

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕНЕРГЕТИКИ, АВТОМАТИКИ І ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ
УДК 636.5(075)

ПОГОДЖЕНО

Директор Інституту енергетики,
автоматики і енергозбереження

Каплун В.В.

(підпис)

« » 2022 р.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

Жильцов А.В.

(підпис)

« » 2022 р.

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
на тему: «Розроблення та дослідження електрообладнання для проведення
ремонтів асинхронних двигунів»

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма «Енергетика сільськогосподарського виробництва»

Магістерська програма «Енергоінжиніринг в АПК»

Програма підготовки освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Керівник магістерської роботи
К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

Виконав

(підпис)

(підпис)

Чуєнко Р.М.

(ПІБ)

Овчаренко Я.М.

(ПІБ)

Нормоконтроль
К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

Консультант

К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

(підпис)

Книжка Т.С.

(ПІБ)

Чуєнко Р.М.

(ПІБ)

КИЇВ – 2022

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
електротехніки, електромеханіки та
електротехнологій

д.т.н., проф. _____ Жильцов А.В.

(підпис)

2022 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Овчаренку Ярославу Миколайовичу

Спеціальність 141 – електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

Освітня програма – Енергетика сільськогосподарського виробництва

Магістерська програма «Енергоінжиніринг в АПК»

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської роботи: **„Розроблення та дослідження електрообладнання для проведення ремонтів”**

затверджена наказом ректора НУБіП України від

Термін подання завершеної роботи на кафедру

Вихідні дані до магістерської роботи

«Правила улаштування електроустановок»; «Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів»; «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів».

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Провести аналіз виробничо-господарської діяльності та стану електрифікації ТОВ

«Тавнівське кар'єроуправління»

2. Виконати проектування електрифікації технологічних процесів у майстерні з ремонту автотракторної техніки

3. Провести вибір технологічного обладнання для ремонту електрообладнання

4. Виконати розрахунок системи електропостачання ремонтної майстерні.

5. Обґрунтувати заходи з монтажу та налагодження електрообладнання у майстерні з ремонту автотракторної техніки.

6. Розробити заходи з охорони праці у ремонтній майстерні.

7. Провести техніко-економічне обґрунтування електрифікації технологічних процесів у ремонтній майстерні.

Дата видачі завдання _____ 2022 р.

Керівник магістерської роботи

_____ (підпис)

Чусенко Р.М.

_____ (ПІБ)

Завдання прийняв до виконання

_____ (підпис)

Кочубей С.А.

_____ (ПІБ)

Магістерська робота: 133 с., 29 рис., 19 табл., 28 джерел.

Мета роботи. Проектування комплексної електрифікації технологічних процесів у майстерні з ремонту автотракторної техніки, удосконалення технологічних процесів обслуговування і ремонту автотракторної техніки, запровадження ефективних форм експлуатації і підвищення експлуатаційної надійності силового електрообладнання, розробка засобів для дугового зварювання на базі асинхронного генератора із вентильним збудженням.

Об'єкт дослідження. Технологічне обладнання майстерні з ремонту та технічного обслуговування автотракторної техніки, технічні засоби для дугового зварювання на базі асинхронного генератора із вентильним збудженням.

Предмет дослідження. Процеси в силовому електрообладнанні та його технічний стан, технічні засоби для дугового зварювання на базі асинхронного генератора із вентильним збудженням, технологічні процеси технічного обслуговування та ремонту автотракторної техніки.

Методи дослідження. Під час виконання роботи застосовані метод ефективного числа електроприймачів при розрахунку навантаження майстерні з ремонту силового електрообладнання, метод коефіцієнту використання світлового потоку, точковий та питомої потужності при розрахунку електричного освітлення, метод коефіцієнта використання при розрахунку заземлювального пристрою споживчої трансформаторної підстанції та інші методи виконання електричних розрахунків.

У випускній магістерській роботі на тему: «Удосконалення технологічних процесів у ремонтній майстерні ТОВ «Пальнівське кар'єроуправління» Черкаської області» на достатньому методичному та інженерному рівні вирішені питання: електрифікації технологічних процесів у майстерні з ремонту та обслуговування автотракторної техніки; розробки питань енергопостачання та енергозбереження; розробки засобів для дугового зварювання на базі асинхронного генератора із вентильним збудженням; організації охорони та безпеки праці на пункті технічного обслуговування.

Проведений розрахунок електроприводу, взяті відповідні електродвигуни. Здійснено розрахунок та вибір апаратів керування і захисту та перевірка їх по умовам відповідності.

Здійснений розрахунок освітлення, проведено розрахунок основного приміщення методом коефіцієнта використання світлового потоку, а також у

допоміжних приміщеннях методом питомої потужності. Проведено вибір проводів, кабелів та освітлювальних щитів, ламп та світильників.

Положення що виносяться на захист:

- Вибір технологічного обладнання різних технологічних процесів на дільниці ремонту та технічного силового електрообладнання;

- Розрахунок та вибір електротехнічного обладнання різних технологічних процесів на дільниці ремонту та технічного силового електрообладнання;

- Розрахунок електроосвітлення і вибір освітлювальних установок;

- Розрахунок електричних навантажень, вибір джерел живлення і розрахунок зовнішніх електричних мереж;

- Організація обліку та раціонального використання електроенергії;

- Заходи з охорони праці та пожежної безпеки.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Вступ

5

1. ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА І СТАН ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ПІДПРИЄМСТВА

6

1.1 Виробничо-господарська характеристика господарства

6

1.2 Стан електрогосподарства підприємства

8

1.3 Характеристика виробничого об'єкту і вихідні дані для виконання магістерської роботи

9

1.4 Вихідні дані для проектування електрифікації технологічних процесів у ремонтній майстерні

9

2. ЕЛЕКТРИФІКАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У РЕМОНТНІЙ МАЙСТЕРНІ

12

2.1 Характеристика технологічних процесів

12

2.2 Види основного технологічного і силового електрообладнання

13

2.3 Вибір технологічного обладнання

16

2.4 Вибір і перевірка електропривода до силового електрообладнання

19

2.5 Вибір пуско-захисної апаратури

26

2.6 Розрахунок і вибір внутрішніх силових електропроводок. Вибір розподільчих пристроїв

27

2.7 Розрахунок електричного освітлення ремонтної майстерні

29

2.8 Розрахунок і вибір освітлювальних проводок. Вибір освітлювальних щитів

35

2.9 Захист трифазних асинхронних двигунів від роботи на двох фазах

37

3. РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

41

3.1 Споживачі реактивної потужності

41

3.2 Баланс реактивної потужності асинхронного двигуна

42

3.3 Розрахунки плати за перетоки реактивної електроенергії за наявності його обліку

47

3.4 Експериментальне дослідження індивідуальної ємнісної компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів

56

4. ПІДРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ І ОБГРУНТУВАННЯ ПОТУЖНОСТІ ТП

62

4.1 Підрахунок електричних навантажень і вибір джерела живлення

62

4.2 Розрахунок зовнішніх електричних мереж

67

4.3 Перевірка можливості пуску і нормальної роботи асинхронних електродвигунів

69

4.4 Перевірка апаратів захисту за граничною вимикаючою здатністю

73

5. ОРГАНІЗАЦІЯ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ	76
5.1 Прийом електромонтажних робіт. Організація ремонтної служби	76
5.2 Визначення об'єму ремонтних робіт та кількості обслуговуючого персоналу	77
5.3 Облік і раціональне використання електричної енергії	81
5.4 Споживання та визначення втрат електричної енергії	82
6. ОХОРОНА ПРАЦІ	85
6.1 Перелік основних нормативних документів	85
6.2 Аналіз стану безпеки праці у господарстві	88
6.3 Розробка заходів, щодо усунення небезпечних та шкідливих виробничих факторів	93
7. РОЗРАХУНОК ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ	
Висновок	113
Список літератури	114

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

НУБІП України

Сільське господарство являється розвинутою галуззю народного господарства. Розвиток супроводжується збільшенням споживання

електроенергії, в загальному балансі якої значну і швидко зростаючу частину

НУБІП України

займає електрична енергія. З всіх видів енергії вона найбільш легко транспортується, перетворюється і використовується. З кожним роком з'являється все більше методів і технологій їх використання.

Намічено прискорити розвиток індустріальної бази сільського

НУБІП України

господарства, а також продовжити його технічну переозброєність, на базі нової техніки. Крім цього необхідно підвищити матеріально-технічне постачання сільського господарства.

Одним з найбільш діючих засобів утримання в належному технічному

НУБІП України

стані і продовженні строку служби машинно-тракторного парку являється своєчасне і якісне технічне обслуговування і ремонт. Існуюча організація ремонту тракторів та іншої сільськогосподарської техніки передбачає створення ремонтних підприємств, які все більше спеціалізуються.

В даний час реконструюються діючі ремонтні підприємства з урахуванням

НУБІП України

можливості застосування передової технології ремонту і автоматизації технологічних процесів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

1 ВИРОБНИЧО-ФІНАНСОВА ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПАНІЇ ТА СТАН ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ

1.1 Виробничо-економічна характеристика сільського господарства

НУБІП України

Клімат у цій місцевості помірно вологий. Середня кількість опадів становить 500 ... 550 мм на рік. Найбільше їх припадає на червень-липень. Середньорічна температура $+8,1^{\circ}\text{C}$. Максимальна температура найтеплішого місяця (липень) $+36^{\circ}\text{C}$. Найнижча температура в найхолоднішому місяці (січень) - мінус 28°C . Осінь переважно суха і тепла. Найперші заморозки бувають 15 жовтня, а останні 15 листопада. Літо характеризується великою кількістю сонячних днів. Ґрунт переважно чорнозем.

НУБІП України

В межах господарства рельєф місцевості бідний у розрізі. В зоні розподілу електроенергії, де розташована ферма, один раз на 10 років переважають такі кліматичні умови:

- з вітром II;
- залежно від товщини крижаної стінки III;

НУБІП України

Підприємство виробляє борошно та висівки (табл. 1.1). За рік підприємство переробляє 38-40 тис. тонн зерна пшениці та отримує 25 тис. тонн борошна.

НУБІП України

НУБІП України

1.2 Стан енергетичного господарства підприємства

На території підприємства встановлено шість споживчих трансформаторів загальною потужністю 3690 кВА. Стан трансформаторних станцій задовільний.

Резервні джерела живлення відсутні.

Для здійснення всіх видів технологічних процесів у виробництві ферми встановлено 500 електродвигунів загальною потужністю 1100 кВт.

Зовнішні електромережі на території підприємства прокладені кабелями в землі.

Зовнішнє освітлення здійснюється світильниками, оснащеними лампами ДРЛ.

Для розрахунків електроенергії використовуються лічильники активної енергії типу Альфа А1Р-1-ОЛ-С4-Т, повірені кожні 8 років.

Силова прокладка виробничих цехів здійснюється кабелем марки АВВГ, а розводка внутрішнього освітлення – кабелями та трубами марки АПВ.

1.3. Характеристика виробничого цеху та довідкова інформація для дипломної роботи

В господарстві є майстерня, де ремонтують і обслуговують трактори, автомобілі та енергетичні пристрої. Рівень електрифікації технічних процесів цеху є недостатнім, зокрема, відсутній відділ діагностики транспортних засобів, що ускладнює своєчасне проведення техогляду та пошук несправностей та технічних проблем.

У зоні ремонтно-монтажних робіт важка техніка також не переміщується електролебідкою.

На глухих станціях, обладнаних застарілим технологічним обладнанням, проводяться поточні ремонтні роботи.

Враховуючи вищезазначені умови, в дипломній роботі передбачається електрифікація та автоматизація технічних процесів за рахунок реконструкції цеху та використання нового технічного обладнання.

Вихідними даними для магістерської роботи є матеріали опитування підприємства та завдання відділу.

1.4 Вступні відомості для планування електрифікації технічних процесів в цеху

Для безперервного ремонту та обслуговування тракторів, автомобілів та іншої техніки на підприємстві побудовано цех з виробничою частиною 864 м².

Цех отримує електроенергію від КПП 400 кВА по кабельній лінії.

Внутрішня електропроводка виконана з дроту марки АПВ в сталевих трубах і кабелю АВВГ. Розподіл енергії в цеху здійснюється комутаційними апаратами типу ПР-9242, ОПУ-62 та ін.

Електричні кабелі приймачів захищені автоматичними вимикачами типу ВА-51 і запобіжниками типу ПН-2. Електродвигуни машин і апаратів управляються магнітними пускачами типу ПМЛ.

Освітлювальна мережа виконана з проводу АПВ і кабелю АВВГ в оболонках. В адмінбудівлі проводка виконана під штукатурку кабелями АПВ та АППВ.

Встановлені на ремонтній станції люмінесцентні лампи дають значну кількість електроенергії.

Заземлення технічних пристроїв здійснюється за допомогою сталевого стрижня перетином 25x3 мм. Як заземлювачі використовуються нульовий провідник, металеві конструкції будівлі, оболонка кабелю та сталеві труби.

Блискавкозахист повітряної лінії, до якої підводиться електроенергія, а також блискавкозахист самої будівлі здійснюється відповідно до вимог ПУЕ, ПБЕЕС та інструкцій з організації блискавкозахисту будівель і споруд. структура.

При проведенні розрахунків враховуються кліматичні умови, характерні для даної місцевості, і умови навколишнього середовища всередині кожного приміщення. Ці умови визначають вибір електрообладнання, спосіб його захисту та спосіб монтажу електричних кабелів.

Класи та категорії цехових приміщень узагальнено в таблиці І.

Таблиця 1 - Категорії та класи цехових виробничих приміщень

Найменування приміщень	Категорія за умовами навколишнього середовищем	Клас по можливості ураження електричним струмом	Категорія приміщення за блискавозахист.	Клас вибухо і пожежо безпеки приміщень	Ступінь вогнестійкості	Характеристика матеріалів та конструкцій	Категорія по вибухо і пожежо безпеки
Ділянка миття і розбирання	особливо-вологе	особливо-небезпечне	III	-	II	неспа-лим	Д
Дільниця діагностування і ТО	сухе	підвищ. небезпеки	-/-	П-20	-/-	-/-	Д
Ремонтно-монтажна дільниця	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	Г
Дільниця ремонту автотракторних двигунів	-/-	-/-	-/-	П-1	-/-	-/-	Г
Дільниця випробувань і регулювання паливної апаратури	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	А
Дільниця відновлення зношених деталей	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	Г
Дільниця заправки і обкатки машин	-/-	-/-	-/-	П-20	-/-	-/-	А
Дільниця ремонту силового електрообладнання	-/-	-/-	-/-	П-11	-/-	-/-	Г
Кислотна	-/-	особливо-небезпечне	-/-	-/-	-/-	-/-	А
Дільниця заряджання акумуляторів	-/-	підвищ. небезпеки	-/-	В-1а	-/-	-/-	Г
Слюсарна дільниця	-/-	особливо-небезпечне	-/-	П-11	-/-	-/-	Г
Склад запчастин	запилене	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	Г
Слюсарно-механічна дільниця	сухе	-/-	-/-	П-1	-/-	-/-	Г
Дільниця ремонту с.-г. машин	-/-	підвищ. небезпеки	-/-	-/-	-/-	-/-	Г
Зварювальна дільниця	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	-/-	Г
Ковальська дільниця	-/-	-/-	-/-	П-4	-/-	-/-	Г

2 ПЛАНУВАННЯ ЕЛЕКТРИФІКАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ

ЦЕХУ

НУБІП України

2.1 Характеристика технічних процесів

У цеху, який являє собою будівлю розміром 48 x 18 метрів, ремонтують трактори, автомобілі та інші сільськогосподарські машини. Standard 816-218 Workshop Design пропонує сучасні ремонтні роботи,

включаючи:

- агрегатно-вузловий спосіб поточного ремонту машин і апаратів;
- механізація підйомно-транспортних робіт і трудомістких процесів;

Технологічний процес ремонту починається з очищення машин від бруду, їх промивання, зливу відпрацьованого масла і продування порожнин машини паром або стисненим повітрям.

Після очищення та часткового розбирання машини надходять на ремонтно-монтажну дільницю, де апарати повністю розбирають на вузли та деталі та передають краном до пральної машини OM-4610. Після миття їх направляють на відповідні стенди для ремонту та випробування на спеціальних стендах.

Відремонтовані машини надходять на станцію заправки та обкатки, де заправляються маслом O3-4967 зі стаціонарної змащувальної станції та паливом з ТРК-40. Тут перевіряється спільна робота вузлів і агрегатів машин.

Остаточна заправка і обкатка машин відбувається поза цехом.

У майстерні є спеціальна установка для зарядки акумуляторів та запуску двигунів у холодну пору року, що значно скорочує витрати праці та полегшує роботу слюсарів.

Обслуговування машини відбувається у відділі діагностики та обслуговування.

2.2 Типи основних технічних і енергетичних пристроїв

НУБІП України

З метою підвищення якості роботи, підвищення ефективності роботи і зниження собівартості продукції в цеху повинні бути встановлені сучасні технічні пристрої з електроприводом, ступінь автоматизації яких повинен бути достатньо високим.

До переліку найважливіших технічних пристроїв майстерні входять:

- пароструминний очисний пристрій;
- 03-4610 постійна мастильна колонка;
- компресорна установка КУ-150;
- крани підвісні АЗ-108-9-6;
- електропідйомник ТЕЗ-511;
- установка для діагностики двигунів тракторів К У-4935;
- пральна машина ОМ-4610;
- стенд для розбирання та складання візків підвіски трактора;
- свердлильний прес;
- випробувальний стенд К У-968;
- Вентилятори відцентрові типу Ц4-70;
- кулемет А-580М;
- установка для регенерації шийок колінчастих валів ОКС;
- шліфувальна машина ОПР-1041;
- станок для шліфування фаз клапанів ПГ-823;
- Стенд для випробувань паливної апаратури К У-521.

