладі групи 1 А3 здійснюємо розрахунок і вибір автоматичного вимикача за умовами:

За номінальною напругою автомата, В:

$$U_{н.а} \geq U_{н.м} , \quad (3.61)$$

де $U_{н.а}$ – номінальна напруга автомата, В;

$U_{н.м}$ – номінальна напруга мережі, В, $U_{н.м}$ 220 В.

За номінальним струмом автомата, А:

$$I_{н.а} \geq I_{розр.1} , \quad (3.62)$$

де $I_{н.а}$ – номінальний струм автомата, А;

$I_{розр.1}$ – номінальний розрахунковий струм групи, $I_{розр.1} = 6,1$ А.

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		34

За струмом теплового розчіплювача, $I_{н.розч.}$, А :

$$I_{н.розч.} \geq I_{розр.1} \cdot K_{н.т.}, \quad (3.63)$$

де $K_{н.т.}$ – коефіцієнт надійності, який враховує розкидання за струмами спрацювання теплового розчіплювача, $K_{н.т.} = 1$,

$$I_{н.розч.} \geq 6,1 \cdot 1 = 6,1\text{А};$$

$$8\text{А} \geq 6,1\text{А}.$$

За умовою селективності:

$$\frac{I_{тр.доп}}{I_{тепл.розч}} \geq 1; \quad (3.64)$$

$$\frac{19}{8} = 2,4 \geq 1.$$

Вибираємо автоматичний вимикач серії ВМ40 з номінальними даними: $I_{н.а.} = 8\text{А}$; $I_{н.розч.} = 8\text{А}$; $U_{н.а.} = 220\text{В}$.

Аналогічно, з урахуванням струмових навантажень, здійснюємо вибір автоматичних вимикачів для інших освітлювальних груп.

3.6 Визначення розрахункових навантажень

Визначення розрахункових навантажень здійснюється для вибору перерізу проводів і кабелів, пускозахисної апаратури.

Розрахункові навантаження визначають на відгалуженнях, на магістральних і групових лініях.

Розрахункові струми відгалужень до окремих струмоприймачів - це їх номінальні струми, які визначаються за формулами [13]:

- для трифазних споживачів

$$I_{розр} = \frac{P_H \cdot 10^3}{\sqrt{3}U_H \cdot \cos\varphi \cdot \eta_H}, \quad (3.65)$$

де P_H - номінальна потужність електродвигуна, кВт;

U_H - номінальна напруга, В;

η_H - коефіцієнт корисної дії;

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

$\cos\varphi_H$ - коефіцієнт потужності.

Розрахункові струми магістральних ділянок визначаються за формулою:

$$I_{\text{Мрозр}} = K_0 \cdot \sum I_H, \quad (3.66)$$

де K_0 - коефіцієнт одночасності роботи споживачів;

$\sum I_H$ - сума номінальних струмів, А.

Для прикладу проведемо розрахунок струмів на ділянці А2.

Розрахунковий струм електродвигуна М1 молочного насосу з формули:

$$I_{\text{розр}} = \frac{1,1 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,79 \cdot 0,83} = 2,55 \text{ А}.$$

Розрахункові струми для решти електродвигунів визначаються аналогічно.

Розрахунок струму магістралі від А1 до А2:

Приймаємо $K_0 = 1$.

$$I_{\text{Мрозр}} = 1 \cdot (2,6 + 2,6 + 2,6 + 10,7 + 7,9 + 7,8 + 2,14 + 2,14) = 38,5 \text{ А}.$$

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

РОЗДІЛ 4

СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ЦЕХОМ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА НА МТФ

4.1 Вибір системи керування установками

При здійсненні робіт по механізації і автоматизації виробництва молочної промисловості рекомендується передбачати досягнення одного з чотирьох рівнів механізації і автоматизації виробництва [6].

В першому, найбільш простому та дешевому виконанні досягається рівень механізованої праці до 55 %. При внесені другого виконання досягається ступінь механізації до 65 %. Наступний рівень передбачає достатньо високий (до 75 %) ступінь охоплення працюючих механізованої праці та якісне використання автоматизованих засобів контролю та керування.