Характеристики електродвигунів технічного обладнання, що використовується в цеху, представлені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 Перелік технічних пристроїв з живленням від електроенергії

Назва обладнання	Електродвигун							Апарат керування і захисту	
	Тип	К-ть (шт.)	P _{ном} кВт	n, об/хв	I, А	ккд, %	cos φ	Тип ел.маг. пускача	Тип тепл. реле
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. Очищувач пароводоструменевий	AHP80B2Y2	1	2,2	2850	4,7	83,0	0,87	ПМЛ1220О4А	РТЛ1010-О4
2. Стационарний пост змащування ОЗ-4967	AHP100A6Y2	3	2,2	945	5,6	81,0	0,74	ПМЛ1220О4А	РТЛ1012-О4
3. Електро механічний пост змащування	AHP71B6Y2	1	0,55	915	1,74	68,5	0,71	ПМЛ1220О4А	РТЛ1007-О4
4. Установка для діагностування двигунів тракторів КИ-4935	АКБ-82-4У3	1	55	1430	98,5	87,5	0,88	ПМЛ6220О4А	РТЛ3125-О4
5. Машина для миття ОМ-4610	AHP132S4Y2	1	7,5	1440	15,1	87,5	0,86	ПМЛ2220О4А	РТЛ1021-О4
6. Стенд для ремонту підкарок тракторів	AHP132S4Y2	1	7,5	1440	15,1	87,5	0,86	ПМЛ2220О4А	РТЛ1021-О4
7. Стенд для шліфування фасок клапанів ПТ-823	AHP71A4Y2	1	0,55	1360	1,7	70,5	0,7	ПМЛ1220О4А	РТЛ1007-О4
8. Універсальний станок для притирання фасок клапанів ОНР-1041	AHP80B6Y2	1	1,1	920	3,05	74,0	0,74	ПМЛ1220О4А	РТЛ1008-О4
	AHP71B6Y2	1	0,55	915	1,74	68,5	0,70	ПМЛ1220О4А	РТЛ1007-О4
9. Компресорна установка КУ-150	AHP100L4Y2	1	4,0	1410	8,6	85,0	0,84	ПМЛ1220О4А	РТЛ1010-О4
10. Автомат наплавний А-580М	АКД 4-3У2	1	0,2	1450	0,7	75,0	0,68	ПМЛ1220О4А	РТЛ1005-О4
11. Установка для відновлення шийок колінвалів ОКС	AHP132S4Y2	1	7,5	1440	15,1	87,5	0,86	ПМЛ2220О4А	РТЛ1021-О4
12. Установка для заряджання акумуляторних батарей і пуску двигунів	---	1	42 кВА	---	200	---	---	---	---
13. Універсальний стенд для випробування паливної апаратури КИ-521	AHP80B4Y2	1	1,5	1395	3,52	78,0	0,83	ПМЛ1220О4А	РТЛ1008-О4
14. Стенд обкатувально-гальмівний	AHP250S6Y2	1	45	950	87	92,5	0,87	ПМЛ6220О4А	РТЛ3105-О4
15. Паливно-роздавальна колонка ТК-40	AHP63B4Y2	2	0,37	1320	1,2	68,0	0,70	ПМЛ1220О4А	РТЛ1006-О4
16. Станок заточний настільний ЗТ-62	AHP56B2Y2	2	0,25	2770	0,74	68,0	0,77	ПМЛ1220О4А	РТЛ1005-О4
17. Станок свердильний настільний НС-12	AHP71B2Y2	1	0,55	920	1,74	67,5	0,71	ПМЛ1220О4А	РТЛ1007-О4
18. Трансформатор для паяння проводів	---	1	5 кВА	---	22,8	---	---	---	---

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
19. Універсальний стелт КИ-968	АНР90А4У2	1	2,2	1410	5,0	80,0	0,83	ПМЛ1220О4А	РТЛ1010-О4
20. Селеновий випрамляч	---	1	4,0	---	6,1	---	---	---	---
21. Електродистиллятор Д-1	---	1	1,6	---	7,3	---	---	---	---
22. Вертикально-свердильний станок	АНР100Л6У2	1	2,2	950	5,65	81,0	0,73	ПМЛ1220О4А	РТЛ1012-О4
23. Комбінований станок	АНР56А4У2	1	2,2	950	5,65	81,0	0,73	ПМЛ1220О4А	РТЛ1012-О4
24. Токарно-гвинторізний станок	АНР100Л6У2	1	3,0	1410	6,7	82,0	0,83	ПМЛ1220О4А	РТЛ1012-О4
25. Стелт для обкатки с. г. машин	АНР100С4У2	1	7,5	1440	15,1	87,5	0,86	ПМЛ1220О4А	РТЛ1021-О4
26. Пристрій для обкатки задніх мостів	АНР132С4У2	1	7,5	1440	15,1	87,5	0,86	ПМЛ1220О4А	РТЛ1021-О4
27. Молот пневматичний	АНР132М4У2	1	11,0	1450	22,0	87,5	0,87	ПМЛ2220О4А	РТЛ1022-О4
28. Ел.шліфувальна машина	АНР71В2У2	1	1,1	2890	2,48	77,5	0,87	ПМЛ1220О4А	РТЛ1008-О4
29. Обдирочно шліфувальний станок	АНР100Л4У2	1	4,0	1410	8,6	85,0	0,84	ПМЛ1220О4А	РТЛ1014-О4
30. Вентилятор дуттєвий	4АНР56В4У2	1	0,18	1350	0,63	64,0	0,68	ПМЛ1220О4А	РТЛ1004-О4
31. Кран підвісний АЗ-108-9-6	АНР112М4У2	3	5,5/2	1425	11,5	85,0	0,85	ПМЛ2511О4А	РТЛ1016-О4
32. Лебідка електрична	АНР112М4У2	3	5,5/2	1425	11,5	85,0	0,83	ПМЛ2511О4А	РТЛ1016-О4
33. Витяжна система ВУ-15	АНР71А4У2	1	0,55	1360	1,7	70,5	0,70	ПМЛ1220О4А	РТЛ1007-О4
34. Витяжна система ВУ-14	АНР71А4У2	1	0,55	1360	1,7	70,5	0,70	ПМЛ1220О4А	РТЛ1007-О4
35. Витяжна система ВУ-13	АНР71А4У2	1	0,55	1360	1,7	70,5	0,70	ПМЛ1220О4А	РТЛ1007-О4
36. Витяжна система ВУ-12	АНР80А6У2	1	0,75	920	2,25	69,0	0,74	ПМЛ1220О4А	РТЛ1007-О4
37. Витяжна система ВУ-11	АНР71А4У2	1	0,55	1360	1,7	70,5	0,70	ПМЛ1220О4А	РТЛ1007-О4
38. Витяжна система ВУ-10	АНР71А4У2	1	0,55	1360	1,7	70,5	0,70	ПМЛ1220О4А	РТЛ1006-О4
39. Витяжна система ВУ-9	АНР71А6У2	1	0,37	915	1,31	64,5	0,86	ПМЛ1220О4А	РТЛ1006-О4
40. Витяжна система ВУ-8	АНР71А6У2	1	0,37	915	1,31	64,5	0,86	ПМЛ1220О4А	РТЛ1006-О4
41. Витяжна система ВУ-7	АНР63В2У2	1	0,55	2730	1,33	75,0	0,85	ПМЛ1220О4А	РТЛ1006-О4
42. Витяжна система ВУ-6	АНР80А6У2	1	0,75	920	2,25	69,0	0,65	ПМЛ1220О4А	РТЛ1007-О4
43. Витяжна система ВУ-5	АНР63А4У2	1	0,25	1320	0,83	68,0	0,67	ПМЛ1220О4А	РТЛ1005-О4
44. Витяжна система ВУ-4	АНР71В4У2	1	0,75	1365	2,2	73,0	0,73	ПМЛ1220О4А	РТЛ1007-О4
45. Витяжна система ВУ-3	АНР71В4У2	1	0,75	1365	2,2	73,0	0,73	ПМЛ1220О4А	РТЛ1007-О4
46. Витяжна система ВУ-2	АНР80А4У2	1	1,1	1395	2,75	75,0	0,81	ПМЛ1220О4А	РТЛ1008-О4
47. Витяжна система ВУ-1	АНР71В4У2	1	0,75	1365	2,2	72,0	0,73	ПМЛ1220О4А	РТЛ1007-О4

2.3 Вибір технічного обладнання

Для забезпечення санітарно-гігієнічних умов праці в усіх приміщеннях цеху встановлено системи вентиляції.

Природна вентиляція використовується в тих випадках, коли за встановленими нормами коефіцієнт вентиляції приміщення нижче 3. У приміщеннях з коефіцієнтом вище 3 передбачається використання примусової або комбінованої системи вентиляції.

Наведемо вибір технічного обладнання цеху як приклад розрахунку настільної системи вентиляції для зварювальних робіт у кузні та на зварювальному посту.

У розрахунках використовуємо норми вентиляції, визначені СНиПМЗ-86.

Необхідна вентиляція на годину визначається за формулою:

$$L_n = V K_v, \text{ м}^3/\text{год} \quad (2.3.1)$$

де, $V = 50,5 \text{ м}^3$ - об'єм приміщення, для якого він розрахований система кондиювання;

K_v - швидкість вентиляції. Вентиляція для ділянки система повинна забезпечувати провітрювання 2 ... 2,5 рази на годину. Припустимо $K_v = 2,5$.

$$L_n = 50,5 \cdot 2,5 = 126,25 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Місцевий відведення повітря на робочому місці виконується у вигляді витяжки.

Кількість видаленого з шафи повітря визначається за формулою:

$$L_{sh} = 3600 v_{сер} F, \text{ м}^3 / \text{год} \quad (2.3.2)$$

де, $v_{сер}$ - середня швидкість повітря в робочому отворі, $v_{сер} = 1,5 \text{ м} / \text{с}$;
 F - площа перерізу робочого отвору, $F = 0,6 \text{ м}^2$.

$L_{ш} = 3600 \cdot 1,5 \cdot 0,6 = 3240 \text{ м}^3 / \text{год}$
 Для зварювального пункту приймаємо шафу розміром $2020 \times 800 \times 2100$.

Кількість повітря, що видаляється з шафи, становить $3240 \text{ м}^3 / \text{год}$.

Загальна вентиляція визначається:

$$\sum L = L_n + L_{ш}, \text{ м}^3 / \text{год} \quad (2.3.3)$$

$$\sum L = 126,25 + 3240 = 3366,25 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Видалення повітря з приміщення відбувається у верхній або нижній зоні.

Для розмірів витяжки прийнятний повітропровід з оцинкованої сталі з квадратним перетином $276 \times 276 \text{ мм}$.

Опір каналної мережі визначається за формулою.

$$H_c = 0,0825 \cdot \left(\lambda \cdot \frac{l}{d} + \sum \beta \right) \frac{L^2 \cdot \gamma}{d^4}, \text{ кг} / \text{м}^2 \quad (2.3.4)$$

де λ - коефіцієнт опору на прямих ділянках мережі, $\lambda = 0,015$ [5];

l - довжина швелера, $l = 7$ мільйонів;

d - діаметр каналу. Для квадратних каналів

береться рівний діаметр. У нашому випадку ми приймаємо

$d = 0,315 \text{ м}^2$;

L - секундна витрата повітря, $\text{м}^3 / \text{с}$, $L = 3371,1 \text{ м}^3 / \text{год} = 0,94 \text{ м}^3 / \text{с}$;

γ - щільність повітря в повітропроводі, $t = 180\text{С}$ - $\gamma = 1,21 \text{ кг} / \text{м}^3$;

$\sum \beta$ - сума місцевих коефіцієнтів опору;

$$\sum \beta = \beta_1 + \beta_2 + \beta_3 + \beta_4 + \beta_5 + \beta_6 + \beta_7, \quad (2.3.5)$$

де β_1 - коефіцієнт опору кінцевого дзвона з кутом $\alpha = 60^\circ$, $\beta = 0,22$ [5];

β_2 і β_4 - коефіцієнти контактного опору, $\beta_2 = \beta_4 = 0,25$;

β_3 і β_5 - коефіцієнти опору бічних входів, $\beta_3 = \beta_5 = 0,25$;

β_6 - коефіцієнт опору для прямокутного трикутника, $\beta_6 = 1,0$;

НУБІП УКРАЇНИ

β_7 – коефіцієнт лобового опору звичайної парасольки, $\beta_7 = 1,3$.

$$\sum \beta = 0,22 + 0,25 + 0,6 + 0,25 + 0,6 + 1,0 + 1,3 = 4,22$$

$$H_c = 0,0825 \cdot (0,015 \cdot \frac{7,0}{0,315} + 4,22) \cdot \frac{0,94^2 \cdot 1,21}{9,84 \cdot 10^{-3}} = 40,82 \text{ кг/м}^2$$

НУБІП УКРАЇНИ

Знижений тиск, який повинен створювати вентилятор, визначається формулою:

$$P = H_c \cdot \frac{273+t}{273+t_1}, \text{ кг/м}^2 \quad (2.3.6)$$

НУБІП УКРАЇНИ

де t – розрахункова температура приміщення, $t = 200\text{C}$;
 t_1 – температура повітря в системі, $t_1 = 180\text{C}$;

НУБІП УКРАЇНИ

$$P = 40,9 \cdot \frac{273+20}{273+18} = 41,2 \text{ кг/м}^2$$

З урахуванням підсосу повітря подачу вентилятора слід збільшити на 10% порівняно з розрахунковою (вимога СНиП 11-17-62):

НУБІП УКРАЇНИ

$$L_g = 1,1 \cdot 3366,25 = 3702,9 \text{ м}^3 / \text{год}$$

Залежно від заданого тиску і фактичної подачі повітря виберемо радіальний вентилятор типу Ц4-70 №5.

Його доставка $L_g = 1,43 \cdot 8,3 \text{ м}^3 / \text{год}$, наголос $P = 180 \cdot 830 \text{ Па}$;

НУБІП УКРАЇНИ

$n = 930 \dots 1420 \text{ об/хв}$; $P = 1,0 \dots 1,7 \text{ кВт}$.

Таблиця 3.2 Цехова витяжна вентиляція

НУБІП УКРАЇНИ

Найменування обладнання	К-ть повітря, що видаляється		Тип електроприладу	Тип місця розташування	Кількість	Тип вентилятора
	віднош.	всього				
Очищувач пароводоструменевий	1500	1500	АІР71В4У2	Витяжна шафа	1	Ц4-70№3
Ванна для загартовування	1750	1750	АІР80А6У2	Витяжна шафа	1	Ц4-70№4
Спін для паяння радіаторів	3900	3900	АІР80А4У2	Витяжна шафа	1	Ц4-70№5
Шафа для зберігання електроліту	1010	1010	АІР63В4У2	Витяжна шафа	1	Ц4-70№3
Машина для миття	170	170	АІР63А4У2	Витяжна шафа	1	Ц4-70№2
Ванна для миття деталей в гасі	600	600	АІР63А4У2	Витяжна шафа	1	Ц4-70№2,5
Електроувлажнювач	620	620	АІР63А4У2	Витяжна шафа	1	Ц4-70№2,5
Ванна для миття деталей	1370	1370	АІР71В4У2	Витяжна шафа	1	Ц4-70№3
Спін для електрозварювальних робіт	3700	3700	АІР80А4У2	Витяжна шафа	1	Ц4-70№5
Горн кувальний	4500	4500	АІР80А4У2	ЗОНТ з ТТ	1	Ц4-70№5
Верстак для збирання і розбирання агрегатів	1970	1970	АІР80А6У2	ПРВ	1	Ц4-70№4
Обдирально-шліфувальний верстат	1400	1400	АІР63А4У2	ЗІЛ-900М	1	Ц4-70№3

Результат технічного обладнання подається в готовому вигляді.

2.4. Вибір і контроль електричної роботи електротехнічних пристроїв великої потужності

Вибір електросилового обладнання наведемо як приклад розрахунку споживання електроенергії вентилятора Ц4-70№5, який розташований у витяжному блоці зварювальної шафи ВУ-2.

Встановлена потужність двигуна електроенергії визначається за формулою:

$$P_v = \frac{N_s \cdot I_o \cdot P}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_s \cdot \eta_n \cdot \eta_{\text{вн}}} \text{ кВт} \quad (2.4.1)$$

де K_z – коефіцієнт запасу потужності, $K_z = 1,2$;

P – знизений тиск, викликаний вентилятором, $P \in 41,1 \text{ кг/м}^2$

[див. пункт 2.3];

L_d – фактична споживана потужність вентилятора, $L_d = 3702,9 \text{ м}^3 / \text{год}$

[див. пункт 2.3];

η_e – вентилятор ККД, $\eta_e = 0,6$;

η_n – Перекази ККД, $\eta_n = 1$;

$\eta_{n_{i0}}$ – підшипники ККД, $\eta_{n_{i0}} = 0,98$.

$$P_y = \frac{1,2 \cdot 3702,9 \cdot 41,1}{3600 \cdot 102 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 0,98} = 0,92 \text{ кВт}$$

Двигун вентилятора працює в режимі тривалої роботи з постійним навантаженням

Номінальна потужність електродвигуна вибирається виходячи з умов:

$$P_{\text{ном}} \geq P_y$$

Для приводу вентилятора AIR80A4U2 вибираємо електродвигун з такими параметрами:

потужність - $P_n = 1,1 \text{ кВт}$

частота обертання - $n_n = 1395 \text{ об/хв}$;

номінальний струм - $I_n = 2,75 \text{ А}$.

Відповідно до ГОСТ 2479-79 затверджено методику проектування та монтажу електродвигуна IM1001.

Перевіримо електродвигун за умовами пуску зниженої напруги та з урахуванням розкиду параметрів електродвигуна.

Визначасмо час пуску графоаналітичним методом та перевірємо нагрів електродвигуна під час пуску.

Розраховано механічні властивості вентилятора. Для цього

використовуємо формулу:

$$M_c = M_{\infty} + (M_{cu} + M_{co}) \cdot \left(\frac{\omega}{\omega_n}\right)^X, \text{ Н} \cdot \text{м}, (2.4.2)$$

де M_{so} – статичний момент переміщення заготовки, який не залежить від зміни швидкості, Н·м;

M_{sn} – статичний момент опору вентилятора на номінальній швидкості, Н·м;

ω – миттєве значення кутової швидкості, с⁻¹;

n – номінальне значення кутової швидкості, с-1;

B – коефіцієнт, що характеризує ступінь залежності моменту статичного опору від швидкості. Для любителів $\kappa = 2$.

$$M_{sn} = 9550 \cdot \frac{P_y}{n_n}, \text{ Нм (2.4.3)}$$

$$M_{sn} = 9550 \cdot \frac{0,77}{1395} = 5,27 \text{ Нм}$$

$$\omega_n = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_n}{60}, \text{ p-1 (2.4.4)}$$

$$\omega = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 1395}{60} = 146 \text{ с}^{-1}$$

$$M_{\omega} = 0,15 \cdot M_{sn}, \text{ Нм (2.4.5)}$$

$$M_{\omega} = 0,15 \cdot 5,27 = 0,79, \text{ Нм}$$

Результати розрахунків зведені в таблицю 2.4

Таблиця 2.4 Відомості про розрахункові механічні властивості вентилятора

$\omega, \text{ с}^{-1}$	0	31,4	62,8	94,2	125,1	146	157
$M_{\omega}, \text{ Н·м}$	0,79	0,99	1,61	2,65	4,08	5,27	5,97

Використовуючи каталожні дані нашого електродвигуна, ми розраховуємо його механічні властивості.

AIR80A4U2:

$P_n = 1,1 \text{ кВт}$; $n_n = 1395 \text{ об / хв}$; $I_n = 2,75 \text{ А}$; $\eta = 75\%$; $\cos \varphi = 0,81$;

$i_{\text{старт}} = 2,2$; $m_{\text{км}} = 1,6$; $m_{\text{мак}} = 2,2$; $\text{СГ} = 5,5$; $J_{\text{др}} = 0,0032 \text{ кг·м}^2$.

$$M_n = 9550 \cdot \frac{P_n}{n_n}; M_n = 9550 \cdot \frac{11}{1395} = 7,5 \text{ Нм}$$

$$M_{\max} = \mu_{\max} \cdot M_n; M_{\max} = 2,2 \cdot 7,5 = 16,56 \text{ Нм}$$

$$M_{\min} = \mu_{\min} \cdot M_n; M_{\min} = 1,6 \cdot 7,5 = 12 \text{ Нм}$$

$$M_{\text{пуск}} = \mu_{\text{пуск}} \cdot M_n; M_{\text{пуск}} = 2,2 \cdot 7,5 = 16,56 \text{ Нм}$$

Номинальне ковзання двигуна визначається за формулою:

$$s_n = \frac{n_c - n_n}{n_c} \quad (2.4.6)$$

де n_s – синхронна частота обертання вала електродвигуна,

так званий 1500 об/хв.

n_n – номінальна частота обертання вала електродвигуна.

$$s_n = \frac{1500 - 1395}{1500} = 0,07$$

Ми будемо механічні властивості двигуна відповідно до п'яти

характеристик:

$$1. s = 0; M = 0$$

$$2. s = s_n; M = M_n = 7,5 \text{ Нм}$$

$$3. s = s_{kr} = 7 \cdot s_n = 0,49; M = M_{kr} = M_{\max} = 16,56 \text{ Нм}$$

$$4. s = s_{\min} = 0,8; M = M_{\min} = 12 \text{ Нм}$$

$$5. s = 1; M = M_{\text{пуск}} = 16,56 \text{ Нм}$$

Відповідно до ГОСТ 123-79 максимальний крутний момент може бути

знижений на 10%, мінімальний крутний момент на 20%, пусковий момент на 15%

від номінальних значень:

$$1. s = 0; M / \text{н} = 0$$

$$2. s_n; M / \text{н} = M_n = 7,5 \text{ Нм}$$

$$3. s_{kr}; M / \text{ср} = 0,9 M_{ср} = 14,9 \text{ Нм}$$

$$4. s_{\min} = 0,8; M / \text{хв} = 0,8 M_{\text{хв}} = 9,6 \text{ Нм}$$

$$5. s = 1; M / \text{початок} = 0,85 \text{ Кінець} = 14,1 \text{ Нм}$$

Також допустимо відхилення напруги на клеммах двигуна $\Delta U = - 5\%$, а як відомо, крутний момент на валу асинхронного двигуна прямо пропорційний квадрату напруги живлення:

$$1. S = 0; M // = 0$$

$$2. S_n; M // n = 0,952 M / n = 6,76 \text{ Нм}$$

$$3. S_{kr}; M // k_r = 0,952 M / k_r = 13,44 \text{ Нм}$$

$$4. S_{min} = 0,8; M / x_v = 0,952 M / x_v = 8,66 \text{ Нм}$$

$$5. S = 1; M // \text{старт} = 0,952 \cdot M / \text{старт} = 12,7 \text{ Нм}$$

Результати розрахунків зведені в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 Дані для побудови механічних властивостей електродвигуна

S	0	0,07	0,49	0,8	1
M, Н·м	0	7,5	16,56	12	16,56
M, Н·м	0	7,5	14,9	9,6	14,1
M, Н·м	0	6,75	13,44	8,66	12,7

Динамічний крутний момент двигуна визначається за формулою:

$$M_{dyn} = M_{dv} + M_s, \text{ Нм} \quad (2.4.7)$$

де M_{dv} – крутний момент, що розвивається двигуном, Н·м;

M – момент опору вентилятора.

Оскільки динамічний крутний момент весь час змінюється під час запуску, для визначення часу розгону системи двигун-вентилятор ми припускаємо невеликі збільшення швидкості, під час яких динамічний крутний момент змінюється незначно і дорівнює середньому за час. Δt_i , що необхідно для

збільшення швидкості $\Delta \omega$ (Малюнок 2.1).

Формула для розрахунку приросту часу виглядає наступним чином:

$$\Delta t_i = \frac{J_{пр} \cdot \Delta \omega_i}{M_{(M, dv)}}, \text{ де} \quad (2.4.8)$$

Момент інерції робочої машини, віднесений до вала електродвигуна,

визначається за формулою:

$$J_{пр} = J_{r, dv} + J_v, \text{ кг·м}^2 \quad (2.4.9)$$

де $J_{r, dv}$ – момент інерції ротора двигуна, $J_{r, dv} = 0,0032 \text{ кг·м}^2$ [15];

J_v - момент інерції вентилятора, $J_v = 0,009 \text{ кг}\cdot\text{м}^2$ [14].

$$J_{np} = 0,0032 + 0,009 = 0,0122 \text{ кг}\cdot\text{м}^2 = 0,122 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

Результати розрахунків зведені в таблицю 2.6.

Таблиця 2.6 Дані для визначення часу пуску системи двигун-вентилятор

$J, \text{ Н}\cdot\text{м}$	0,122	0,122	0,122	0,122	0,122
$\Delta\omega, \text{ с}^{-1}$	31,4	31,4	31,4	31,4	22,8
$M_{\text{пер}}, \text{ Н}\cdot\text{м}$	9,7	8,8	10,9	8,2	3,5
$\Delta t, \text{ с}$	0,39	0,43	0,35	0,46	0,8

Час запуску електродвигуна:

$$t_i = \sum \Delta t_i = 2,43, \text{ де (2.4.10)}$$

Нагрів двигуна при пуску можна визначити за формулою:

$$\Theta = \Theta_c + \nu_i + t_n \cdot 0C \text{ (2.4.11)}$$

де, Θ_c - температура навколишнього середовища, $\Theta_c = 200^\circ \text{ C}$;

ν_i - швидкість підвищення температури, $\nu_i = 7,20 \text{ C/c}$ [22];

t_n - час запуску електродвигуна, $t_n = 2,43 \text{ с}$

$$\Theta = 20 + 7,2 + 2,43 = 37,5^\circ \text{ ВІД}$$

Необхідно виконати наступну умову:

$$\Theta_{\text{дон}} \geq \Theta$$

де $\Theta_{\text{дон}}$ - допустима перевищення температури обмотки над навколишнім середовищем, $0C$.

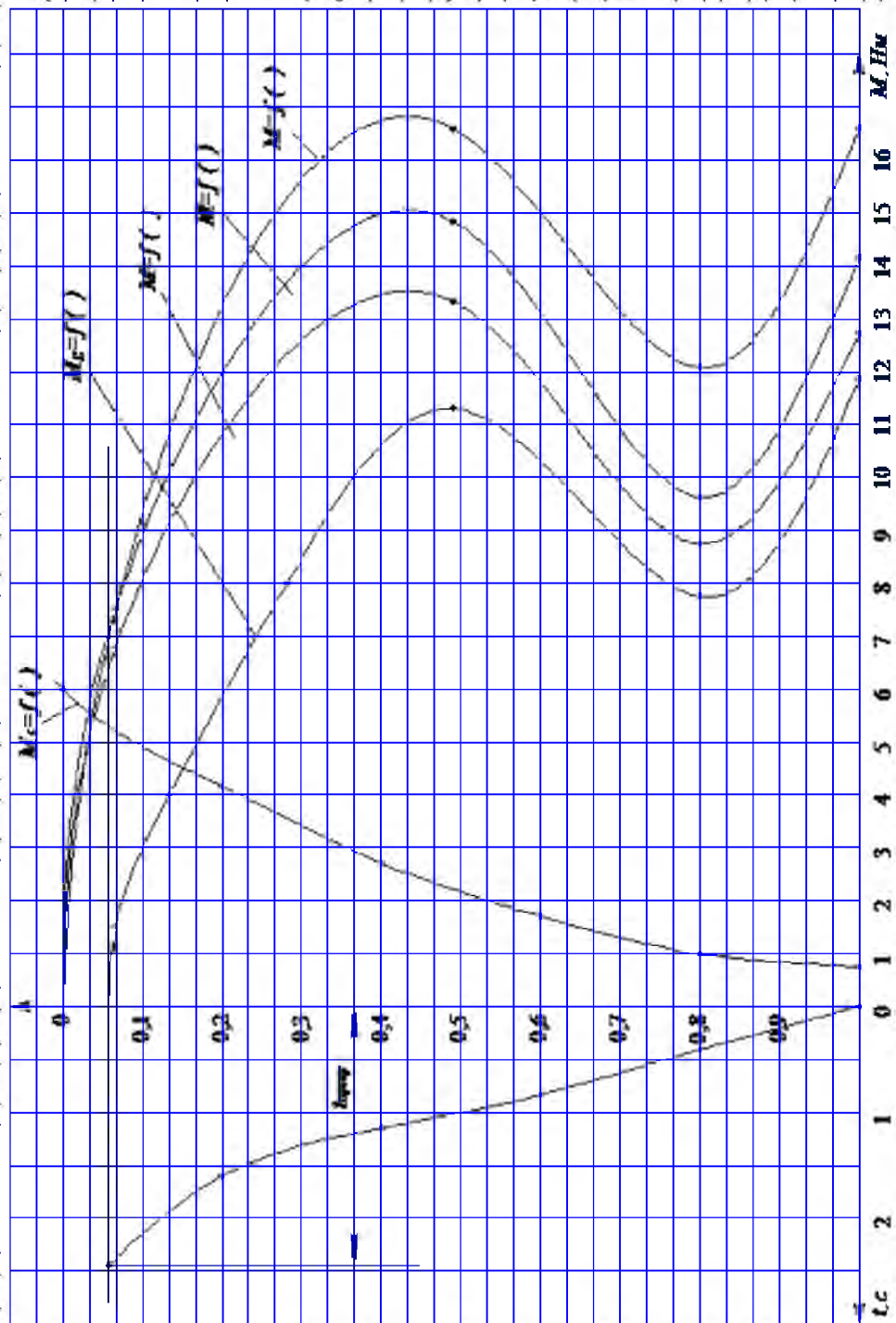
Θ - підвищення температури при пуску, $0C$.

Оскільки всі асинхронні двигуни серії АІ використовують клас ізоляції F, а допустиме значення температури приймається відповідно до класу В, тобто 130° C , тому $\Theta_{\text{дон}}$ ми визначаємо:

$$130 - 40 = 90^\circ \text{ C}$$

$$90 \geq 37,5$$

Нагрів двигуна під час запуску незначний. Отже, двигун готовий підходити для керування цим вентилятором.



Картина. 2.1 – Побудова кривої розгону електродвигуна приводу вентилятора

НУБІП України

2.5. Вибір пускозахисних пристроїв

Підбираємо апарати керування та захисту на підставі номінальних даних одержувача, тобто враховуємо рід струму, напругу живильної мережі, частоту комутації контактів, їх комутаційну здатність, ступінь захисту від навколишнього середовища, впливів і води, бризки, кліматичні параметри та клас поширення.

Для електродвигуна вентилятора підбираємо апарати керування та захисту Ц4-70Н5 АІР80А4У2.

Автоматичний вимикач вибирається за такими умовами:

$$1. U_{AB} \geq U_m = 380 \text{ В}$$

$$2. I_n \geq I_{н.дв.} = 2,75 \text{ А}$$

$$3. I_{роз.} \geq I_{н.дв.} = 2,75 \text{ А}$$

$$4. I_{ел.маг.відс.} \geq (1,45 \dots 1,65) \cdot I_{пуск.} = 21,93 \text{ А}$$

$$5. U_{гр.вм.зд.} \geq I_{кз}^{(3)}$$

Вибираємо автоматичний вимикач ВА51Г25-340010Р30УХЛ, ТУ16.522.157-83, який має такі технічні параметри: $U_n = 660 \text{ В}$, $I_n = 25 \text{ А}$, $I_t = 3,15 \text{ А}$, $I_{ел.модп.} = 14 \cdot B.p. = 14 \cdot 3,15 = 44 \text{ А}$, $I_{гр.вм.} = 1,5 \text{ кА}$ [15].

$$1. 660 \text{ В} > 380 \text{ В}$$

$$2. 25 \text{ А} > 2,75 \text{ А}$$

$$3. 3,15 \text{ А} > 2,75 \text{ А}$$

$$4. 44 \text{ А} > 21,93 \text{ А}$$

Критерії відбору виконано. Розмір автоматичного вимикача правильний.

Для дистанційного керування електродвигуном і захисту від перевантажень підбираємо магнітний вимикач за такими умовами:

$$1. U_{м.п.ном.} \geq U_m = 380 \text{ В}$$

$$2. U_{кот.} = U_{кола.кер} = 220 \text{ В}$$

$$3. I_{м.п.ном.} \geq I_{н.дв.} = 2,75 \text{ А}$$

$$4. I_{тр.ном.} \geq I_{н.дв.} = 2,75 \text{ А}$$

Вибираємо магнітний пускач типу ПМЛ 122004А, 220 В, ТУ16.644.001-83 і електротеплове реле РТЛ100804, ТУ16.523.549-82.

Розглянемо відповідність критеріям відбору:

1. $380\text{В} = 380\text{В}$

2. $220\text{ В} = 220\text{ В}$

3. $10\text{ А} > 2,75\text{ А}$

4. $2,75\text{ А} = 2,75\text{ А}$

Умови розмірів дотримані, тому магнітний пускач з тепловим реле вибрано правильно.

Аналогічно підбираємо пристрої безпеки та контролю для всіх інших споживачів електроенергії (лист 2 графічних робочих документів).

2.6. Розрахунок і вибір внутрішньої електропроводки. Підбір розподільного обладнання

При прокладанні внутрішньої електропроводки відповідно до вимог (ПУЕ, ПБЕЕС) необхідно враховувати наступні фактори:

- екологічні умови;
- довжина рядів;
- забезпечення пожежо- та вибухобезпечних умов праці персоналу;
- ремонтпридатність.

Виходячи з вищесказаного, ми приймаємо наступні основні рішення:

- електричні мережі до постійних споживачів встановлюються проводом АПВ в сталевих трубах і відкритим кабелем АВВГ;
- Налаштовуємося на мобільні електроприймачі кабелем КРПТ.

Розрахунок і підбір силової проводки від редуктора пральної машини до двигуна виконується наступним чином:

1. Умови нагрівання кабелів протягом тривалого часу з допустимим струмом:

2. Відповідність струму розриву електромагнітного сепаратора довгостроково допустимому струму провідника:

$$I_{т.доп.пр.} \geq I_{роб.е.д.}$$

$$\frac{I_{від.ел.магн.розч.}}{I_{т.доп.пр.}} \leq 4,5$$

Враховуючи використання автоматичного вимикача з комбінованим розчіплювачем, розрахунок проводиться з урахуванням номінального струму теплового розчіплювача:

$$\frac{I_{н.тепл.розч.}}{I_{т.д.пр.}} \leq 1$$

Відповідно до [15] для живлення двигуна пральної машини (АІР132С4У2) $I_n = 15,1$ А тягнемо кабель КРГП 4x2,5 з перетином дроту $F = 2,5$ мм².

Його довгостроково допустимий струм $I_{т.д.пр} = 25$ А.

$$25 \text{ А} > 15,1 \text{ А.}$$

Як бачите, умова 1 виконується.

На цьому електродвигуні встановлений автоматичний вимикач типу 51Г-25-340010Р30УХЛЗ на номінальний струм $I_n = 25$ А, тепловий розчіплювач струму $I_{н.т.р.} = 16$ А.

$$\frac{16}{25} = 0,64 < 1$$

Таким чином, умова, яка повинна бути узгоджена з автоматичним вимикачем, також виконується.

В якості розподільних пристроїв приймаємо редуктори серії ПР-11.

Результати розрахунків і вибір внутрішньої силової кабелі представлені в розрахунково-монтажній таблиці (лист 2 документації графічних робіт).

2.7. Розрахунок електроосвітлення в цеху

Освітленість ремонтно-монтажної ділянки розраховується методом коефіцієнта використання світлового потоку.

Ремонтно-монтажна ділянка має такі розміри:

- довжина $A = 20,5 \text{ м}^2$;
- ширина $B = 11,5 \text{ м}^2$;
- висота $H = 6,5 \text{ м}^2$.

Нормативна освітленість газорозрядних ламп (за галузевими нормами) повинна бути 200 лк. Враховуючи знану висоту приміщення (відносно високу величину нормованого освітлення, для освітлення місця ремонту ми вибираємо світильники РСП05-250У3 з лампами ДРЛ-250, які характеризуються високим світловим потоком і тривалим терміном служби.

Світловідбивачі:

- стелі $\rho = 50\%$;
- стінки $\rho = 30\%$;
- робоча зона $\rho = 10\%$.

Індекс приміщення визначається за формулою:

$$i = \frac{A \cdot B}{h_p \cdot (A + B)}, \quad (2.7.1)$$

де A - довжина кімнати, $A = 20,5 \text{ м}^2$;

B - ширина кімнати, $B = 11,5 \text{ м}^2$;

h_p - розрахункова висота підвісу світильника, $h_p = 6$ мільйонів.

$$i = \frac{20,5 \cdot 11,5}{6 \cdot (20,5 + 11,5)} = 1,22$$

Використовуючи таблицю 5-11 [15], в залежності від коефіцієнтів відбиття та індексу кімнати прийmemo для ламп РСП05-250-У3 коефіцієнт використання світлового потоку $\eta = 45\%$.

Середню освітленість з урахуванням коефіцієнта запасу визначають за формулою:

НУБІП УКРАЇНИ

$$E_{\text{ср}} = \frac{N \cdot \Phi \cdot \eta}{K_3 \cdot S}, \text{ Лк} \quad (2.7.2)$$

де F - світловий потік однієї лампи, Лм;

N - кількість ламп, шт.;

η - коефіцієнт використання світлового потоку, %

K_3 - коефіцієнт запасу для приміщень з газорозрядними лампами

$K_3 = 1,3$;

S = площа кімнати, $S = 20.51.11.5 = 236 \text{ м}^2$.

Якщо ви використовуєте стандартну освітленість замість середнього значення освітленості, ви можете розрахувати мінімальний коефіцієнт освітленості

$$Z = \frac{E_{\text{ср}}}{E_{\text{min}}} \geq 1 \quad (2.7.2)$$

Виходячи з вищесказаного, ми використовуємо формулу для визначення загального необхідного світлового потоку:

$$F = \frac{E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{\eta}, \text{ Лм} \quad (2.7.4)$$

де E - нормоване освітлення, $E = 200 \text{ Лк}$;

$ВІД$ - коефіцієнт нерівномірності освітлення, $Z = 1,1$ [15];

$Q_{\text{від}}$ - процент запасу, $K_3 = 1,3$;

S - площа приміщення, м^2 ;

η - коефіцієнт використання світлового потоку, $\eta = 0,47$;

$$F = \frac{200 \cdot 1,3 \cdot 236 \cdot 1,1}{0,47} = 143456 \text{ Лм}$$

Кількість ламп визначається із співвідношення:

$$n = \frac{\Phi}{\Phi_0}, \text{ шт} \quad (2.7.5)$$

де F - загальний необхідний світловий потік, Лм;

F_0 - світловий потік однієї лампи, Лм.

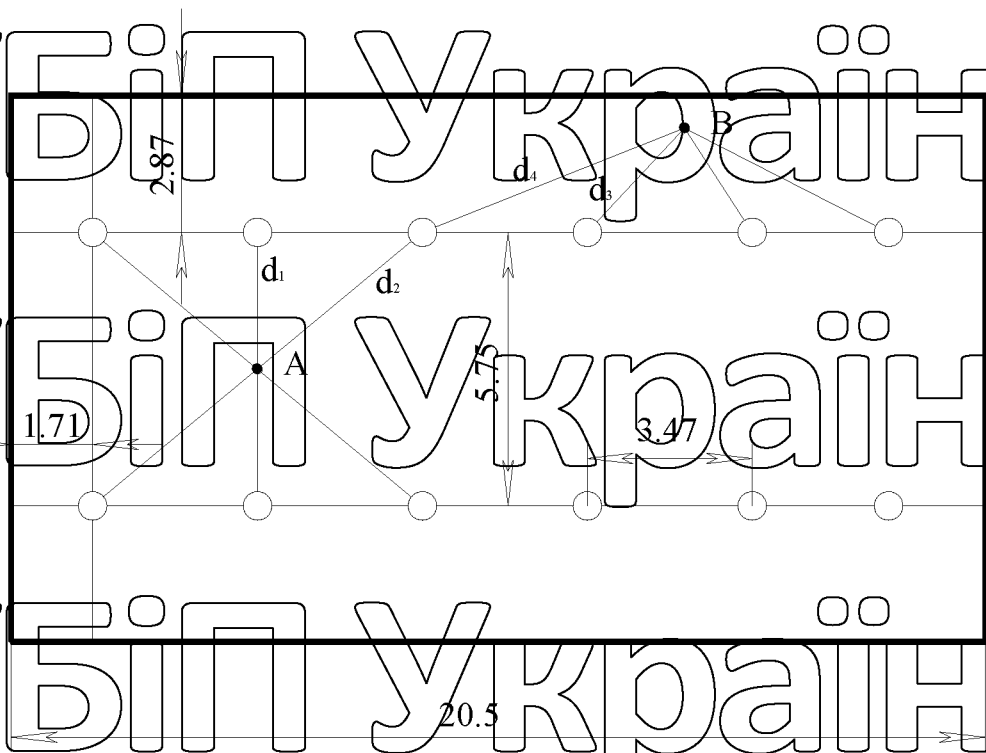
Відповідно до паспортних відомостей, світловий потік лампи ДРЛ-250, яка використовується в добірних лампах, становить 12000 Лм.

Тоді кількість ламп марки РСН05-250-УЗ з лампами ДРЛ-250

у випадку освітлення місце ремонту та встановлення дорівнює:

$$n = \frac{143456}{12000} \approx 12, \text{ шт}$$

Розташування світильників на будівельному майданчику показано на рисунку 1.2



Картина. 1. 2 Розміщення світильників у приміщеннях ремонтно-монтажного відділення.

Для перевірки правильності розрахунків освітлення використовуємо точковий метод. Формула розрахунку виглядає так:

$$E = \frac{I_a \cdot \cos^2 \alpha}{H^2 \cdot K} \quad (2.7.6)$$

де E - горизонтальне освітлення в проєктній точці, Лк;

I_a - сила світла від лампи до розрахункової точки, Кд;

α - кут між віссю симетрії світильника та напрямком розрахункової точки, град.;

$$\alpha = \arctg \frac{d}{H_p} \quad (2.7.7)$$

де d - відстань від розрахункової точки до проекції осі симетрії світильника на перпендикуляр, що проходить через розрахункову точку, м;

H_p - розрахункова висота підвісу світильника, м;

K_z - коефіцієнт запасу лампи. Припустимо $K_z = 1,3$.