Найбільш складне та затратне виконання розраховане на максимальну, але технічно і економічно виправдану ступінь механізації та автоматизації (більш 75 %), що передбачає використання елементів робототехніки, мікропроцесорного та комп'ютерного керування.

Для розробки системи керування на підприємстві приймаємо третій рівень механізації і автоматизації, тобто високий (до 75 %) ступінь охоплення працюючих механізованої праці та якісне використання автоматизованих засобів контролю та керування.

4.2 Розробка вимог до системи керування установкою охолодження

Технологія керування установкою охолодження пред'являє такі вимоги до схеми автоматизованого керування технологічним процесом:

- автоматичне регулювання температури охолодження;
- керування процесом охолодження;
- відображення температури охолодження;

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

- автоматична рециркуляція продукту при недосягненні температури охолодження;
- автоматичне регулювання рівня в місткості;
- керування насосами;
- застосувати сигналізацію робочих режимів технологічних машин;
- захищати силове електрообладнання від струмів короткого замикання та перевантаження.

4.3 Визначення параметрів, необхідних для контролю і керування технологічним процесом

У відповідності до прийнятої технології для нормального протікання технологічного процесу необхідно контролювати заповнення ємкостей для молока. Також необхідно контролювати рівень заповнення танку для молока. Насос подачі молока повинен пускатися при наявності молока в приймальній ємкості. Перелік параметрів контролю та регулювання представлено в таблиці 4.1.

4.4 Розробка схеми принципової керування технологічним процесом

Використовуючи технологічну схему виробництва молока, була розроблена схема електрична принципіальне керування лінією.

Схема працює у двох режимах : ручному (Р) та автоматичному (А). Перемикання режимів роботи здійснюється перемикачем SA1.

Живлення до схеми подається включенням автоматичного вимикача QF4. Далі включають автоматичні вимикачі кожної робочої машини (QF5 - QF12 для двигунів M1 - M8, а також автоматичний вимикач SF1 схеми керування).

Таблиця 4.1

Перелік параметрів контролю та регулювання

Робоча машина	Виконавчий орган	Керуючий орган	Орган регулювання	Елементи регулювання	Технологічний стан	Стан органів регулювання
Контактор	KL2	SQ1	молоковоз не приєднаний до молокопроводу	контакт	Молоко поступає у прийомний резервуар	замикається
Прийомний резервуар	KL1	SL1.1	Верхній рівень	контакт	Робота сепаратора-очисника	замикається
	KL1	SL1.2	Нижній рівень	контакт	Вимикання сепаратора-очисника	розмикається
Пластинчатий охолоджувач	KL3	SK1	Температура на виході з охолоджувача	контакт	Новий цикл охолодження	замикається
Клапан	YA1	SK1	Достатньо охолоджене	контакт	Танк термос	замикається
Клапан	YA2	SK1	Недостатньо охолоджене	контакт	Новий цикл охолодження	замикається
Танк термос	KL4	SL2	Верхній рівень	контакт	Вимикає M1 та M2	замикається
	KL4	SK3	Температура у танку термосі	контакт	Подача холодної води	розмикає
Резервуар холодної води	KM6	SK2	Температура у резервуарі	контакт	Включає компресор	замикається
Контактор	KL5	SQ2	Молоковоз не приєднаний до молокопроводу	контакт	Подача молока у молоковоз	замикає

У ручному режимі (положення SA1 в "P") керування лінією здійснюється за допомогою кнопових постів SB1.2 – SB8.2 "Пуск" ;

SB1.1 - SB8.1 “Стоп “. Ручний режим призначений для перевірки роботи кожної технологічної машини.

Автоматичний режим (положення SA1 в “А”). Автоматичні вимикачі кожної робочої машини QF5 –QF12, а також автоматичний вимикач SF1 схеми керування включені.

Контакт SQ1 замикається у тому випадку, коли молоковоз приєднаний до молокопроводу. Якщо резервуар для прийому молока пустий, то датчик рівня SL1.2, замкнений, тому живлення подається до котушки електромагнітного пускача KM1. Головні контакти KM1 в силовому колі подають живлення до двигуна M1 молочного насосу. Горить сигнальна лампа HL1 робочого режиму.