Проведемо розрахунки для точки А з імовірним максимальним

освітленням:

$$\alpha_1 = \arctg \frac{2,88}{6} = 25,6^\circ$$

$$\cos^3 \alpha_1 = 0,73$$

$$\alpha_2 = \arctg \frac{4,47}{6} = 36,6^\circ$$

$$\cos^3 \alpha_2 = 0,52$$

Визначимо силу світла в т. А:

$$I_a = (I_a)_T \cdot \frac{\Phi}{1000}$$

де $(I_a)_T$ - сила світла в звичайній лампі 1000 Lm, Kd.

$$I_{a1} = 205 \cdot \frac{12000}{1000} = 3180 \text{ Kd}$$

$$I_{a2} = 235 \cdot \frac{12000}{1000} = 2820 \text{ Kd}$$

Визначимо освітленість точки А:

$$E_1 = \frac{3180 \cdot 0,73}{6^2 \cdot 1,3} = 49,6 \text{ Лк}$$

$$E_2 = \frac{2820 \cdot 0,52}{6^2 \cdot 1,3} = 31,3 \text{ Лк}$$

Загальна освітленість в т. А:

$$E_A = 2 \cdot E_1 + 4 \cdot E_2 = 2 \cdot 49,6 + 4 \cdot 31,3 = 224,5 \text{ Лк}$$

Відхилення від нормованого освітлення становить:

$$\Delta E_A = \frac{E_A - E}{E} \cdot 100\% = \frac{224,5 - 200}{224,5} \cdot 100\% = 10,9\%$$

що є нормальним (-10% .. + 20%)

Подібним чином обчислюємо для об'єкта В, який, швидше за все, матиме

найгіршу освітленість:

$$\alpha_3 = 20,8^\circ$$

$$\cos^3 \alpha_3 = 0,82$$

$$\alpha_4 = 41,6^\circ$$

Потужність світла визначається так:

$$I_{a3} = 275 \cdot \frac{12000}{1000} = 3300 \text{ Кд}$$

$$I_{a4} = 225 \cdot \frac{12000}{1000} = 2520 \text{ Кд}$$

Ми визначаємо освітленість наступним чином:

$$E_3 = \frac{3300 \cdot 0,82}{6^2 \cdot 1,3} = 66,4 \text{ Лк}$$

$$E_4 = \frac{2520 \cdot 0,42}{6^2 \cdot 1,3} = 24,6 \text{ Лк}$$

Загальна освітленість t. W:

$$E_B = 2 \cdot E_3 + 4 \cdot E_4 = 2 \cdot 66,4 + 4 \cdot 24,6 = 182 \text{ Лк}$$

Відхилення від нормованого освітлення становить:

$$\Delta E_B = \frac{E_B - E}{E} \cdot 100\% = \frac{182 - 200}{200} \cdot 100\% = -9\%$$

що не перевищує норми, розрахунки проведено правильно.

Аналогічно виконуємо розрахунки для інших приміщень майстерні (табл.

2.3).

$$\Delta E_B = \frac{E_B - E}{E} \cdot 100\% = \frac{182 - 200}{200} \cdot 100\% = -9\%$$

У приміщеннях з невеликою площею ми використовуємо особливий спосіб
подачі.
НУБІП У КРАЇНИ

НУБІП У КРАЇНИ

НУБІП У КРАЇНИ

НУБІП У КРАЇНИ

НУБІП У КРАЇНИ

НУБІП У КРАЇНИ

НУБІП У КРАЇНИ

Таблиця 2.3- Технічні характеристики світла

Найменування приладження	Довжина, м	Ширина, м	Висота, м	Площа, м ²	Коефіцієнт відбиття світла, %	Коефіцієнт відбиття світла, %	Коефіцієнт відбиття поверхні, %	Нормована освітленість, Лк	Тип світильника	Кількість світильників	Тип ламп	Потужність ламп, Вт	Світловий потік, Лм	Сумарна встановлена потужність, Вт	Питома потужність, Вт/м ²
Лінійка для заправки і робота кми машин	14,8	5,7	4,0	84,36	50	30	10	150	ЛОП18-2-40	4	ЛБ-40	40	3000	0,32	3,79
Мігнучко-жестянишка ділянка	2,8	5,7	4,0	15,66	50	30	10	200	ЛОП18-2-40	2	ЛБ-40	40	3000	0,16	10
Лінійка ремонтну ситового обтаднання	5,7	5,8	4,0	39,06	50	30	10	200	ЛОП18-2-40	2	ЛБ-40	40	3000	0,16	4,85
Лінійка ремонтну сл. машин	8,6	5,7	4,0	49,02	50	30	10	300	ЛОП18-2-40	6	ЛБ-40	40	3000	0,48	9,8
Венткамера	2,7	5,7	7,0	15,39	50	30	10	75	ЛОП18-2-40	2	ЛБ-40	40	3000	0,16	10,4
Ковальсько-зварювальна ділянка	7,4	5,71	4,0	42,18	30	10	10	200	ЛОП18-2-40	4	ЛБ-40	40	3000	0,32	7,6
Кислотна	3,3	2,0	4,0	6,6	50	30	10	75	ЛОП18-2-40	1	ЛБ-40	40	3000	0,08	12,1
Склад заправки	5,7	5,7	4,0	32,49	50	30	10	75	ЛОП18-2-40	1	ЛБ-40	40	3000	0,08	2,5
Сигосарно-механічна ділянка	5,7	5,7	4,0	32,49	50	30	10	300	ЛОП18-2-40	4	ЛБ-40	40	3000	0,32	9,6
Лінійка зарядки акумуляторів	3,4	2,8	4,0	6,8	50	30	10	50	ЛОП18-2-40	1	ЛБ-40	40	3000	0,08	11,8
Лінійка випроб. і рег. свитчів	5,7	5,7	4,0	32,49	50	30	10	200	ЛОП18-2-40	2	ЛБ-40	40	3000	0,16	4,9
Лінійка ТО і діагностування машин	11,6	5,8	4,0	67,28	50	30	10	200	ЛОП18-2-40	4	ЛБ-40	40	3000	0,32	4,76
Лінійка відновлення реновних деталей	2,7	5,8	4,0	15,66	50	30	10	200	ЛОП18-2-40	2	ЛБ-40	40	3000	0,16	10,2
Ремонтно-монтажна ділянка і лінійка ремонтну свитчів	20,5	11,5	6,5	236	50	30	10	200	РСО105	12	ЛРЛ-250	250	12000	3	12,7
Лінійка ремонтну і регулювання паливної апаратури	2,8	5,8	4,0	16,24	50	30	10	200	ЛОП18-2-40	2	ЛБ-40	40	3000	0,16	9,85
Підготовка кімната	2,6	5,8	3,8	15,08	50	30	10	75	ЛОП18-2-40	1	ЛБ-40	40	3000	0,08	5,3
Лінійка зліття машин	11,6	5,8	4,3	67,28	50	30	10	200	ЛОП18-2-40	4	ЛБ-40	40	3000	0,32	4,8

Найменування приладдя	Довжина, м	Ширини, м	Висота, м	Площа, м ²	Коефіцієнт відбиття стелі, %	Коефіцієнт відбиття стін, %	Коефіцієнт відбиття поверхні, %	Нормована освітленість, Лк	Тип світлодіода	Кількість світлодіодів	Тип лампи	Потужність лампи, Вт	Світловий потік, Лм	Сумарна встановлена потужність, кВт	Питома потужність, Вт/м ²
Лінійка для закривання і обслуговування машин	14,8	5,7	4,0	84,36	50	30	10	150	ЛСПД-2x40	4	ЛБ-40	40	3000	0,32	3,79
Мультимедійно-жестовий лінійка	2,8	5,7	4,0	15,66	50	30	10	200	ЛСПД-2x40	2	ЛБ-40	40	3000	0,16	10
Лінійка ремонту силових обладнання	5,7	5,8	4,0	33,06	50	30	10	200	ЛСПД-2x40	2	ЛБ-40	40	3000	0,16	4,85
Лінійка ремонту ел. машин	8,6	5,7	4,0	49,02	50	30	10	300	ЛСПД-2x40	6	ЛБ-40	40	3000	0,48	9,9
Вефкшера	2,7	5,7	7,0	15,39	50	30	10	75	ЛСПД-2x40	2	ЛБ-40	40	3000	0,16	10,4
Ковальсько-зварювальна лінійка	7,4	5,71	4,0	42,18	30	10	10	200	ЛСПД-2x40	4	ЛБ-40	40	3000	0,32	7,6
Кисточки	3,3	2,0	4,0	6,6	50	30	10	75	ЛСПД-2x40	1	ЛБ-40	40	3000	0,08	12,1
Сетеві записки	5,7	5,7	4,0	32,49	50	30	10	75	ЛСПД-2x40	1	ЛБ-40	40	3000	0,08	2,5
Спорядно-механічна лінійка	5,7	5,7	4,0	32,49	50	30	10	300	ЛСПД-2x40	4	ЛБ-40	40	3000	0,32	9,6
Лінійка зарядки акумуляторів	3,4	2,8	4,0	6,8	50	30	10	50	ЛСПД-2x40	1	ЛБ-40	40	3000	0,08	11,8
Лінійка вироб. і рет. двигунів	5,7	5,7	4,0	32,49	50	30	10	200	ЛСПД-2x40	2	ЛБ-40	40	3000	0,16	4,9
Лінійка ТО і діагностування машин	11,6	5,8	4,0	67,28	50	30	10	200	ЛСПД-2x40	4	ЛБ-40	40	3000	0,32	4,76
Лінійка виводження зношеної деталі	2,7	5,8	4,0	15,66	30	30	10	200	ЛСПД-2x40	2	ЛБ-40	40	3000	0,16	10,2
Ремонтно-монтажна лінійка і лінійка ремонту двигунів	20,5	11,5	6,5	236	50	30	10	200	РСДБ	12	ДР-Л-250	250	12000	3	12,7
Лінійка ремонту і ретрування кельмової апаратури	2,8	5,8	4,0	16,24	50	30	10	200	ЛСПД-2x40	2	ЛБ-40	40	3000	0,16	9,85
Підставка кінгвета	2,6	5,8	3,8	15,08	50	30	10	75	ЛСПД-2x40	1	ЛБ-40	40	3000	0,08	5,3
Лінійка миття машин	11,6	5,8	4,3	67,28	30	30	10	200	ЛСПД-2x40	4	ЛБ-40	40	3000	0,32	4,8

2.8 Розрахунок і вибір електропроводки освітлення. Підбір освітлювальних панелей

При плануванні майстерні ми приймаємо наступні умови монтажу

освітлювальних кабелів:

- мережа освітлення виробничих приміщень виконується кабелем АВВГ на заклепках кабелем і проводом АПВ під штукатуркою і в порожніх просторах із залізобетонних плит;

- в адміністративно-господарських приміщеннях з АПВ і кабелями АПВ під штукатуркою і в порожніх приміщеннях із залізобетонних плит.

Розрахунок мереж внутрішнього освітлення зводиться до вибору перерізу провідника відповідно до довгостроково допустимого струму:

$$I_{пр. доп.} \geq I_{розр.}, A(2.8.1)$$

Сумарна потужність ламп, встановлених в цеху, становить:

$$\Sigma P = 6,36 \text{ кВт}$$

Установлена потужність освітлювальної мережі з урахуванням втрат

приладів контролю пуску люмінесцентних ламп і газорозрядних ламп високого тиску становить:

$$P_{\text{ед}} = 7,33 \text{ кВт}$$

Освітлення майстерень поділяють на групи:

1 група:	$P_1 = 0,48 \text{ кВт.}$	6 група:	$P_6 = 0,576 \text{ кВт.}$
2 група:	$P_2 = 1,65 \text{ кВт.}$	7 група:	$P_7 = 0,576 \text{ кВт.}$
3 група:	$P_3 = 1,65 \text{ кВт.}$	8 група:	$P_8 = 0,38 \text{ кВт.}$
4 група:	$P_4 = 0,48 \text{ кВт.}$	9 група:	$P_9 = 0,38 \text{ кВт.}$
5 група:	$P_5 = 0,576 \text{ кВт.}$	10 група:	$P_{10} = 0,546 \text{ кВт.}$

Так як найбільше навантаження припадає на групу №2, то і проводка освітлення підбирається по цій групі:

НУБІП України

$$I_{p.гр.} = \frac{P \cdot 10^3}{U \cdot \cos\phi} \quad (2.8.2)$$

де P - потужність лампової групи, кВт;

U - напруга освітлювальної мережі, $U = 220$ В.

НУБІП України

$$I_{p.гр.} = \frac{1,65 \cdot 10^3}{220 \cdot 0,9} = 8,33 \text{ А}$$

Для розрахункової частини освітлювальної мережі виберемо кабель

АВВГ 2х2,5 з перерізом жили 2,5 мм².

Перевіряємо обраний кабель:

НУБІП України

$$I_{пр.обм. АВВГ} > I_{p.гр.}$$

$$21 \text{ А} > 8,33 \text{ А}$$

Вимога тривалого допустимого нагрівання кабелів струмами

навантаження дотримується, тому кабель підібраний правильно.

НУБІП України

Розраховуємо момент навантаження сайту за формулою:

$$M = P_{гр} \cdot l_{ц.н.} \quad (2.8.3)$$

де $P_{гр}$ – потужність лампової групи, кВт;

лейтенант - відстань від укриття до центру вантажу (визначається з

плану освітлювальної мережі);

НУБІП України

$$M = 1,65 \cdot 18 = 29,7 \text{ кВт} \cdot \text{м}$$

Втрати напруги розраховуються за формулою:

$$\varepsilon = \frac{M}{c \cdot F}, \% \quad (2.8.4)$$

де M - навантажувальний момент перетину, кВт·м;

c – коефіцієнт, що залежить від напруги та матеріалу мережі

дроти, алюмінієві дроти та напруга 220 В $c = 7,7$ [13];

F - переріз дроту, мм²;

НУБІП України

$$\varepsilon = \frac{29,7}{7,7 \cdot 2,5} = 1,54 \%$$

Це менше встановлених норм ПУЕ: $1,54\% < 2,5\%$.

Підбираємо щит освітлення типу ВАС-8503 з автоматичним вимикачем типу ВА51-25-34 на вході та вхідними вимикачами типу ВА51-25-14 для потужності груп світильників.

Визначаємо розрахунковий струм на вході щита освітлення (ЩО-1)

за формулою:

$$I_{\text{роз.в.в.}} = \frac{\sum P}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \varphi}, \text{ A} \quad (2.8.5)$$

де $\sum P$ - сумарна потужність підключених груп світильників

панель освітлення, кВт;

$$\sum P = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 = 5,41 \text{ кВт}$$

U_n - номінальна напруга мережі, В;
 $\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності освітлювальної мережі.

$$I_{\text{роз.в.в.}} = \frac{5,41}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,9} = 9,13 \text{ А}$$

В якості входу щита освітлення приймається автоматичний вимикач серії ВА51-25-34-1101РУХЛЗ з номінальним струмом відключення 10 А.

Відповідно до наведеного розрахункового струму і виходячи з вимог

ПУЕ підбираємо ввідний кабель марки АВВГ 4 × 4 ЩО.

Результати розрахунку мережі освітлення представлені на сторінці 2 графічної робочої документації.

3. ТЕХНОЛОГІЧНА КОМПЕНСАЦІЯ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

3.1 Одержувачі реактивної потужності

Однофазні та трифазні електродвигуни є найпоширенішими та найважливішими споживачами електроенергії, для роботи яких потрібна паразитна індуктивна потужність. Відомо, що споживана короткозамкненим двигуном реактивна потужність практично не залежить від механічного навантаження на вал і залежить від рівня напруги електродвигуна.

Враховуючи, що більша частина електроенергії, виробленої генераторами електростанцій, споживається асинхронними електродвигунами, реактивна потужність елементів системи централізованого електропостачання зазвичай визначається кількістю електродвигунів, що працюють на даний момент.

Парк асинхронних електродвигунів, що експлуатуються в різних галузях народного господарства, і їх сумарна потужність досить велика, навантаження протягом дня або зміни дуже різноманітні, а тому реактивна та індуктивна потужність, яку використовують асинхронні електродвигуни, також досить велика. значних і змінюється протягом дня.

Іншими споживачами індуктивної реактивної потужності є трансформатори різного призначення та дроселі, які також широко використовуються в процесі перетворення та споживання електроенергії.

Іншим споживачем індукційної енергії є лінії передачі енергії - повітряні і кабельні.

При централізованому розподілі електроенергії кількість одночасно працюючих споживачів електроенергії випадково збільшується щомиті, тому електричні навантаження змінюються протягом доби та пори року. Добові графіки зміни активної потужності реципієнтів відрізняються від добових графіків зміни реактивної потужності.

3.2 Баланс реактивної потужності асинхронного двигуна

За принципом роботи асинхронний двигун споживає два види енергії: активну, яка перетворюється в механічну енергію на валу двигуна і теплові втрати, і реактивну, необхідну для створення обертового магнітного поля. При цьому реактивна енергія не перетворюється в інші види, але заміна її на джерело живлення навантажує реактивним струмом обмотку статора, електромережу та джерело електроенергії, що призводить до збільшення загального струму від двигуна і додаткові втрати активної енергії в усіх частинах електричної системи. Зокрема, в режимі номінального навантаження асинхронного електродвигуна реактивна потужність становить 60-80% загальної споживаної потужності, а в режимі холостого ходу споживається до 80% реактивної потужності в номінальному режимі [16].].

Більшу частину реактивної потужності асинхронного електродвигуна становить потужність Q_M який використовується для створення основного магнітного поля машини. потужність q_1 і q_2 використовується для створення полів розсіювання статора і ротора (рисунок 1.1).



Картина. 3.1 Графік реактивної потужності асинхронного двигуна

Чималий обсяг Q_M пояснюється повітряним зазором між статором і ротором в асинхронних машинах. Як і в будь-якому феромагнітному пристрої, магнітний потік асинхронного двигуна залежить від напруги, що подається на обмотку статора, а так як магнітний потік машини замкнутий не тільки по

магнітопроводах статора і ротора, але і по статору, і магнітопроводи ротора повітряний зазор з високим магнітним опором. Двигун під час роботи приймає великий реактивний струм намагнічування від мережі.

Причому характерно, що значення Q_M струм намагнічування асинхронного двигуна практично не залежить від навантаження. Особливо на холостому ході, коли крутний момент двигуна, корисний $M_2 = 0$ струм, що використовується двигуном, є практично реактивним і становить 20-50% від номінального струму в залежності від потужності машини.

Реактивна потужність, споживана асинхронним двигуном на холостому ході, визначається за формулою:

$$Q_{xx} = \sqrt{3} U_n I_{xx}, \quad (3.1)$$

де I_{xx} – струм холостого ходу асинхронного двигуна.

Збільшення споживаної реактивної потужності при повному навантаженні двигуна в порівнянні з холостим ходом обумовлено збільшенням полів пробоя статора і ротора і становить:

$$\Delta Q_n = Q_n - Q_{xx} \approx \frac{P_n}{\eta_n} \operatorname{tg} \varphi_n - \sqrt{3} U_n I_{xx}. \quad (3.2)$$

Коли асинхронний двигун навантажується з меншим номінальним збільшенням споживаного реактивного струму порівняно з холостим ходом, воно пропорційно квадрату коефіцієнта навантаження k_s . Таким чином, реактивна потужність, споживана двигуном при будь-якому навантаженні, становить:

$$Q = Q_{xx} \oplus \Delta Q_n \cdot k_s^2. \quad (3.3)$$

Цей стан призводить до збільшення сумарного струму, споживаного двигуном як при пуску, холостому ході, номінальному навантаженні та інших режимах роботи, внаслідок чого збільшуються втрати енергії як в обмотках статора, так і в роторі двигуна, і в електромережі. Відповідно знижується ККД асинхронного двигуна через збільшення втрат енергії.

Споживана реактивна потужність асинхронного двигуна також негативно впливає на його коефіцієнт потужності, який коливається в межах 0,7-0,9 в номінальному режимі роботи і від 0,1-0,2 на холостому ході.

Коефіцієнт потужності асинхронного двигуна в робочому режимі визначається за формулою:

$$\cos \varphi = \frac{P_1}{\sqrt{P_1^2 + Q_1^2}} \left[1 + \frac{(Q_{ex} + \frac{\Delta Q}{k_3})^2}{k_3 P_n} \right]^{-1}, \quad (3.4)$$

де $P_1 = P_2 + \Delta P$ - активна потужність, яка споживається двигуном з мережі і використовується для створення корисного крутного моменту на валу та для покриття втрат; $Q_1 = Q_M + Q_\sigma$ - реактивна потужність, яка використовується для створення основного магнітного потоку машини та полів розсіювання.

Отже, холостий ход, коли крутний момент двигуна придатний для використання $M_2 = 0$ а активна потужність, яка береться з мережі,

використовується лише для покриття втрат, коефіцієнт потужності мінімальний. У міру збільшення навантаження $\cos \varphi$ пояснюється збільшенням споживання і втрат активної потужності, тоді як реактивна потужність за рахунок розсіювання поля дещо зростає.

Зі зменшенням навантаження на асинхронний двигун зменшується його коефіцієнт потужності, що призводить до зниження коефіцієнта потужності господарств, обладнаних асинхронними двигунами, що працюють при невеликому середньому навантаженні.

Серед причин підвищеного споживання реактивної потужності асинхронних двигунів (рис. 1.3) одні причини є об'єктивними факторами, які залежать від конструктивних особливостей асинхронних двигунів, інші - від обслуговуючого та ремонтного персоналу підприємств, і їх усунення є умовним. відповідно до вимог інженерних електроустановок, заводів ПУЕ і

ПТЕ.



Картина. 3.2 Причини збільшення споживаної реактивної потужності асинхронних двигунів

Аналіз причин збільшення споживаної реактивної потужності

асинхронних двигунів, наведений на рис. 1.1.3, дозволяє зробити певні

висновки. Конструкція асинхронних двигунів така, що чим менше їх номінальна потужність (інші коефіцієнти однакові), тим більше відносне значення повітряного зазору і відповідно зростає споживана реактивна потужність і це значення менше $\cos \varphi$. В результаті підприємства з великою

кількістю асинхронних двигунів малої потужності вже знаходяться в не вигідному становищі за витратами на компенсацію реактивної потужності.

Низькочастотні асинхронні двигуни вивускаються з більшою кількістю полюсів у порівнянні з двигунами з більшою частотою обертання. Наявність більшої кількості полюсів збільшує розміри двигуна, особливо бічної поверхні ротора. З цієї причини асинхронні двигуни зі зниженою частотою обертання споживають більше реактивної потужності і мають меншу $\cos \varphi$.

Через погані умови охолодження закриті асинхронні двигуни працюють з нижчою активною потужністю порівняно з екранованими двигунами і, отже, споживають більше реактивної потужності.

Високочастотні асинхронні електродвигуни також мають підвищене споживання реактивної потужності, оскільки їх реактивна потужність залежить не тільки від конструктивного виконання (довжини бічної поверхні ротора) b , мм і розмір повітряного зазору δ , мм), а й частота мережі f , Гц, що видно із залежності [19]:

$$Q = 0,25fB^2b\delta, (3,5)$$

де B - магнітна індукція в сталі двигуна, Тл.

Крім того, у кранових асинхронних двигунах і двигунах з фазним ротором, а також у високовольтних асинхронних двигунах споживання реактивної потужності збільшилося через більший повітряний зазор, оскільки коефіцієнт використання зазору нижчий.

Підвищена потужність асинхронних двигунів, які використовуються в багатьох машинах і механізмах, обумовлена складними умовами пуску (навантажений пуск, тривалий або багаторазовий пуск), тому для забезпечення надійного пуску таких асинхронних двигунів їх зазвичай вибирають з більш високим рівнем номінальної потужності.

3.4. Експериментальні дослідження індивідуальної компенсації ємнісної реактивної потужності асинхронних двигунів

З точки зору економічного використання електроенергії в усіх галузях

народного господарства головним завданням є зниження технічних втрат енергії електромережі і поліпшення енергетичних властивостей споживачів.

Найефективнішим способом економії електроенергії є компенсація реактивної потужності (КРП), яка дозволяє отримати близько 80% сумарного ефекту від усіх заходів щодо зниження втрат на транспорті електроенергії.

Оснащеність внутрішніх розподільних мереж випрямлячами є низькою і становить 0,6 квар/кВт, тоді як у розвинутих країнах вона становить 0,75 квар/кВт. В електричних мережах сільських споживачів рівень компенсації реактивної потужності значно нижчий і дуже недостатній [1]. Зазвичай

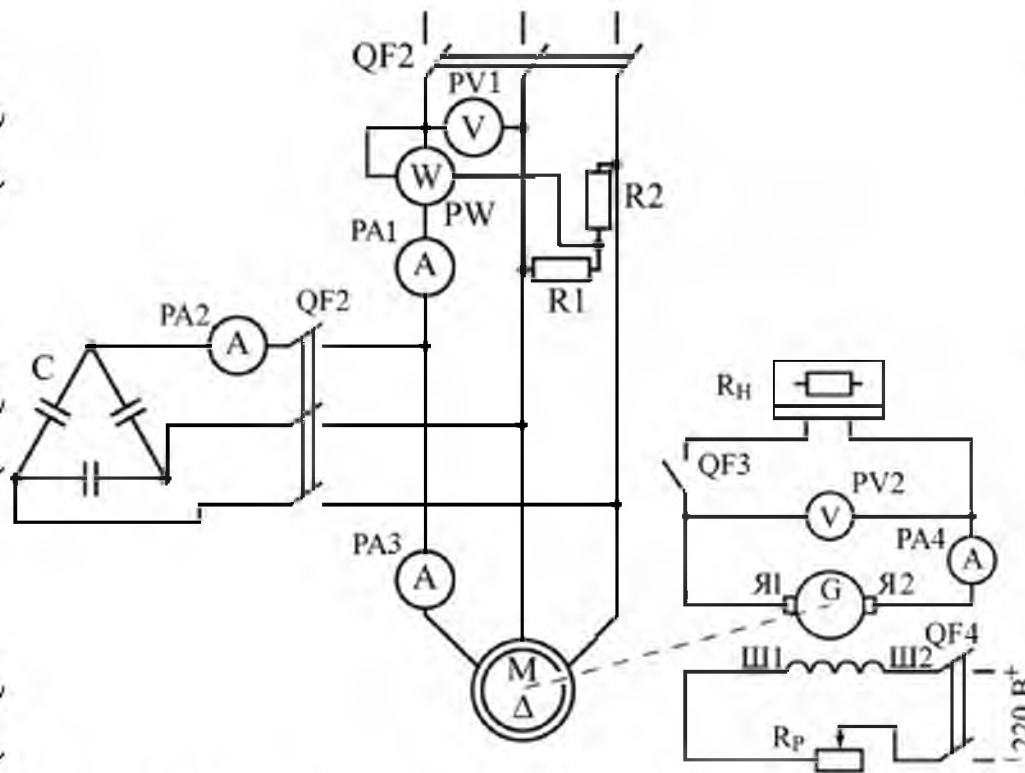
використовують групову компенсацію ємнісної реактивної потужності,

Слід зазначити, що традиційні способи компенсації забезпечують зменшення втрат електроенергії на ділянці мережі від джерела до місця встановлення компенсаційних пристроїв і не впливають на величину втрат струму та потужності на ділянці мережі, від споживача до компенсаційних пристроїв.

Предметом дослідження є асинхронний двигун серії АІР 71В2 номінальною потужністю 1,1 кВт з підключеною до котушки батареєю конденсаторів (рис. 3.3).

Дослідження проводили на лабораторному стенді, розробленому на кафедрі експлуатації електричних машин та електроустаткування [21]. Стенд дозволяє плавно регулювати напругу живлення двигуна в діапазоні (0,2 1,5) U, дозволяє проводити експерименти та збирати дані для визначення частоти холостого ходу та характеристик короткого замикання, для реєстрації робочого і механічні характеристики. Також можна творити за допомогою підставки

Ємнісна компенсація, симетрична в кожній фазі, від 0 0,84 мкФ до 2 мкФ, контролює частоту обертання ротора/двигуна, вимірює електромагнітний момент і контролює кілька електричних параметрів двигуна, що перевіряється.



Картина. 3.3 Схема підключення баків до асинхронного двигуна

Станція живиться від трифазної мережі змінного струму 380/220. Регулювання трифазної напруги живлення асинхронного двигуна в широкій межі досягається індукційним регулятором, потужністю 7,5 кВА.

для створення гальмівного моменту на валу досліджуваного

асинхронного двигуна використовується балансувальна машина, яка являє

собою генератор постійного струму (DC) типу P31 потужністю 0,5 кВт, рама якого може обертатися за допомогою підп'ятників. [5]. Кут повороту ліжка залежить від навантаження і обмежується спеціальним гнучким пристроєм

На корпусі вантажогенератора прикріплена стрілка, яка показує кут повороту

станіни по відношенню до заданої шкали в залежності від величини гальмівного моменту.

Для подолання подальших розрахунків шкала розбита на ньютон-метри.

Величезність ємність батареї конденсаторів на одну фазу двигуна в разі з'єднання трифазної батареї в «зірку» або «трикутник» визначають за формулами:

$$C_Y = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot 10^6}{2\pi \cdot f \cdot U}, \text{ мкФ; (3.14)}$$

$$C_{\Delta} = \frac{I_0 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 2\pi \cdot f \cdot U}, \text{ мкФ; (3.15)}$$

де I_0 - лінійний струм намагнічування, значення якого береться з тесту

холостого ходу $wP_2 = 0$, А;

АГ-напруга мережі машини, В;

f - рівень напруги мережі (f = 50 Гц).

Трифазну конденсаторну батарею рекомендується з'єднувати в «трикутник», тому що необхідна ємність в цьому випадку втричі менша, ніж при з'єднанні «зіркою».

Раніше був проведений експеримент з експериментального визначення оптимального значення ємності батареї конденсаторів.

З цією метою, коли асинхронний двигун працює на холостому ході і при номінальній напрузі живлення, ємність батареї конденсаторів була змінена симетрично, щоб досягти мінімального значення струму живлення лінійного двигуна. У цьому випадку батарея конденсаторів живить на асинхронний двигун реактивний струм повного намагнічування і

розвантажує мережу живлення від цього струму. При цьому асинхронний двигун разом з конденсатором бере тільки активну потужність з електромережі. Не підключення конденсаторів безпосередньо до клем двигуна є індивідуальною компенсацією реактивної потужності.

Експериментально встановлено, що оптимальне значення компенсаційної ємності однієї фази становить 22 мкФ на 1 кВт номінальної потужності трифазного асинхронного двигуна [15]. Під час зняття характеристики роботи двигуна значення живильної потужності та напруги

підтримувалися постійними, а навантаження на вал змінювалося від нуля до номінального значення.

Випробування вимірювання робочих характеристик асинхронного двигуна були проведені з можливістю компенсації та без неї, результати випробувань наведені в таблиці 3.2. і на основі цієї інформації були побудовані земельні ділянки (Рисунок 3.4).

Таблиця 3.2. Експериментальні дані для побудови властивостей АД

№ п/п	P_2 / P_n	Струм статора, I / I_n		Коеф. потужності, $\cos \varphi$	
		без компенсації	з компенсацією	без компенсації	з компенсацією
1	0	0,49	0,15	0,16	1
2	0,1	0,51	0,18	0,3	0,995
3	0,2	0,53	0,22	0,42	0,99
4	0,3	0,55	0,27	0,52	0,985
5	0,4	0,58	0,31	0,6	0,98
6	0,5	0,61	0,36	0,67	0,975
7	0,6	0,65	0,41	0,72	0,97
8	0,7	0,7	0,48	0,77	0,96
9	0,8	0,77	0,57	0,8	0,95
10	0,9	0,87	0,68	0,81	0,94
11	1	1	0,79	0,82	0,93

На рисунку 2.1 видно, що при підключенні конденсаторної батареї струм, що споживається з мережі, значно зменшується в порівнянні з варіантом роботи без компенсації двигуна: в режимі холостого ходу на 69% і в режимі номінального навантаження на 21%. Таким чином, батарея конденсаторів живить асинхронний двигун реактивним струмом намагнічування і релактажує від цього струму всі елементи живильної мережі (ЛЕП, силові трансформатори та електростанції). Це призводить до зниження споживання реактивної енергії при використанні асинхронних двигунів для електричної роботи машин.

Крім того, обмеження реактивної складової струму призводить до зменшення повного струму джерела живлення двигуна та збільшення його коефіцієнта потужності (рис. 3.4) що в свою чергу значно зменшує втрати

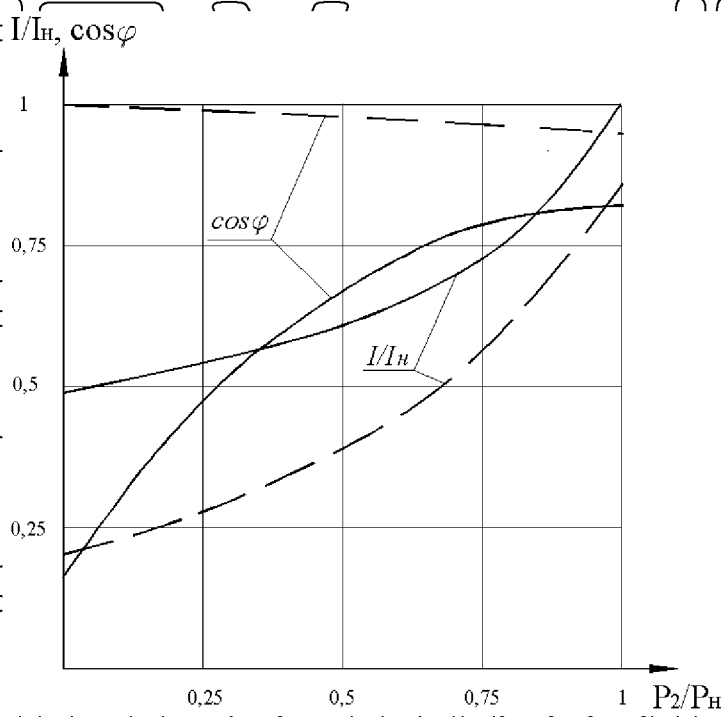
активної енергії в усіх елементах електродвигуна. енергетична система. та позитивно впливає на вирішення проблеми енергозбереження.

ВІД На рисунку 3.4 видно, що коефіцієнт потужності двигуна з підключеною потужністю збільшується з 0,16 до 1 в режимі холостого ходу і з 0,82 до 0,93 в режимі номінального навантаження.

ККД асинхронного двигуна з конденсатором і без нього практично однаковий при постійному навантаженні на валу. Це тому, що втрати потужності конденсаторної батареї порівняно з втратами двигуна дуже малі (2 4 Вт на 1 квар), тому їх вплив на загальну ефективність ємнісного двигуна незначний.

Коли йдеться про енергоефективність η , що є добутком η на $\cos\varphi$, то зі збільшенням навантаження на вал двигуна воно значно зростає за рахунок збільшення коефіцієнта потужності. Проведені експерименти підтверджують доцільність використання зовнішньої одиночної ємнісної компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів.

з метою зменшення обсягу реактивної потужності в електромережі та досягнення енергозбереження за рахунок зменшення споживання активної електроенергії в усіх елементах енергосистеми.



Матриок 3.4. Залежності струму статора і коефіцієнта потужності від навантаження на вал асинхронного двигуна: у разі зовнішньої компенсації, ніякої компенсації

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

4 РОЗРАХУНОК ЕЛЕКТРИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ТА ОБГРУНТУВАННЯ ДЛЯ ОРГАНІВ ТП

4.1 Розрахунок електричних навантажень і вибір джерела

живлення

Розрахунок електричних навантажень методом ефективної кількості струмоприймачів. Для електричних мереж оцінювалися максимально можливі навантаження тривалістю не менше 30 хвилин.

Розрахункова потужність визначається за формулою:

$$P_{зо} = \sum P_{вст} \cdot K_{вик} \cdot K_{max}, \text{ кВт} \quad (4.1)$$

де $\sum P_{вст}$ – сумарна встановлена потужність на вході в ремонтний

заклад

майстерня (див. табл. 4.1);

$K_{вик}$ – ступінь використання встановленої потужності цехові електроприймачі;

K_{max} – найвищий коефіцієнт.

$$K_{вик} = \frac{P_{ст.сп.}}{\sum P_{вст}} \quad (4.2)$$

де $P_{ст.сп.}$ – середнє навантаження в максимально навантажену робочу зміну,

кВт;

Наявні електроприймачі розподілені на групи з однаковими коефіцієнтами використання активної потужності на основі аналізу цехової роботи та порівняльних даних [22].

Розраховуємо на основі інформації таблиці 4.1 $K_{вик}$ для цехових споживачів електроенергії:

$$K_{вик} = \frac{142,3}{284,7} = 0,5$$

Максимальний коефіцієнт визначається значенням коефіцієнта використання та ефективної кількості струмоприймачів

Ефективна кількість струмоприймачів визначається за формулою:

$$N_e = \frac{(\sum P_{\text{ест.}i})^2}{\sum P_{\text{ест.}i}^2} \quad (4,3)$$

де $P_{\text{ест.}i}$ - встановлена потужність і-го електроприймача, кВт.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Таблиця 4.1 Розрахунок електричних навантажень в цеху

Назва обладнання	Кількість	$\sum P_p, \text{кВт}$	K_{max}	$P_{\text{сум}}$
1	2	3	4	5
Очисник пароводоструменевий	1	2,2	0,3	0,66
Стационарний пост змашування	3	2,2	0,5	1,1
Електро механічний пост змашування	1	0,55	0,5	0,3
Установка КИ-4935	1	55	0,4	22
Мийна машина	1	7,5	0,6	4,5
Стенд для розбирання і збирання підвісних кареток тракторів	1	7,5	0,6	4,5
Верстат для шліфування фасок клапанів	1	0,55	0,3	0,165
Верстат притирання фасок клапанів	1	1,65	0,3	0,5
Стенд обкатувально-гальмівний типу СТЭ	1	45	0,4	18
Стенд регулювання паливної апаратури	1	1,5	0,4	0,6
Паливно-роздавальна колонка ТК-40	2	0,34	0,3	1,02
Верстат заточний настільний	2	0,25	0,3	0,08
Верстат свердильний настільний	1	0,55	0,4	0,22
Трансформатор для паяння проводів	1	3,4	0,3	1,5
Компресорна установка	1	4	0,8	3,2
Універсальний стенд КИ-968	1	2,2	0,4	0,88
Селеновий випрямляч	1	4	0,8	3,2
Електро вібраційні ножиці	1	0,38	0,3	0,11
Вертикально-свердильний верстат	1	2,2	0,5	1,10
Комбінований верстат	1	2,2	0,4	0,88
Токарно-гвинторізний верстат	1	2,0	0,32	0,96
Стенд для обкатування с.г. машин	1	7,5	0,4	3
Пристрій для обкатування задніх мостів	1	7,5	0,4	3
Перетворювач зварювальний	1	14	0,3	4,2
Однопостовий зварювальний трансформатор	1	16,3	0,3	5
Молот пневматичний	1	11	0,6	6,6
Е.л. шліфувальна машина	1	1,1	0,4	0,44
Обдирочно шліфувальний верстат	1	4	0,4	1,6
Вентилятор дуттєвий відцентровий	1	0,18	0,75	0,135
Кран підвісний	3	7,5	0,5	3,75
Таль електрична	1	5,5	0,49	2,7
Установка для відновлення шийок колінвалів	1	7,5	0,5	3,8
Автомат наплавний	1	0,2	0,4	0,1

1	2	3	4	5
Установка для заряджання АКБ і пуску двигунів	1	-	0,6	-
Електро водонагрівач САОС-400 90-ИП	1	12	1,0	12
Освітлення		7,33	0,8	
Вентиляція		9,05	0,75	6,76
Всього на ввіді		284,7		142,3

Підставляючи дані в таблицю 4.1, отримуємо $N_e = 12$.