Верхній рівень молока у прийомному резервуарі контролюється датчиком верхнього рівня SL1.1, він замкне коло живлення котушки проміжного реле KL1, а допоміжний контакт KL1.3 коло магнітного пускача KM2. Головні контакти KM2 в силовому колі подають живлення до двигуна M2 приводу сепаратор-очисник молока. Одночасно замикається допоміжний контакт реле KM2.2 в колі електромагнітного пускача KM3. Головні контакти KM3 в силовому колі подають живлення до двигуна M3 приводу молочного насосу. Загоряються сигнальні лампи HL2 та HL3 робочого режиму.

У цей момент головні контакти котушки KM5 подають живлення до двигун M5 насосу холодної води, холодна вода циркулює у колі: резервуар холодної води - пластинчатий охолоджувач. Горить сигнальна лампа HL5 робочого режиму.

На виході з пластинчатого охолоджувача датчик температури SK1 контролює температуру продукту. Якщо температура молока вище норми (+4°C), допоміжні контакти KL3.1 замикаються, подаючи живлення на електроклапан YA1, клапан закривається, одночасно з цим допоміжні контакти KL3.2 розмикаються, електроклапан YA2 втрачає живлення і відкривається. Молоко знову подається до пластинчатого охолоджувача.

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

Датчик температури SK2, у резервуарі холодної води, контролює температуру у діапазоні +2°C - +4 °C. Якщо температура підвищилась, контакт датчика SK2 замикається і подає живлення на магнітний пускач KM6. Головні контакти електромагнітного пускача KM6 замикаються і подають живлення на двигун M6. У цей момент допоміжні контакти KM6.2 магнітного пускача KM6 замикаються і подають живлення на KM7. Головні контакти магнітний пускач KM7 замикаються і подають живлення на двигун M7. Одночасно допоміжні контакти KM7.2 електромагнітного пускача KM7 замикаються і подають живлення на KM8. Головні контакти електромагнітного пускача KM8 замикаються і подають живлення на двигун M8. Загоряються сигнальні лампи HL6 – HL8 робочого режиму.

Датчик температури SK3, у танку термосі, контролює температуру молока. Якщо температура вище норми (+4 °C), то контакти датчика SK3 розмикаються, на електроклапан живлення не подається, клапан відкривається. Температуру молока підтримують пару годин, доки не приїде молоковоз. Коли машина приїхала, під'єдналась до молокопроводу, контакт SQ2 замикається і подає живлення на котушку KL5. Допоміжні контакти KL5.1 подають живлення на електромагнітний пускач KM4. Головні контакти замикаються, подають живлення на двигун M4 молочного насосу, продукт перекачується у молоковоз. Горить сигнальна лампа HL4 робочого режиму.

4.5 Розроблення схеми електричних з'єднань шафи керування технологічним процесом

Схему електричних з'єднань виконано на основі схеми електричної принципиальній та представлено на листі графічної частини проекту.

Прийнято таке розташування приладів в шафі керування:

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		41

- На панелі шафи розташовано: електромагнітні пускачі КМ1-КМ8; автоматичні вимикачі QF1-QF9; проміжні реле KL1- KL5; трансформатори напруги TV1-TV3; клемна колодка X1.

- На дверях шафи розміщені: сигнальна арматура HL1-HL9; кнопкові пости SB1-SB8; перемикач режимів роботи SA1.

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

РОЗДІЛ 5

ЗАХОДИ З ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ТА БЕЗПЕКИ ПРАЦІ В ЦЕХУ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА

5.1. Заходи з енергозбереження та безпеки праці в цеху первинної обробки молока

Необхідно вибирати електродвигуни необхідної потужності і виключати необґрунтовані режими холостого ходу. Перехід на енергозберігаючі двигуни зменшує втрати енергії.

Перехід нерегульованого електропривода до регульованого також зменшує втрати енергії. Принципово є два шляхи для зменшення енергоспоживання: за рахунок зниження втрат в силових перетворювачах електропривода і за рахунок регулювання технологічних показників робочої машини при зміні швидкості двигуна. Фактично другий шлях призводить до зниження втрат енергії в робочій машині, яка при регулюванні швидкості точніше з точки зору енергетичних витрат пристосовується до вимог технологічного процесу. При переході до регульованого електропривода економія енергії часто досягається за рахунок технологічного процесу, який привод обслуговує, причому економія інколи у багато разів перевищує власне споживання електроприводом.

Зменшити втрати в двигунах також можна за рахунок підвищення якості ремонту електродвигунів, використання перемикання обмоток електродвигуна з „трикутника„ на „зірку” при неповному завантаженні, застосування синхронних двигунів тощо.

В освітлювальних установках енергозбереження забезпечується переходом на енергозберігаючі лампи.

Автоматизація технологічних процесів також призводить у багатьох випадках до зменшення споживання електричної енергії.

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

5.2. Заходи з безпеки праці в цеху первинної обробки молока

Фактори, які впливають на характер та наслідки уражень електричним струмом, надзвичайно різноманітні. Їх можна поділити на три групи: фактори електричного характеру (напруга і струм, який проходить крізь людину, вид і частота струму, опір людини електричному струму); фактори неелектричного характеру (особливі властивості людини, фактор уваги, тривалість дії струму, шлях струму крізь людину); фактори навколишнього середовища

Фактори навколишнього середовища. Несприятливий вплив факторів навколишнього середовища на небезпечність ураження електричним струмом знайшов своє відображення в нормативних матеріалах. Виробничі приміщення за ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом відповідно до ПУЕ і ГОСТу 12.1.013-78 поділяють на три категорії.

1) Приміщення без підвищеної небезпеки характеризуються нормальною вологістю та відсутністю пилу, наявністю неструмопровідної (ізолюваної) підлоги. В них відсутні ознаки двох інших класів. У більшості випадків до приміщень без підвищеної небезпечності належать кабінети, зали, лабораторії, приладні ділянки машинобудівних заводів.

2) Приміщення з підвищеною небезпекою має одну з наступних ознак:

- підвищена температура (температура повітря тривалий час перевищує 35°C або короткочасно перевищує 40°C незалежно від пори року і різноманітних теплових випромінювань);
- підвищена (понад 75%) відносна вологість повітря;
- наявність струмопровідного пилу (металевий, вугільний тощо) на обладнанні та провіднику;
- струмопровідна підлога (металева, земляна, залізобетонна, і цегляна тощо);
- можливість одночасного доторкання людини до металоконструкції будівлі, яка не має сполучення з землею, та

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

технологічного апарата або механізмів, з одного боку, і до металевих корпусів електрообладнання - з іншого.

До цієї групи приміщень належать складські неопалювані приміщення, механічні цехи та ділянки з нормальною температурою, вологістю, без виділення пилю, але зі струмопровідною підлогою.

3) Приміщення особливо небезпечні, які характеризуються наявністю однієї з таких ознак:

- особлива сирість (відносна вологість повітря близько 100%, коли стеля, стіни, підлога та предмети в приміщенні вологі);
- хімічно активне середовище (приміщення, в яких постійно або тривало наявні пари або утворюються відкладення, що діють руйнівню на ізоляцію та струмопровідні частини електрообладнання);
- одночасна наявність двох або більше умов підвищеної небезпеки.

Внутрішні або зовнішні електроустановки, які експлуатуються на відкритому повітрі або під навісом, прирівнюються до електроустановок в особливо небезпечних приміщеннях. Види робіт за ступенем електробезпечності поділяються за тими самими ознаками на роботу без підвищеної небезпеки, підвищеної небезпеки та особливо небезпечну.

Клас приміщень за небезпечністю ураження струмом враховують при виборі допустимої напруги переносних світильників, яка в приміщенні без підвищеної небезпеки становить 42 В, з підвищеною небезпекою - 24 В, в особливо небезпечних - 12 В.