Визначимо максимальний коефіцієнт при $N_e = 12$ і $K_{\text{вик}} = 0,5$ - K_{max}

$= 1,28$ [13], тоді:

$$P_{30} = 284,7 \cdot 0,5 \cdot 1,28 = 182,2 \text{ кВт}$$

У зв'язку з тим, що коефіцієнти потужності електроприймачів в цеху різні, для визначення реактивної потужності приймемо середній коефіцієнт потужності всіх електроприймачів рівним $\cos \varphi = 0,75$, тоді:

$$Q_{30} = P_{30} \cdot \text{tg} \varphi \quad (4,4)$$

$$\text{tg} \varphi = \frac{\sin \varphi}{\cos \varphi} \quad (4,5)$$

$$\sin \varphi = \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} = \sqrt{1 - 0,75^2} = 0,66 \quad (4,6)$$

де $\text{tg} \varphi$ - тангенс кута, що відповідає номінальному значенню коефіцієнт потужності мережі

$$\text{tg} \varphi = \frac{0,66}{0,75} = 0,88$$

$$Q_{30} = 182,2 \cdot 0,88 = 160,3 \text{ квар}$$

Максимальне навантаження протягом повних півгодини та максимальний струм навантаження протягом повних півгодини

визначаються:

$$S_{30} = \frac{P_{30}}{\cos \varphi}, \text{ кВтА} \quad (4,7)$$

$$S_{30} = \frac{182,2}{0,75} = 242,9 \text{ кВтА}$$

$$I_{30} = \frac{S_{30}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{л}}}, \text{ А} \quad (4,8)$$

$$I_{30} = \frac{242,9}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 373,6 \text{ А}$$

Відповідно до [13] в якості входного кабелю в майстерню вибираємо VRG 4x120.

Ефективність інших споживачів, що живляться проектною станцією, наведена в таблиці 4.2

Таблиця 4.2 Найменування та потужність споживачів у домогосподарстві

№ п/п	Назва приміщення	P_{Σ} , кВт	P_{Σ} , кВт
1	Диспетчерська	5	2,5
2	Гараж на 10 автомашин	45	20
3	Складське приміщення	6	2
4	Пункт ТО	60	60

Сумування лінійних навантажень трансформаторної підстанції здійснюється з надбавками. Розрахунки проводимо в табличній формі.

Таблиця 4.3 Зведення розрахункових навантажень

Ділянка	Навантаження							
	Денне, кВт				Вечірнє, кВт			
	P_{Σ}	$P_{\Sigma 2}$	$\Delta P(P_{\Sigma 2})$	P_{Σ}	$P_{\Sigma 2}$	$P_{\Sigma 2}$	$\Delta P(P_{\Sigma 2})$	P_{Σ}
Лінія I								
0-1	182,2	-	-	182,2	-	-	-	-
Лінія II								
0-1	60	-	-	60	60	-	-	60
Лінія III								
0-1	48,0	6	3,6	51,6	21,4	2	1,2	22,6

Оскільки добове навантаження більше вечірнього, розрахункова активна потужність виходить із максимальним значенням дня:

$$P_{\text{розр}} = P_{\Sigma 1} + \Delta P(P_{\Sigma 2}) + \Delta P(P_{\Sigma 3}) \quad (4.9)$$

$$P_{\text{розр}} = 182,2 + 41 + 34,8 = 258 \text{ кВт}$$

Загальна розрахункова потужність трансформатора визначається:

$$S_{\text{розр}} = \frac{P_{\text{розр}}}{\cos \varphi}, \text{ кВА} \quad (4.10)$$

де $\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності ТП для ТП з виробничим навантаженням $\cos \varphi = 0,7$.

$$S_{\text{розр}} = \frac{258}{0,7} = 368,5 \text{ кВА}$$

Приймаємо закриту ТП глухого типу потужністю 400 кВА з урахуванням економічних розривів і допустимих систематичних

перевантажень. У таблиці наведені найважливіші технічні параметри трансформатора, встановленого в ТП. 4.4

Таблиця 4.4 Технічні характеристики трансформатора 400 кВА ТП 10

/ 0,4

Тип	Поеднання напруг, кВ		Схема і група з'єднань обмоток	Втрати, кВт		U _{к.з.} , %	I _{к.з.} , %
	ВН	НН		ΔP _{х.х.}	ΔP _{к.з.}		
ТМ-400	10	0,4	Y/Y _к - 0	0,95	5,5	4,5	2,1

Розташовуємо ТП в середині електричних навантажень, враховуючи зручність монтажу та використання. У шафі НРУ підстанції встановлено трифазний чотирипрвідний лічильник активної енергії «Каскад», який вмикається за допомогою трансформаторів струму Т-0,66 та апаратури керування лініями вуличного освітлення за допомогою ФР- 2. повідомлення з фото. Вузол має апаратні засоби захисту від удару блискавки з вентильним захистом РВ0-10У1 (з боку лінії 10 кВ) та РВН-0,5МУ1 (з боку лінії 0,4 кВ).

Визначаємо силу струму на вводі ТП 10 кВ:

$$I = \frac{S_n}{\sqrt{3} \cdot U_n}, \text{ A} \quad (4.11)$$

де S_n – номінальна потужність ТП, $S_n = 400$ кВА,

U_n – напруга силової кабельної лінії, $U_n = 10$ кВ.

$$I = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 10} = 23,09 \text{ I}$$

Переріз жил кабельної лінії електропередачі напругою 10 кВ

вибирають залежно від економічної густини струму:

$$F_{ex} = \frac{I}{J_{ex}}$$

де $j_{ек}$ – економічна щільність струму, А/мм². Для підземних кабелів

$$j_{ек} = 1,3 \text{ А/мм}^2 \text{ [18]}$$

$$F_{ек} = \frac{23,09}{1,3} = 17,8 \text{ мм}^2$$

Для ПЛ-10 кВ приймаємо кабелі ЗАС-25

4.2 Розрахунок зовнішніх електричних мереж

Вся лінія 0,38 кВ від трансформаторної підстанції до селу проведена електричним кабелем. Переріз струмоведучих провідників вибирають з умови довготривалого допустимого струму (нагрівання).

$I_{tr} \cdot DOP \geq I$ максимальна роздільна здатність (4.8)

де I_{max} дозвіл - максимальний розрахунковий струм, А.

$$I_{max.p}^{Кр} = \frac{S_{p}^{Кр}}{\sqrt{3} \cdot U}, \quad (4,9)$$

де $S_{дз}$ - розрахункова максимальна потужність, кВ·А.

$$I_{max.p}^{Кр} = \frac{242,9}{\sqrt{3} \cdot 0,38} = 373,6 \text{ А}$$

Приймаємо силовий кабель марки AVRГ перерізом 2,5 мм² (4 × 2.5), для якого допустимий струм, що протікає по струмопровідних проводах, становить 19А.

Зведення результатів розрахунку представлено в таблиці 4.6

Таблиця 4.5 Визначення допустимих перепадів напруги

Елемент мережі електропостачання	Режим роботи	
	100%	25%
Шини 10 кВ РТП	-3	+1
Лінія 10 кВ	-2	-0,5
Трансформатор 10/0,4:		
постійна надбавка	-5	-5
регульована надбавка	0	0
втрати в трансформаторі	-4	-1
Втрати напруги в лінії 0,38 кВ	-7	0
Споживач	-5	-4,5
Допустиме відхилення напруги у споживача	-5	-5

Таблиця 4.6 Вибір перерізів кабелю

Ділянка лінії	P_p , кВт	S_p , кВА	$S_{\text{екв}}$, кВА	Марка провoda
Лінія 1				
0 – 1	182,2	242,9	170,03	3А50-А50
Лінія 2				
0 – 1	60	85,7	60	3А50-А50
Лінія 3				
0 – 1	51,8	74	51,8	3А50-А50

$$S_p = \frac{P_p}{\cos \varphi}, \text{кВА} (4,15)$$

де P_p – розрахункове навантаження на споживача, що отримує

електроенергію

розрахункова ТП, кВт;

$\cos \varphi$ – коефіцієнт потужності споживача, $\cos \varphi = 0,75$ – для споживачів

ремонтні майстерні, $\cos \varphi = 0,7$ – для всіх інших споживачів,

які ТП годує відповідно до добового максимального навантаження.

Таблиця 4.7 Визначення фактичного падіння напруги

Ділянка лінії	$l, \text{ км}$	$S_p, \text{ кВА}$	$P, \text{ кВт}$	$Q, \text{ квар}$	$r=r_0 \cdot l, \text{ Ом}$	$x=x_0 \cdot l, \text{ Ом}$	Втрати на ділянці		Втрати від джерела	
							В	%	В	%
Лінія 1										
0 – 1	0,03	242,9	182,2	160,6	0,0092	0,012	9,6	2,52	9,6	2,52
Лінія 2										
0 – 1	0,105	85,7	60	61,2	0,06	0,042	16,1	4,3	16,1	4,3
Лінія 3										
0 – 1	0,05	74	51,8	52,8	0,0294	0,02	6,77	1,8	6,77	1,8

4.3 Перевірка можливості пуску та нормальної роботи асинхронних електродвигунів

Величина допустимого падіння напруги на затискачах

електродвигунів визначається виходячи з умов їх пуску. Обов'язково, щоб

пусковий момент електродвигуна був більше, ніж у робочій машині

де $M_{\text{пуск}}$ - пусковий момент електродвигуна при номінальній напрузі, Нм;

$M_{\text{зр.рн}}$ - момент переміщення робочої машини, Нм;

$M_{\text{надл.}}$ - необхідний додатковий крутний момент при запуску, Нм.

Крутний момент асинхронного електродвигуна пропорційний квадрату напруги на його полюсах. Допустиме падіння напруги в умовах

можливості прискорення електровикористання визначається за формулою:

Для визначення падіння напруги при пуску електродвигуна з крайньої

сторони стелажа для розвантаження візків підвіски трактора АР132С4У2:

$P_{\text{пв}} = 7,5 \text{ кВт}$, $w = 15,1 \text{ А}$, $\cos \varphi = 0,86$ $\eta = 0,875$,

$c = 1455 \text{ об/хв}$, $\mu_{\text{старт}} = 2,2$, $\mu_{\text{мах}} = 3,0$.

Запуск електродвигуна і нормальна робота раніше включених

приймачів можливі за умови:

$$\Delta U_{\text{розр.}\%} \leq \Delta U_{\text{д}\%} \quad (4,18)$$

Зниження напруги на полюсі стартера:

$$\Delta U_{\text{розр.}\%} = \Delta U_{\text{транс.}\%} + \Delta U_{\text{лн.}\%} + U_{\text{падіння}\%} + U_{\text{кор.}\%} \quad (4,19)$$

де $U_{\text{на.тр.}\%}$ - запас по нарузі трансформатора, $U_{\text{на.тр.}\%} = 7,5$;

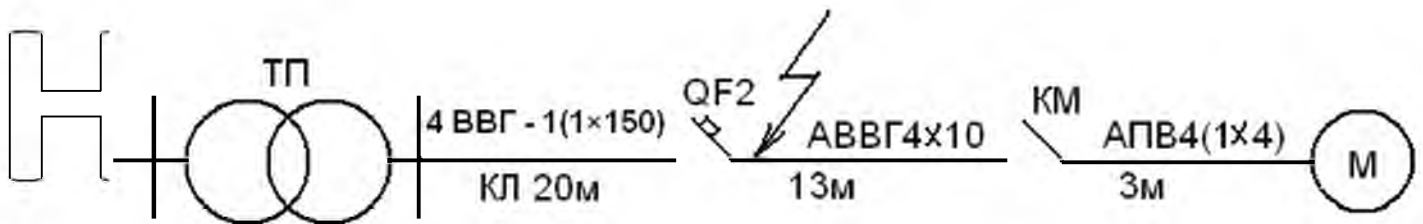
$U_{\text{тлн.п.}\%}$ - відхилення напруги в первинних лініях напруги трансформатора, $U_{\text{тлн.п.}\%} = 0$.

$$\Delta U_{\text{розр.}\%} = \Delta U_{\text{д}\%} + \frac{Z_{\text{лн}}}{Z_{\text{а}} + Z_{\text{дв}}} \cdot 100 \quad (4,20)$$

де $Z_{\text{лн}} = \sqrt{R_{\text{лн}}^2 + X_{\text{лн}}^2}$ - загальний опір лінії, Ом;

$U_{\text{д}\%}$ - падіння напруги в лінії перед пуском електродвигуна, % див. сторінку 4.2, табл. 4.7.

$Z_{\text{дв}}$ - загальний опір короткого замикання електродвигуна, Ом.



Картинка 4.1. Схема розрахунку мережі

$$Z_{\text{акт}} = \frac{U_{\text{н}}}{\sqrt{3} \cdot K_1 \cdot I_{\text{н}}}$$

$$Z_{\text{акт}} = \frac{380}{\sqrt{3} \cdot 7,5 \cdot 151} = 1,94 \text{ Ом}$$

Загальний опір активної лінії:

$$R_{\text{лн}} = R_{\text{каб}} + R_{\text{гр}} + R_{\text{роз}}, \text{ Ом} \quad (4,20)$$

де $R_{\text{каб}}$, $R_{\text{гр}}$, $R_{\text{роз}}$ - відповідно активні опори для кабельного вводу, групової лінії та лінії відгалуження, утворені кабелем 4x4 АВР.

Опір кабельно-провідникової частини лінії можна знайти за формулою:

$$R = r_{01} \cdot l_1 + r_{02} \cdot l_2 + r_{03} \cdot l_3 \quad (4,23)$$

$$R = 0,195 \cdot 0,021 + 1,95 \cdot 0,13 + 7,81 \cdot 0,03 = 0,052870 \text{ Ом}$$

Втрати напруги в трансформаторі при запуску двигуна з урахуванням впливу інших споживачів електроенергії, підключених до трансформатора:

$$U_{T\%} = \frac{100}{S_k} \cdot \sqrt{(R_{\text{факт}} \cdot S_{\text{об}} \cdot \cos \varphi_n + S_{\text{нагр}} \cdot \cos \varphi_{\text{нав}})^2 + (R_{\text{факт}} \cdot S_{\text{об}} \cdot \sin \varphi_n + S_{\text{нагр}} \cdot \sin \varphi_{\text{нав}})^2} \quad (4,24)$$

де S_k – потужність короткого замикання трансформатора, кВА;

$\cos \varphi_n$ – коефіцієнт потужності електродвигуна спочатку

представити на ринках

$S_{\text{дв}}$ – номінальна потужність електродвигуна, кВА;

$S_{\text{нагр}}$ – сумарна потужність інших підключених електроприймачів

трансформаторна шина низької напруги, кВА;

$R_{\text{факт}}$ – фактичне кратне пусковому струму електродвигуна

враховувати вплив джерела живлення та машин;

$\cos \varphi_{\text{нав}}$ – середньозважений коефіцієнт потужності навантаження

інші електронні приймачі.

$$S_k = \frac{S_n \cdot 100}{U_{\text{к\%}}} \quad (4,25)$$

$$S_k = \frac{400 \cdot 100}{4,5} = 8888,8 \text{ кВА}$$

де $U_{\text{к\%}}$ – напруга короткого замикання трансформатора

ТМ-400 $U_{\text{к\%}} = 4,5$.

$$\cos \varphi_n = \frac{\eta_n \cdot \cos \varphi_n \cdot (\mu_{\text{ном}} + 0,025 \cdot K_i^2)}{(1 - S_n) \cdot K_i} \quad (4,26)$$

де η_n , $\cos \varphi_n$, S_n – номінальні значення ККД відповідно

робота, потужність і ковзання електродвигуна.

$$\cos \varphi_n = \frac{0,875 \cdot 0,86 \cdot (2,2 + 0,025 \cdot 7,5^2)}{(1 - 0,03) \cdot 7,5} = 0,376$$

НУБІП УКРАЇНИ

$$R_{\text{факт}} = \frac{100 \cdot K}{100 + U_{\text{к\%}} \cdot K_i} \cdot \frac{Z_{\text{дв}}}{Z} \quad (4,27)$$

де Z – загальний опір електричної мережі – обмотки двигуна, Ом;

$$Z = \sqrt{(R_{\text{дв}} + R_{\text{л}})^2 + (X_{\text{дв}} + X_{\text{л}})^2} \quad (4,28)$$

НУБІП УКРАЇНИ

де $R_{\text{дв}}, X_{\text{дв}}$ – активна та реактивна складові опору короткого замикання електродвигун, Ом;

$$R_{\text{дв}} = Z_{\text{дв}} \cdot \cos \varphi_{\text{н}} \quad (4,29)$$

НУБІП УКРАЇНИ

$$R_{\text{дв}} = 194 \cdot 0,373 = 0,72 \text{ Ом}$$

$$X_{\text{дв}} = Z_{\text{дв}} \cdot \sin \varphi_{\text{н}} \quad (4,30)$$

$$X_{\text{дв}} = 1,94 \cdot 0,93 = 1,8 \text{ Ом}$$

$$Z = \sqrt{(0,72 + 0,052)^2 + (1,8 + 0,132)^2} = 2,1 \text{ Ом}$$

НУБІП УКРАЇНИ

$$S_{\text{дв}} = \frac{P_{\text{н}}}{\cos \varphi_{\text{н}} \cdot \eta_{\text{н}}} \quad (4,31)$$

$$S_{\text{дв}} = \frac{7,5}{0,86 \cdot 0,875} = 9,9 \text{ кВА}$$

$$R_{\text{факт}} = \frac{100 \cdot 7,5}{100 + 4,5 \cdot 7,5 \cdot \frac{9,9}{400}} \cdot \frac{1,94}{2,1} = 6,86 \text{ Ом}$$

НУБІП УКРАЇНИ

Ми приймаємо

$$S_{\text{нагр}} = S_{\text{р.т.н}} - S_{\text{дв}} \quad (4,32)$$

$$S_{\text{нагр}} = 242,9 - 9,9 = 233 \text{ кВА}$$

$$\cos \varphi_{\text{нагр}} = 0,7$$

НУБІП УКРАЇНИ

$$U_{\text{т\%}} = \frac{100}{8888,8} \cdot \sqrt{(6,86 \cdot 9,9 \cdot 0,373 + 233 \cdot 0,7)^2 + (6,86 \cdot 9,9 \cdot 0,93 + 233 \cdot 0,7)^2} = 3,31\%$$

Зниження напруги на полюсі стартера.

$$\Delta U_{\text{факт\%}} = 5,62 + 3,31 - 7,5 \pm 0 = 1,43\%$$

Допустиме падіння напруги визначається в умовах можливості

прискорення використання електроенергії.

НУБІП УКРАЇНИ

$$M_{\text{н}} = 9550 \cdot \frac{P_{\text{н}}}{\eta_{\text{н}}}$$

$$M_{\text{н}} = 9550 \cdot \frac{7,5}{1455} = 49,2 \text{ Нм}$$

$$M_{пуск} = M_n \cdot \alpha_n$$

$$M_{пуск} = 49,2 \cdot 2,2 = 108,2 \text{ Нм},$$

$$M_{надл} = (0,2 \cdot 0,3) M_n$$

$$M_{надл} = (0,2 \cdot 0,3) 49,2 = 9,84 \cdot 14,76 \text{ Нм}.$$

Візьмемо значення моменту переміщення:

$$M_{зр} = 0,6 \cdot M_n$$

$$M_{зр} = 0,6 \cdot 49,2 = 29,5 \text{ Нм}$$

Тоді допустиме падіння напруги:

$$\Delta U_{доп.\%} = \left(1 - \sqrt{\frac{29,5 + 14,7}{108,2}} \right) \cdot 100 = 37\%$$

Тому $\Delta U_{факт.\%} < \Delta U_{доп.\%}$, $1,43\% < 37\%$.

Приходимо до висновку, що за цих умов двигун заведеться.

4.4 Перевірка захисних пристроїв на відключаючу здатність

Умови випробування захисних пристроїв на кінцеву відключаючу здатність такі:

$$I_{гр.відкл} \geq I_{кз}^{(3)}, A(4,33)$$

$$I_{гр.відкл} \geq I_{уд}, A(4,34)$$

де $I_{гр. off}$ – граничний струм, що вимикає прилад, А;

$I_{кз}^{(3)}$ – струм трифазного короткого замикання, А;

$I_{уд}$ – імпульсний струм трифазного короткого замикання, А.

$$I_{уд} = \sqrt{2} \cdot I_{кз}^{(3)}, A(4,35)$$

$$I_{кз}^{(3)} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(\sum R)^2 + (\sum X)^2}}, A(4,36)$$

де U_n – мережева напруга, В;

$\sum R$ – сума опорів активних елементів ланцюга трифазного КЗ, Ом;

$\sum X$ – сума опорів реактивних елементів трифазного КЗ, Ом;

$$\sum R = R_T + R_{cp}, Ом(4,37)$$

$$\sum X = X_T + X_{cp}, Ом(4,38)$$

де R_t і X_t відповідно активна і реактивна складові загального опору трансформатора під час трифазного короткого замикання, Ом;

R_{cp} і X_{cp} – активний і реактивний опір проводу за точкою короткого замикання, Ом.

Значення параметрів Z_t , R_t , X_t визначаються за формулами:

$$Z_t = \frac{U_{к\%} \cdot U_n^2}{100 \cdot S_n} \quad (4,39)$$

$$R_t = \frac{\Delta P_{кз} \cdot U_n^2}{S_n^2} \quad (4,40)$$

$$X_t = \sqrt{Z_t^2 - R_t^2} \quad (4,41)$$

де S_n – номінальна потужність трансформатора, кВА;

$\Delta U_{к\%}$ – напруга короткого замикання трансформатора;

$\Delta P_{кз}$ – втрати трансформатора при короткому замиканні.

Перевіряємо автоматичний вимикач ВА51-37320010-Р30УХЛ3, встановлений на ввіді РУ цехової електромережі. Відключаюча здатність цього автоматичного вимикача $I_{r.off} = 25$ кА.

Значення $\Delta P_{кз}$ трансформатора ТМ-400-5500 Вт

$$Z_t = \frac{4,5 \cdot 400^2}{100 \cdot 400000} = 0,018 \text{ Ом}$$

$$R_t = \frac{5500 \cdot 400^2}{160000} = 0,0055 \text{ Ом}$$

$$X_t = \sqrt{0,018^2 - 0,0055^2} = 0,0171 \text{ Ом}$$

Далі

$$\sum R_k = 0,0134 + 0,0055 = 0,0189 \text{ Ом}$$

$$\sum X_k = 0,0108 + 0,0171 = 0,0279 \text{ Ом}$$

$$I_{кз}^{(3)} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(0,0189)^2 + (0,0279)^2}} = 6853 \text{ А}$$

тому

$$I_{гр.відкл} \geq I_{кз}^{(3)} \text{ А}$$

$$25 \text{ кА} > 6,8 \text{ кА}$$

Автоматичний вимикач відповідає умовам випробування на
максимальну відключаючу здатність.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

5. ОРГАНІЗАЦІЯ ФУНКЦІЙ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

5.1 Приймання електромонтажних робіт. Організація ремонтної служби

Здача і введення в експлуатацію готових об'єктів повинні проводитися відповідно до вимог СНиП Енергоменеджер, який здійснює технічний нагляд за монтажем електрообладнання в цеху під час приймання та введення в експлуатацію, зобов'язаний:

- бути присутнім при проведенні прихованих робіт і погоджувати їх відповідно до законодавства монтажної організації;
- перевірити відповідність електромонтажних робіт вимогам ПУЕ;
- здійснювати контроль за проведенням випробувань електротехнічних пристроїв у масштабі, що відповідає вимогам Сніп і ПУЕ;
- прийняти від монтажної організації повний комплект технічної документації, складеної у зв'язку з монтажем і випробуванням електроустановок.

Електротехнічний персонал, який повинен використовувати електрообладнання цеху, спільно з електромонтажними та регламентними організаціями проводять комплексні випробування електрообладнання в просторі протягом 24 годин.

Присутність під час монтажу, випробувань, налагодження окремих верстатів, ліній, цехів значно підвищує кваліфікацію обслуговуючого та ремонтного персоналу та забезпечує надійний рівень обслуговування.

Враховуючи кількість встановлених електроприладів при будівництві цеху (329 шт.), чисельність персоналу та фінансові можливості СТОВ, головна енергетична служба розраховує обсяги робіт з організації експлуатації та ремонту.

Кількість робіт з технічного обслуговування і ремонту енергетичного обладнання визначається згідно з нормами трудомісткості технічного

обслуговування і ремонту електрообладнання (за системою умовних одиниць).

Основні відомості про нормативні документи отримують з офіційно затверджених документів «Технічне обслуговування та ремонт

сільськогосподарського електрообладнання» та «ПЗР і система технічного обслуговування», які містять найменування електротехнічних та нагрівальних приладів, що застосовуються в сільському господарстві, та річні витрати праці на них. Ремонт і обслуговування.

Система технічного обслуговування і ремонту дозволяє виконувати наступні роботи при використанні електрообладнання:

- обслуговування;
- корекція струму;
- ремонт;
- вимірювання та контрольні випробування.

5.2 Визначення обсягів ремонтних робіт та чисельності обслуговуючого персоналу

При плануванні робіт з технічного обслуговування та поточного ремонту електрообладнання цеху ми послідовно визначаємо обсяг робіт, річний персонал, чисельність електротехнічного персоналу, вартість виконуваних робіт.

Вихідною точкою планового навантаження є річний графік технічного обслуговування і ремонту електрообладнання; інформацію, включаючи робоче середовище кожного пристрою та час його роботи.

Основним документом є річний план-графік оглядів і ремонтів, який з урахуванням вимог системи технічного обслуговування та ремонту визначає комплекс організаційно-технічних заходів, що дозволяють підтримувати електрообладнання та електричну мережу в довній працездатності, запобігаючи її раптова поломка і знос.

Чисельність електромонтерів, що обслуговують цех, визначається загальною кількістю умовних електроприладів, що використовуються, і річним навантаженням одного електромонтера. Загальна чисельність обслуговуючого персоналу визначається за формулою:

$$N_{en} = \frac{A}{100} \quad (5.1)$$

де A - обсяг робіт з обслуговування електрообладнання,
 100 - середньорічне навантаження на електрика, там же

$$N_{en} = \frac{329}{100} = 3,29$$

В якості обслуговуючого персоналу приймаємо 3 людини.

Враховуючи, що в перші 2-3 місяці після початку роботи цеху можливі непередбачені випадки, в тому числі аварії, витрати на їх усунення слід планувати. Для цього необхідний певний вартісний матеріальний і грошовий ресурс, а також передбачається можливість залучення електротехнічного персоналу з інших напрямків підприємства.

ТАБЛИЦЯ 5.1 - РІЧНИЙ ГРАФІК ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ

Електрообладнання та місце його розташування	Кількість, шт.	Річна кількість затрат						Місяці 2007 р.											
		Трудоємність, люд/год			Вартість, грн.														
		ГО	ПР	КР	ГО	ПР	КР	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Дільниця миття і розбирання машин																			
Очищувач водоструминний	1	3	0,5	-	1,2	2,8	-	4-6											
Дільниця ГО і діагностики																			
Станіонарний пост мащення	6	3	0,5	-	6,6	12,9	-	3-6											
Установка КИ-4935	1	3	0,5	-	2,7	7,3	-	6-8											
Ремонтно-монтажна дільниця																			
Мийна машина	1	4	0,5	-	2,7	4,3	-			3,6			9-11			21-24			15-17
Стенд збирання передніх підвісок тракторів	1	4	0,5	-	5,46	4,28	-			6-8			12-14			25-27			18-20
Стенд для шліфування клапанів	1	4	0,5	-	1,86	3,71	-			14-16			20-22			3-5			24-26
Стенд притирання фасок	1	4	0,5	-	3,32	5,5	-				10-12								
Дільниця випробування і регулювання двигунів																			
Стенд обкатувально-гальмівний	1	2	0,5	-	5	8,7	-							3,5					
Дільниця ГО і регулювання паливної апаратури																			
Стенд випробувальний	1	2	0,5	-	4,8	6,2	-					2-4							
Установка для відновлення шийок валів	1	4		0,5	-	5,3	4,8	-	11-14			1-4					2-4		
Автомат наплавочний	1	3	0,5	-	2,5	2,8	-	15-17			5-8				5-8				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Пристрій для шліфування кілець	1	3	0,5	-	2,5	2,8	-	15-17			5-8				5-8				
Дільниця для заправки та обкатки машин																			
Паливно-роздавальна колонка	2	2	0,5	-	1,46	6,92	-								8-10				
Дільниця ремонту силового електрообладнання																			
Верстат заточний	1	2	0,5	-	1,72	4,88	-								6-8				
Верстат свердловальний	1	3	0,5	-	3,9	5,4	-							20	20				
Трансформатор для пайки	1	3	0,5	-	4,5	8,0	-							7	5	5			
Станіонарний компресор	1	3	0,5	-	4,8	7,2	-							8	6	5			
Стенд КИ-968	1	3	0,5	-	6,4	9,3	-							10	12	12			
Слюсарно механічна дільниця																			
Свердловальний верстат	1	4	0,5	-	3,8	6,2	-					17		20			25		
Заточний верстат	1	4	0,5	-	2,8	4,3	-						19		24			27	
Комбінований верстат	1	5	0,5	-	4,5	6,8	-						18		19		23		
Токарно-гвинторізний верстат	1	4	0,5	-	4,5	6,4							17		11		23		
Дільниця ремонту с.г. машин																			
Стенд для обкатки машин	1	3	0,5	-	6,4	8,3	-							18	22		27		
Дільниця зарядки акумуляторів																			
Селеновий випрямляч	1	12	1	-	4,5	7,0	-	1-3						10-12	3-5	8-10			4-6
Електродистильатор	1	12	1	-	3,7	5,7	-	6-8						14-16	8-10	12-14			8-10
Зарядка акумуляторів та пуск двигунів	1	12	1	-	5,2	8,1	-	4-5						12	6-7	6-8			6-9
Дільниця зварювання																			
Зварювальний перетворювач	1	6	0,38	-	1,5	19,2	-	2-3		5-6		3-4		5-6		7-8			10-1
Зварювальний трансформатор	1	4	0,5	-	0,8	4,0	-			4-6		7-8				4-3			

5.3 Облік і раціональне використання електроенергії

Активна електроенергія, яка споживається цехом, обчислюється за допомогою лічильника активної енергії типу «Каскад», який встановлений безпосередньо на ТТ зі сторони 0,4 кВ.

Розрахунок реактивної енергії здійснюється за допомогою лічильника «Каскад», який дає змогу визначити ККД пристроїв компенсації реактивної потужності.

Встановлення лічильників активної та реактивної енергії виконано відповідно до вимог ПУЕ.

Одним із основних завдань енергослужби з метою зниження собівартості продукції та послуг, що надаються підприємством, та врахування зростання вартості енергоносіїв є раціональне використання та запобігання втратам електричної енергії.

Контролюючи показання лічильників активної та реактивної енергії, енергообслуговуючий персонал може активно впливати на один із основних показників роботи енергосистеми підприємства – коефіцієнт потужності.

Коефіцієнт потужності на кожній виробничій ділянці за конкретний період (добу, місяць, рік) можна визначити за формулою:

$$\cos \varphi = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{W_p}{W_a}\right)^2}}, \quad (5.2)$$

де W_p, W_a – сумарне споживання реактивної енергії (кВт·год) та активної енергії (кВт·год).

З урахуванням результатів регулярних ревізій споживачів у господарстві та експлуатації електромереж головний енергетик розробляє організаційно-технічні заходи щодо забезпечення раціонального та безперебійного електропостачання.

Найважливішими організаційно-технічними заходами є:

– організація правильного розрахунку електроенергії та інших енергоносіїв на окремих виробничих ділянках та преміювання працівників за їх економію;

– раціональне використання стисненого повітря, кисню, води та інших енергоносіїв і запобігання утворенню відходів;

– оптимізація форм роботи та підвищення продуктивності праці окремих підрозділів;

– регулярне навчання службовців та інженерів, а також технічних працівників;

– застосування системи заходів щодо підвищення коефіцієнта потужності електроспоживачів;

– рівномірний розподіл навантаження між фазами;

– застосування новітніх технологій і передового досвіду у виробничих процесах.

5.4 Споживання електроенергії та визначення втрат електроенергії

Кількість електроенергії, спожитої гаражем протягом року, визначається

за формулою:

$$W_c = S_m T_{\text{вик на в}} \quad (5.3)$$

де $S_m = 185,04 \text{ кВА}$ – максимальна потужність на рейках ТП напругою 0,4 кВ,

$T_{\text{вик на в}} = 2200 \text{ h}$ – максимальний час роботи навантаження.

Далі

$$W_c = 185,04 \cdot 2200 = 407088 \text{ кВт/год}$$

Втрати електроенергії в мережах 0,38 кВ визначаються за формулою:

$$\Delta W_n = 3 I_{cp}^2 R T \cdot 10^{-3} \quad (5.4)$$

де I_{cp} – середній струм мережі в розрахунковому періоді, А;

R – однофазний активний опір, Ом;

T - кількість годин використання мережі з навантаженням за розрахунковий період,
Отже

$$\Delta W_{л1} = 3 \cdot 385,7^2 \cdot 0,0095 \cdot 8760 \cdot 10^{-3} = 36729 \text{ кВт*год};$$

$$I_1 = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{183,8}{\sqrt{3} \cdot 0,4 \cdot 0,7} = 385,7 \text{ А};$$

$$R = r_0 l = 0,315 \cdot 0,03 = 0,0095 \text{ Ом};$$

$$\Delta W_{л2} = 3 \cdot 58,5^2 \cdot 0,64 \cdot 0,07 \cdot 2880 \cdot 10^{-3} = 1327,1 \text{ кВт*год};$$

$$\Delta W_{л3(0-1)} = 3 \cdot 12,4^2 \cdot 1,08 \cdot 0,05 \cdot 6480 \cdot 10^{-3} = 296 \text{ кВт*год};$$

$$\Delta W_{лв(1-2)} = 3 \cdot 100,3^2 \cdot 0,05 \cdot 0,64 \cdot 8760 \cdot 10^{-3} = 8460 \text{ кВт*год};$$

$$\Delta W_{лв(2-3)} = 3 \cdot 107^2 \cdot 0,05 \cdot 0,64 \cdot 9250 \cdot 10^{-3} = 9564 \text{ кВт*год};$$

$$\Delta W_{л} = 36729 + 1327,1 + 296 + 8460 - 9564 = 56439 \text{ кВт/год}$$

Річні втрати електроенергії трансформатора визначаються за формулою:

$$\Delta W_{тр} = \Delta P_{кз} \left(\frac{S_{\text{макс}}}{S_n} \right) t_a + \Delta P_{хх} t_p, \text{ кВт*год (5.5)}$$

де $S_{\text{макс}}$ - максимальна трифазна потужність трансформатора, кВА;

$S_n = 250 \text{ кВА}$ - номінальна потужність трансформатора;

$\Delta P_{кз}, \Delta P_{хх}$ - втрати трансформатора на КЗ і холостий хід, кВт;

$t_a = 1500$ - річний час відходів, год.;

$t_p = 8760$ - час роботи трансформатора, год

$$\Delta W_{тр} = 3,7 \left(\frac{370}{250} \right) \cdot 1500 + 0,78 \cdot 8760 = 89132,8 \text{ кВт/год}$$

Сумарні втрати в трансформаторі та електромережі дорівнюють:

$$\sum \Delta W = \Delta W_{л} + \Delta W_{тр} = 56439 + 89132,8 = 145571,8 \text{ кВт*год},$$

загальна кількість спожитої споживачами електроенергії становить:

$W_{\%} = \frac{\sum \Delta W}{W_c} \cdot 100\% = \frac{145,5718}{407088} \cdot 100\% = 3,9\%$

НУБІП України

Питомі витрати електроенергії на один умовний ремонт становлять:

$$W_{num} = \frac{W_c}{Q_{kp}} = \frac{407088}{150} = 2713,92 \text{ кВт/год/сек}$$

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

6 ОХОРОНА ПРАЦІ 6.1 Передік основних нормативних документів

1. Закон України "Про охорону праці". Постанова Верховної Ради України від 14.11.92 №2595-ХІІ.
2. Закон України "Про пожежну безпеку" Постанова Верховної Ради України від 17.12.93 №3747-ХІІ.
3. Закон України "Про дорожній рух". Постанова Верховної Ради України від 28.01.93
4. Закон України "Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення" Постанова Верховної Ради України від 24.02.94
5. ГОСТ 12.1.009-76 ССБТ "Електробезопасность. Термины и определения".
6. ССБП ДСТУ 2293-93. "Система стандартів безпеки праці. Терміни та визначення".
7. ДСТУ 2272-93 Пожежна безпека. Терміни та визначення.
8. ДБН А 3.1-3-94. Прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів.
9. Єдина державна система показників обліку умов і безпеки праці. Затверджена наказом Державного комітету України з нагляду за охороною праці від 31.03.94 №27.
10. НАПБ А.01.001.-95. Правила пожежної безпеки в Україні, затверджені наказом МВС України від 22.06.95 №400, зареєстровані Мін'юсті України 14.07.95 за №219/95.
11. Типове положення про службу охорони праці: затв. наказом Держнаглядохоронпраці України від 03.08.93 № 73, зареєстроване в Мін'юсті України 30.09.93 за № 140.
12. ДНАОП 0.00-4.12-94. Типове положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці, затверджене наказом Держнаглядохоронпраці України від 04.04.94 №30, зареєстровано в Мін'юсті України 12.05.94 за №95/309.

13. Положення про медичний огляд окремих груп працівників : затв. Наказ МОЗ України від 31.03.94 р. №45, зареєстрований в Міністерстві юстиції України 21.06.94 р. за № 136/345.

14. Положення про проведення експертизи та обліку нещасних випадків, професійних захворювань і нещасних випадків на підприємствах, установах і муніципалітетах: затв. Постановою Кабінету Міністрів України від 10 серпня 1993 р. № 623.

15. ДНАОП 0.00-4.26-96. Положення про порядок екіпування працівників спеціальним одягом, спеціальним взуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 18 листопада 1996 р. за № 667/1692. Діє від 29.11.96

16. ДНАОП 0.03-3.30-96. Сучасні санітарні норми та принципи захисту населення від впливу електромагнітного випромінювання. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 29 серпня 1996 р. за № 488/1513. Діє від 29.11.96

17. Правила монтажу електроустановок / Міненерго СРСР. - Видання VI з поправками і доповненнями до N1 і N2 - М.: Энергоатоміздат, 1985. - 640с.

18. Принципи технічної експлуатації електроустановок і мереж / Міненерго УРСР. - 14-е видання змін і доп. Зі змінами № 1 і № 2 РД 34.20.501 - М.: Энергоатоміздат, 1989. - 288с

19. Принципи технічної експлуатації електроустановок споживачів / Держенергонагляд України.: - К.: Дисконт, 1995. - 260с.

20. Принципи технічної експлуатації теплокористувальних споруд і теплових мереж Держенергонагляд України.: - К.: Рабат, 1995.- 81с.

21. Принципи безпечного користування електроустановками. ДНАОП 1.1.10-01-97. Держнагляд охорони праці України. – К.: Основа, 1997.- 265 с.

22. Правила безпечного користування електроустановками споживачів. ДНАОП 0.00 1.21.-98. ДСНС України.: - К.: Фондація, 1998. – 380 балів

23. ГКД 34.03.103-96. Система управління охороною праці в Міненерго

України. Наказ: Затверджено Міністерством енергетики України 24.04.96.

24. ГКД 34.12.102-9 / 5. Навчання, інформування та перевірка знань працівників підприємств, установ і організацій Міненерго України з охорони праці та використання обладнання. станція.

25. Правила застосування та випробування захисних пристроїв, що застосовуються в електроустановках / ПО Союзтехенерго - 7-е видання, перероб. і доп. - М.: Енергоатомиздат. 1983-, -64с.

26. Інструкція з надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків, пов'язаних з обслуговуванням енергетичного обладнання / Рег. за технікою, безпекою та промисловістю, санітарним станом Міненерго СРСР. - М.: Енергоатомиздат. 1987.- 64 с.

27. Інструкція з улаштування блискавкозахисту наведена і побудована РД 34.21.122-87. - М.:, Енергоатомиздат, 1989. -56с.

28. Правила пожежної безпеки в українських енергетичних компаніях, компаніях та організаціях.