Основними заходами захисту від ураження електричним струмом є [18]:

- забезпечення недоступності струмопровідних частин, що перебувають під напругою, для випадкового дотику;
- електричний поділ мережі;
- усунення небезпеки ураження з появою напруги на корпусах, кожухах та інших частинах електроустаткування, що досягається захисним

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

заземленням, зануленням, захисним відключенням;

- застосування малих напруг;
- захист від випадкового дотику до струмопровідних частин застосуванням кожухів, огорож, подвійної ізоляції;
- захист від небезпеки при переході з вищої на нижчу напругу;
- контроль і профілактика пошкоджень ізоляції;
- компенсація ємнісної складової струму замикання на землю;
- застосування спеціальних електрозахисних засобів - переносних приладів і запобіжних пристроїв;
- організація безпечної експлуатації електроустановок.

До заходів з техніки безпеки при експлуатації електрообладнання відносяться організаційні та технічні засоби безпеки.

До організаційних заходів відносяться такі роботи: насамперед для безпечного проведення робіт призначають робітників, відповідальних за ці роботи; оформляють наряд або розпорядження; щоб приступити до роботи, необхідно оформити дозвіл на підготовку робочого місця і на допуск; підготувати робоче місце та допуск до роботи; установити нагляд при виконанні робіт; переведення на інше робоче місце, а також оформити перерви у роботі та її закінчення.

При технічних заходах виконують такі роботи: перевіряють необхідні відключення і приймають заходи, які перешкоджають помилковому чи самовільному вклученню комутаційної апаратури; вивішують забороняючі плакати на приводах ручного чи ключах дистанційного керування комутаційної апаратури. У випадку необхідності струмоведучі частини відгороджують; приєднують до землі переносне заземлення; перевіряють відсутність напруги на струмоведучих частинах, які необхідно приєднати до заземлення; необхідно встановити заземлення безпосередньо після перевірки відсутності напруги, повісити плакати „заземлено” на приводах комутаційних апаратів, а також огородити при необхідності робоче місце або

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

струмоведучі частини, які залишилися під напругою і вивісити на огороженні плакати безпеки.

Для захисту від ураження електричним струмом використовують такі заходи:

1. Ізоляція струмоведучих частин;
2. Розташування струмоведучих частин на недосяжній висоті;
3. Огородження струмоведучих частин;
4. Блоківки безпеки.

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

РОЗДІЛ 6

РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ПЕРВИННОЮ ОБРОБКОЮ МОЛОКА

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:

- у фізичних показниках за формулою:

$$E_i = \sum_{n=1}^{i=1} P_{BCT} \cdot K_G \cdot K_D, \quad (6.1)$$

де E_i – річні витрати електроенергії, кВт·год.;

$$\sum_{n=1}^{i=1} P_{BCT} - \text{сумарна встановлена потужність лінії, кВт; } \sum_{n=1}^{i=1} P_{BCT} = 20,6$$

кВт;

K_G – кількість годин роботи лінії на добу, *годин*; $K_G = 4$ *годин*;

K_D – кількість днів роботи лінії на рік, *дні*; $K_D = 365$ *днів*.

Споживання електричної енергії E_i визначаємо за формулою:

$$E_i = P \cdot T \cdot \kappa \cdot \kappa_o, \quad (6.2)$$

де T – час роботи обладнання, год. / рік; $T = 1460$ год. / рік.;

κ – коефіцієнт, що враховує зниження споживання електроенергії за рахунок автоматизації, $\kappa = 0,93$;

κ_o - коефіцієнт одночасності. $\kappa_o = 1,0$.

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

$$E_{\delta} = 20,6 \cdot 1460 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 30076 \text{ кВт} / \text{год};$$

$$E_n = 20,6 \cdot 1460 \cdot 1,0 \cdot 0,93 = 27970 \text{ кВт} / \text{год}.$$

Зміна витрати електроенергії визначається за формулою:

$$E_k = E_{\delta} - E_n; \quad (6.3)$$

$$E_k = 30076 - 27970 = 2106 \text{ кВт} / \text{год}.$$

У грошових одиницях зміна витрати електроенергії визначається за формулою:

$$\Gamma_{ez} = E_k - C_2, \quad (6.4)$$

де Γ_{ez} – витрати електроенергії в грошових одиницях, грн.;

C_2 – тариф на електроенергію, грн.; $C_2 = 7,8$ грн.

Витрати електроенергії для двох варіантів визначаються:

- для базового варіанту:

$$\Gamma_{ezбаз} = 30076 \cdot 7,8 = 234590 \text{ грн};$$

- варіанту, що проектується:

$$\Gamma_{ezпроект} = 27970 \cdot 7,8 = 218160 \text{ грн}.$$

Економія електроенергії в грошових одиницях від впровадження розробки:

$$\Gamma_{епр} = \Gamma_{ezбаз} - \Gamma_{ezпроект}, \quad (6.5)$$

$$\Gamma_{епр} = 234590 - 218160 = 16430 \text{ грн}.$$

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

$$\Phi_{оп} = T_{ст} \cdot K_p \cdot 12, \quad (6.6)$$

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

$T_{ст}$ – тарифна ставка за місяць, грн.;

$T_{стбаз} = 9400$ грн.; $T_{стпроект} = 9400$ грн.;

K_p – кількість робітників, які обслуговують лінію, чол.;

Таким чином, річний фонд оплати праці складає:

- для базового варіанту та для варіанту, що проектується:

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$\Phi_{ОПбаз} = 9400 \cdot 3 \cdot 12 = 338400 \text{ грн.},$$

- для варіанту, що проектується:

$$\Phi_{ОПпроект} = 9400 \cdot 2 \cdot 12 = 225600 \text{ грн.}$$

Економія з оплати праці визначається за формулою:

$$\Phi_{ЕКОП} = \Phi_{ОПбаз} - \Phi_{ОПпроект}, \quad (6.7)$$

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

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

$\Phi_{ОПпроект}$ - фонд оплати праці для варіанту, що проектується, грн.

$$\Phi_{ЕКОП} = 338400 - 225600 = 112800 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект від впровадження розробки визначається за формулою:

$$E_p = \Gamma_{еп} + \Phi_{ЕКОП}, \quad (6.8)$$

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

$$E_p = 16430 + 112800 = 129230 \text{ грн.}$$

Термін окупності при впровадженні розробки дорівнює:

$$T_{ок} = \frac{K_{\epsilon}}{E_p}, \quad (6.9)$$

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

K_B - капітальні вкладення, грн.;

E_p - річний економічний ефект, грн.

Капітальні вкладення в розробку:

$$K_{\epsilon} = K_p + K_y, \quad (6.10)$$

де K_p - вартість обладнання, грн.;

K_y - витрати на монтажні роботи, грн., 10 % K_p .

$$K_{\epsilon} = 202500 + 20250 = 222750 \text{ грн.};$$

$$T_{ок} = \frac{222750}{129230} = 1,7 \text{ року.}$$

Таким чином, термін окупності дорівнює 1,7 роки.

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
						50
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати техніко-економічних розрахунків наведені в таблиці 8.1.

Таблиця 6.1

Показники економічної ефективності

Найменування показників	Варіанти	
	базовий	проектований
Споживання електроенергії, кВт / год.	30076	27970
Зниження витрат на електроенергію, грн.	-	16430
Фонд оплати праці, грн.	338400	225600
Економічний ефект грн / рік.	-	129230
Термін окупності розробки, рік.	-	1,7

ВИСНОВКИ

1. Обґрунтована технологія та вибране технологічне обладнання цеху первинної обробки молока.

2. Вибір в якості силового електрообладнання електродвигунів серії АИР дозволив знизити споживання електроенергії за рахунок більш високих енергетичних показників двигунів даної серії та підвищити надійність системи електрифікації взагалі за рахунок більшого значення годин напрацювання на відмову порівняно з двигунами інших серій;

3. Обґрунтоване світлотехнічне обладнання цеху первинної обробки молока.

4. Розроблена системи керування первинною обробкою молока. Впровадження контролю такого параметра як рівень завантаження прийомного резервуару дозволило підвищити якість продукції за рахунок дотримання оптимальних технологічних режимів.

5. Розроблені заходи з енергозбереження та безпеки праці в цеху первинної обробки молока.

6. Завдяки впровадженню нового електрообладнання та автоматизації процесу первинної обробки молока дозволило зменшити витрати на електроенергію в розмірі 16430 грн.;

- підвищити експлуатаційні характеристики, і як наслідок надійність електрообладнання, що використовується;

- отримати економічну ефективність від впровадження 129230 грн.;

- капітальні вкладення на нове обладнання окупляться протягом 1,7 року.

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Електропривод / [Лавріненко Ю.М., Марченко О.С., Савченко П.І. та ін.]; за ред. Ю.М. Лавріненка. – К.: Ліра-К, 2009. – 504 с.
2. Електропривод і автоматизація / [Синявський О.Ю., Савченко П.І., Савченко В.В. та ін.]; за ред. О.Ю. Синявського. – К.: Аграр Медіа Груп, 2013. – 586 с.
3. Дипломне проектування енергетичних та електротехнічних систем агропромислового комплексу / Іноземцев Г.Б., Козирський В.В., Луц М.Т. та ін. – К.: Аграр Медіа Груп, 2014. – 526 с.
4. Червінський Л.С., Сторожук Л.О. Електричне освітлення та опромінення. – К.: Аграр Медіа Груп, 2011. – 214 с.
5. Довідник сільського електрика / за редакцією В.С. Олійника. – К.: Урожай, 1989 – 264 с.
6. Козирський В.В. Електропостачання агропромислового комплексу : підруч. / Козирський В.В., Каплун В.В., Волошин С.М. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 448 с.
7. Синявський О.Ю., Савченко В.В., Лавріненко Ю.М., Войтюк Д.Г., Бунько В.Я., Рамш В.Ю. Електропривод виробничих машин і механізмів. К.: ФОП Ямчинський О.В., 2020. 444 с.
8. Синявський О.Ю., Савченко В.В., Соломко Н.О. Електропривод сільськогосподарських машин. Ніжин: ПП Лисенко М.М., 2018. 572 с.
9. Правила улаштування електроустановок. - К.: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України, 2021.
10. Механізація та автоматизація у тваринництві та птахівництві/ О.С.Марченко, О.В.Дацишин, Ю.М.Лавріненко. – К.: Урожай, 1995. – 416 с.
11. Бородин И.Ф., Судник Ю.А. Автоматизация технологических процессов. – М.: Колос, 2004. – 344 с.
12. ДСТУ 2272-93 Пожежна безпека. Терміни та визначення.
13. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів /Держенергонагляд України.: - К.: Дисконт, 1995. - 260с.
14. Правила технічної експлуатації тепловикористовуючих установок і

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

теплових мереж /Держенергонагляд України.: - К.: Дисконт, 1995. - 81с.

15. Правила безпечної експлуатації електроустановок.ДНАОП1.1.10-1.01-97. Держнаглядохоронпраці України. - К.: Основа, 1997. - 265 с.

16. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. ДНАОП 0.00.1.21.-98. /Держнаглядохоронпраці України.: - К.: Основа, 1998. - 380с.

17. ДНАОП 0.00. – 1.32 – 01. Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних електроустановок. – К.: ПП „Фірма Гранмна”, 2001. – 117 с.

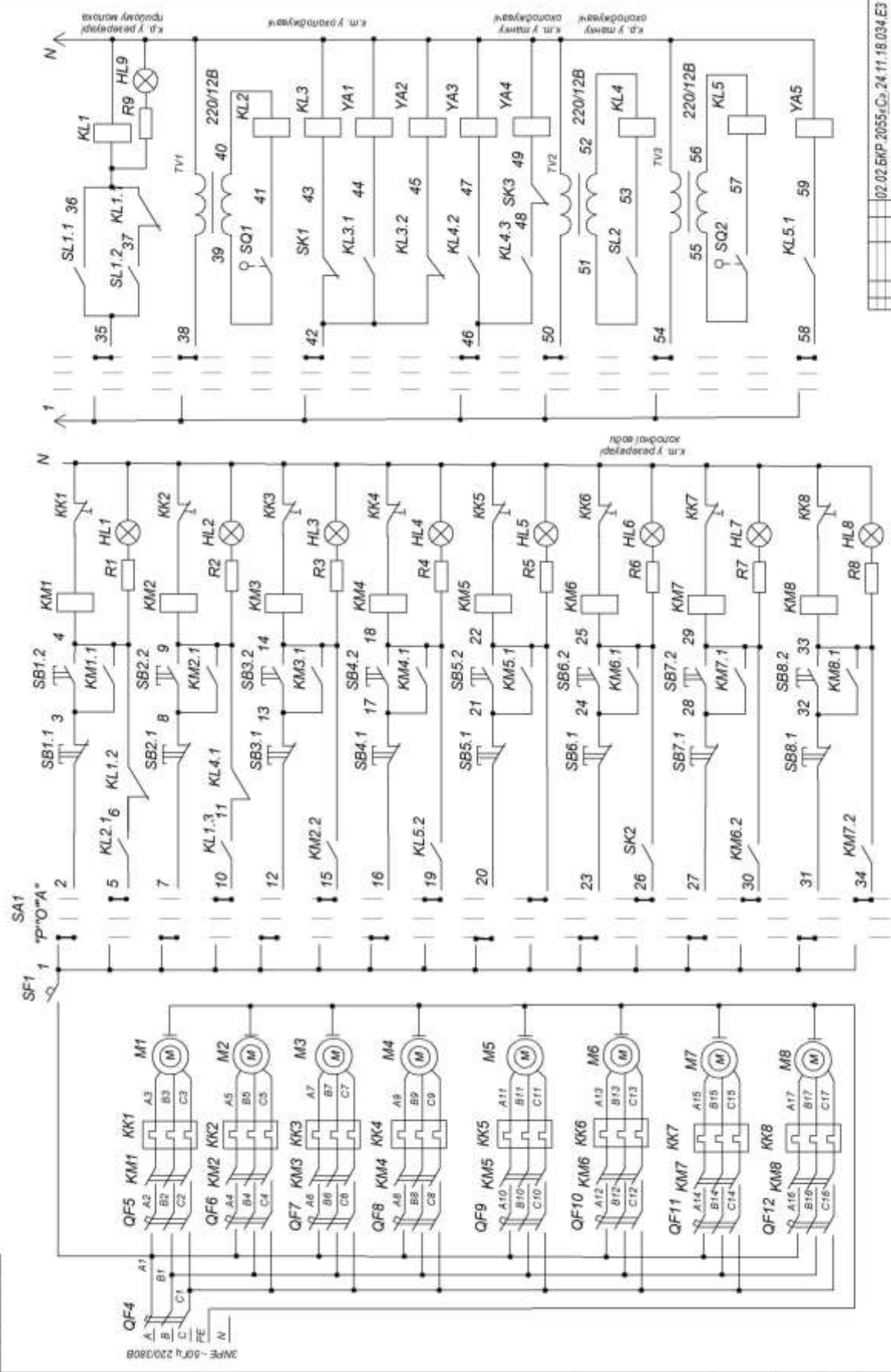
18. Лут М.Т., Мірошник О.В., Трунова І.М. Основи технічної експлуатації енергетичного обладнання АПК.: Підручник для студентів ВНЗ. – Харків: Факт, 2008. – 438 с.

19. Лут М.Т., Радько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. Безпека праці в сільських електроустановках : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів / Лут М.Т., Радько І.П., Тракай В.Г., Чміль А.І. – К.: Вид – во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2012- 430 с.

20. Корчемний М.О., Федорейко В.С., Щербань В.П. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. Тернопіль: Підручники та посібники, 2001. 984 с.

					02.02.БКР.2055«С».24.11.18.036.ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Электроника



№ документа	02.02.БРП.2055.Ср.24.11.18.034.Е3
Исполнитель	ИВСТ, ИИ ЕАЕ
Проверенный	
Утвержденный	
Дата	
Лист	1
Всего листов	1