29. Принципи безпечної роботи інструменту та обладнання. ДНАОП 1.1.10-1.04.-01. Держенергонагляд України.: - К.: Форт, 2001.-176 с.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

6.2 Аналіз стану охорони праці в господарстві

Безпечною працею вважається такий стан праці, при якому виключається можливість впливу на працівників небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Безпека праці можлива лише при дотриманні заходів безпеки. Охорона праці — це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних заходів і заходів, необхідних для забезпечення безпеки і здоров'я працівників у процесі праці.

Безпечні умови праці повинні бути забезпечені на всіх підприємствах, в установах і організаціях незалежно від їх форм власності і професій. Охорона життя і здоров'я громадян у процесі праці забезпечується законодавством про охорону праці, основні принципи якого ґрунтуються на положеннях

Конституції України. Зокрема, Закон України «Про охорону праці», виданий 24 листопада 1992 року, регулює відносини між власниками підприємств і найманими працівниками та створює єдиний порядок організації праці в Україні.

Цей акт визначає організацію, управління, завдання та відповідальність як власника (керівника), так і працівника у сфері охорони праці на підприємстві.

Керівництво підприємства повинно створити умови праці для кожного члена колективу та забезпечити працездатність системи управління охороною праці в усіх підрозділах, цехах і групах.

Службу охорони праці в компанії очолює старший інженер з техніки безпеки.

Останнім часом велика увага приділяється заходам, спрямованим на підвищення безпеки праці та вивчення методів безпечного виконання робіт.

Завдяки цим заходам можна зменшити кількість нещасних випадків, а значить, зменшиться кількість втрачених днів через непрацездатність. Це найкращий приклад необхідності виконання всіх вимог PБES.

Відповідно до глави III Закону про охорону праці та безпеку, керівництво компанії прагне створити найкращі умови праці для кожного члена команди та забезпечити, щоб система управління охороною праці та безпекою працювала в усіх місцях компанії з найкращою можливою ефективністю.

Начальник цеху стежить за безпечними умовами безпосередньо в цехах під час виробництва. Оформлення нових працівників відбувається тільки після медичного огляду. Адміністрація не може підписати наряд на роботу без пред'явлення. Навчання повинно проходити на робочому місці, інструктажі записуються в робочий журнал.

Стан охорони праці на підприємстві представлено в таблиці 6.1. За останні п'ять років нещасних випадків не зареєстровано, тому що стан техніки безпеки та дисципліни праці відповідає всім вимогам щодо запобігання нещасним випадкам.

Таблиця 6.1 Показники безпеки праці підприємства

Показник	Умовне позначення, розмірність	Рік		
		2003	2004	2005
Середньооблікова чисельність працюючих	Р, чоловік	30	30	30
Заплановані асигнування на номенклатурні заходи	A _з , тис. грн.	15	12	15
Фактично витрачено на одного робітника	A _ф , грн.	100	60	40
Кількість нещасних випадків	T, шт.	0	0	0

6.2.1 Організація робіт з охорони праці та аналіз рівня та причин

нещасних випадків

У цьому році службою охорони праці реалізовано такі заходи:

професійно-технічна освіта (планова, додаткова, керована, цільова);

довідка працівника за правилами охорони праці, розширено приміщення

ПТЕ
безпека;

перевірена наявність, кількість, «якість» наявних документів.

райони;

забезпечення працівників робочими інструкціями, засобами
індивідуального захисту, безпечного виконання робіт тощо;

Проведення профілактичних (планових) медичних оглядів;

надання путівок працівникам-інвалідам

заклади санаторного лікування.

6.2.2 Аналіз умов праці в цеху

Для аналізу умов праці цеху ми виділяємо окремі ділянки, де під час технологічних операцій виникають шкідливі та небезпечні виробничі фактори.

Аналіз умов праці наведено в таблиці 6.1.2.

Кількісна оцінка умов праці на робочих місцях проводиться за категорією важкості праці в залежності від впливу умов праці на функціональний стан органів працівників. Середньозважений показник категорії тяжкості визначається за формулою:

$$K_{mi} = \sum_{i=1}^n (K_{mp} \cdot P_p) \cdot P_{ci}, \quad (6.1)$$

де: K_c - цеховий індекс класу напруженості праці;

K_{tr} - категорія важкості роботи на робочому місці;

P_p і P_{ci} - чисельність працівників на робочому місці і в магазині;

n - кількість робочих місць.

Для прикладу порахуємо для ремонтно-монтажного відділу:

$$\text{Див.} = 4 (1-4) \cdot 4 = 64$$

Таблиця 6.1.2 Аналіз умов праці

Найменування цехів, ділянки	К-сть роб. місць	Чисельність робітників	Розподіл робітників за умовами праці								Індекс
			Нормальні		Несприятливі		Шкідливі		Особливо шкідливі		
			чол.	%	чол.	%	чол.	%	чол.	%	
Ремонтно-монтажне відділення	4	4	4	13	-	-	-	-	-	-	I
Ділянка високовольтних випробувань	3	3	3	10	-	-	-	-	-	-	I
Ділянка ремонту пускорегулюючої апаратури	4	4	4	13	-	-	-	-	-	-	I
Ділянка КВП і засобів зв'язку	4	4	4	13	-	-	-	-	-	-	I
Слюсарно механічна ділянка	4	4	4	13	-	-	-	-	-	-	I
Ділянка просочування і сушіння	4	4	-	-	-	-	4	13	-	-	IV
Компресорна	1	1	1	3	-	-	-	-	-	-	IV
Ділянка фарбування	3	3	-	-	-	-	3	10	-	-	IV
Ковальсько-зварювальна ділянка	3	3	-	-	-	-	3	10	-	-	IV

6.2.3 Визначення просторових класів і категорій

Для визначення класів і категорій обладнання цехів з електробезпеки та охорони навколишнього середовища розглянемо кожну виробничу ділянку окремо та зведемо інформацію в таблицю 6.1.3.

Таблиця 6.1.3 Класи та категорії приміщень підприємства

Найменування об'єктів	Санітарні класи підприємства	Категорія приміщення за характером шаровидного середовища	Клас приміщення за можливістю вграти електричним струмом	Клас вибухо- та пожежобезпечних зон приміщення	Категорія виробництва за вибухо- та пожежобезпечністю	Ступінь вологостійкості будівель та споруд	Категорія протрої захисту від блискавок
Ремонтно-монтажна ділянка	IV	запилене	без пилв. небезпечні	безпечні	Д	II	II
Ділянка високовольтних випробувань	IV	сухе	без пилв. небезпечні	безпечні	Д	II	II
Ділянка ремонту ПРА	IV	сухе	без пилв. небезпечні	безпечні	Д	II	II
Ділянка ремонту КВП і засобів зв'язку	IV	сухе	без пилв. небезпечні	безпечні	Д	II	II
Слюсарно-механічна ділянка	IV	сухе	без пилв. небезпечні	безпечні	Д	нормальні	II
Ділянка просочування і сушіння	IV	сухе	без пилв. небезпечні	безпечні	В	I	II
Компресорна	IV	запилене	без пилв. небезпечні	безпечні	Д	нормальні	II
Ділянка фарбування	IV	сухе	без пилв. небезпечні	безпечні	Д	I	II
Ковальсько-зварювальна ділянка	IV	запилене	без пилв. небезпечні	безпечні	Г	нормальні	II

6.3 Розробка заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Враховуючи велику кількість технічних процесів із шкідливими та небезпечними виробничими факторами, керівник підприємства та начальник цеху повинні проводити ряд заходів, спрямованих на створення безпечних умов праці та використання енергетичного обладнання.

Необхідно (ще на стадії проектування) розробити припливно-витяжний вентиляційний комплекс, оскільки велика кількість технічних процесів пов'язана з виділенням токсичних речовин. На таких робочих місцях встановлюють витяжні вентиляційні пристрої з місцевим відсмоктуванням.

До числа шкідливих виробничих факторів слід віднести шум. Для боротьби з шумом необхідно встановлювати системи вентиляції в окремому приміщенні або поза приміщенням. Повітроводи повинні бути з'єднані з дихальним апаратом штучними вставками. Необхідно ретельно збалансувати ротор вентиляційних пристроїв і встановити самі вузли вентиляторів на гасителі коливань.

Місце зварювальника повинно бути захищеним від світла.

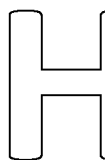
Робочі місця, де використовується вогонь, повинні бути обладнані ручними вогнегасниками, ящиками з піском, ковдрами, ємностями для води тощо.

Технічний персонал, залучений до обслуговування, експлуатації або ремонту електроенергетичного обладнання, повинен мати II - V класи кваліфікації з техніки безпеки, знати вимоги ПУЕ, ПБЕЕС в необхідному обсязі.

Технічний персонал повинен бути своєчасно забезпечений необхідною кількістю засобів індивідуального захисту, а саме: - масками дихальними (Ф-

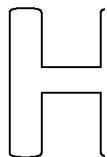
62Ш; «Астра-2»);

- захисні окуляри (СП »; ЗІУ);
- навушники протишумні;



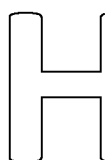
- захисні чохли та зварювальні рукавички;
- рукавички, килими, взуття стійкі до дії кислот і лугів.

Засоби індивідуального захисту робітників і службовців повинні бути виготовлені відповідно до інструкцій і типових галузевих стандартів.



6.3.1 Перелік технічних і організаційних заходів щодо усунення небезпечних і шкідливих факторів

Перш за все слід подбати про справний стан технічних пристроїв, тобто

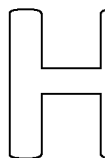


відсікаючих пристроїв, захисних кожухів, заземлюючих пристроїв, припливно-втяжної вентиляції.

Серед найважливіших технічних заходів слід звернути увагу на:

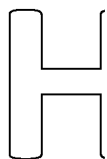
- операції відключення, виконання заходів, що запобігають

неправильному ввімкненню та автоматичному ввімкненню РУ;



необхідність кріплення попереджувальних знаків і плакатів до ручних приводів і дистанційних ключів;

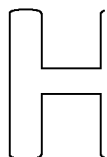
- перевірити наявність напруги та струмоведучих частин в обладнанні, за необхідності встановити переносне заземлення;



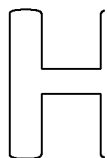
монтаж переносного заземлення, в тому числі стаціонарної частини, шліфувальні ножі;

- корпус електропровідних частин.

Організаційна діяльність:



- виконання робіт на замовлення, на замовлення;
- надання дозволу на підготовку робочого місця;
- підготовка робочого місця до занять;
- нагляд під час роботи;
- перехід на іншу роботу;



оформлення перерв і закінчення роботи.

6.3.2 Розрахунок необхідної кількості засобів індивідуального захисту та електрозахисту для майстерні

Розрахунок кількості засобів індивідуального захисту, необхідних для нормальної роботи електроустановок, і необхідної кількості засобів електрозахисту на рік проводиться на основі ПТБ-87. Ми узагальнюємо проектні дані в таблицях 6.2.2.1 і 6.2.2.2

Таблиця 6.2.2.1 -Розрахунок засобів індивідуального захисту

Назва	Тип чи марка	гост. ост чи ТУ	Необх. кількість	Місце знаходження
Показчик напруги	УНН-1ДЮ	ТУ 34-09-101-30-88	4	Рем. ділянка
Ізолюючі кліщі	К-1000	ТУ 34-13-16-32	4	Ел.об.
Вимірювальні кліщі	Ц-90	ТУ 25-04-857-76	2	Ел.об.
Переносні заземлення		ГОСТ 13-385-78	2	Ел.об.
Діелектричні рукавички		ТУ 38-06-350-79	2	Ел.об.
Комплекс слюсарно-монтажний ізольованою ручкою	КСМН-2	ТУ 38-28-1 00-72	2	Ел.об
Пояс запобіжний	АСКЦ	ГОСТ 571 8-77	2	Склад
Діелектричні килимки		ГОСТ 4997-75	2	Ел.об.
Плакати та знаки		ГОСТ 12.4.026-76	10	Ел.об.
Огорожа переносна			2	Склад
Захисні окуляри	ЗП1-80	ГОСТ 124-013-75	4	Ел.об.
Протигаз		ГОСТ 10-182-78	2	Склад

Таблиця 6.2.2.2 Розраховано необхідну кількість костюмів і спецвзуття

на рік

НУБІП України

Професія	Кількість працюючих	Найменування захисних засобів			
		Костюм бавовняний	Халат	Черевки шкіряні	Чоботи гумові
Електромонтер	2	2	-	2	-
Токар	6	-	6	6	-
Інструментальник	8	8	-	-	8
Фрезерувальник	4	-	4	4	-
Коваль	2	2	-	2	-
Зварювальник	2	-	2	2	-
Обмотувальник	2	-	2	2	-
Оператор мийки	1	1	-	-	1
Зварювальник	1	-	1	-	1
Зварювальник	1	1	-	1	-

6.3.3. Розрахунок заземлення трансформатора електростанція

Вихідними даними для розрахунків є:

1) особливості монтажу - ТМФ-400-10 / 0,4 кВ (потужність трансформатора $S_n = 400$ кВА);

2) величина струму замикання на землю:

$$L_{zz} = \frac{U_n(35L_{кл} + L_{пл})}{350}, \quad (6.2) \text{ де: } U_n - \text{напряга мережі; } U_n = 10 \text{ кВ}$$

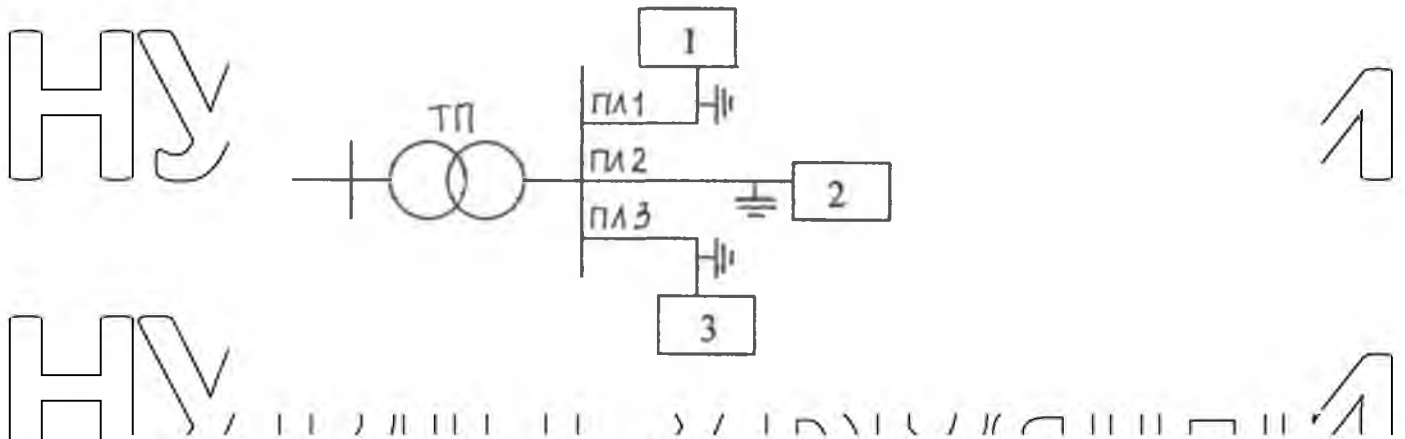
$L_{кл}$, $L_{пл}$ - загальна довжина електрично з'єднаних кабельних і повітряних ліній;

$L_{кл} = 17$ км; $L_{пл} = 35$ км.

$$L_{zz} = \frac{10 \cdot (35 \cdot 17 + 35)}{350} = 18,0 \text{ м.}$$

3) питомий опір ґрунту: для двошарового ґрунту - $\rho_1 = 270$ Ом·м; $\rho_2 = 140$ Ом·м при товщині верхнього шару $h = 3,5$ м².

4) план розміщення електрообладнання;



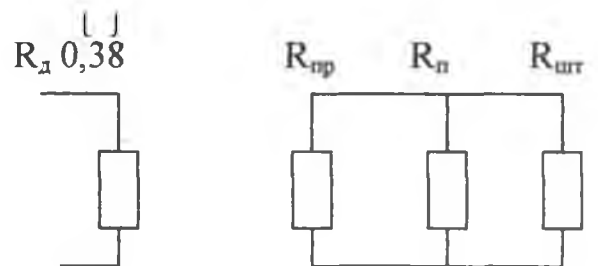
Картина. 6.2.3 -Розрахункова схема мережі 0,38 В:

- 1 - майстерня;
- 2 - котельня;
- 3 - адміністративний відділ.

5) заземлення виконано із залізної смуги перерізом 40x4 мм² і приварених вертикальних брусків діаметром бл.0,012 м², довжина 5,0 м², загнаний у глибину 0,8 м від поверхні землі до попередньо викопаної траншеї. Розраховуємо коефіцієнт одночасності роботи заземлювача за методом. Оскільки в ТП використовуються електроустановки до 1000 В, то до заземлювального пристрою висуваємо наступні вимоги: вимоги до мережі 0,38 кВ, що працює з глухозаземленою нейтраллю; вимоги до мережі 10 кВ, що працює з ізольованою нейтральною точкою.

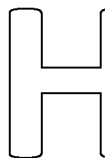
1. Представлені вимоги до мережі 0,38 кВ.

Схема заміщення:



Для визначення допустимого значення опору заземлювача розраховуємо еквівалентний опір двошарового ґрунту за формулою:

$$\rho_{\text{екв}} = \frac{\rho_1 \cdot \rho_2 \cdot \epsilon \cdot \ell}{\rho_1 \cdot (t + \epsilon \cdot L - h) + \rho_2 \cdot (h_1 - t)}, \quad (6.3)$$

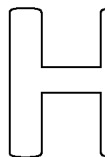


де: k - коефіцієнт 1, коли $\zeta_1 > \zeta_2$;

ℓ - довжина стрижня, м; $\ell = 5,0$ м²;

t - глибина глибина, м; $t = 0,8$ м².

$$\rho_{\text{дв}} = \frac{270 \cdot 140 \cdot 1 \cdot 5}{270 \cdot (0,8 + 1,5 - 3,5) + 140 \cdot (3,5 - 0,8)} = 189 \text{ Ом.}$$

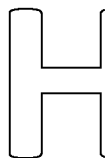


Ось чому ρ вище 100 Ом ми приймаємо допустимий опір заземлення:

$$\text{додати. л.} = 0,1 \cdot \rho_{\text{екв}} = 18,9 \text{ Ом (6,4)}$$

Допустимий опір заземлення підстанції:

$$\text{додати.} = 0,04 \cdot \zeta_{\text{eq}} = 7,567 \text{ Ом (6,5)}$$



Визначаємо значення природного опору заземлення:

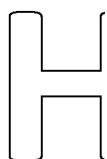
$$R_{\text{іо}} = 0,5 \frac{\rho_{\text{дв}}}{\sqrt{S}} \text{ (6,6)}$$

де: S - площа фундаменту; $S = 48$ м²;

$\rho_{\text{екв}}$ - еквівалент власного опору заземлення, Ом:

$$\rho_{\text{дв}} = \rho_1 \cdot \left(1 - a^{-\frac{\alpha}{\sqrt{S}}}\right) + \rho_2 \cdot \left(1 - e^{-\beta \frac{\sqrt{S}}{h}}\right), \text{ (6,7)}$$

де: $a = 3,6$; $\beta = 0,1$ - безрозмірні коефіцієнти.



$$\rho_{\text{дв}} = 270 \cdot \left(1 - a^{-\frac{3,6}{\sqrt{48}}}\right) + 140 \cdot \left(1 - e^{-0,1 \frac{\sqrt{48}}{3,5}}\right) = 251,33 \text{ Ом}$$

Визначаємо величину сумарного опору всіх заземлень мережі 0,38 кВ.

Для цього на схемі (рисунок 6.2.3) необхідно розмістити заземлювачі

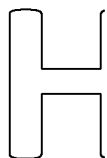
відповідно до умов захисту від перенапруги та багаторазового заземлення

нульового провідника. Допустиме значення загального опору заземлюючих

пристроїв 0,38 кВ кожної ПЛ з урахуванням опору землі не повинно

перевищувати 27 Ом, а для кожного повторного заземлення - 81 Ом.

Визначаємо загальний опір заземлювачів в окремих рядах:



$$\text{на рядку 1: } R_{n1} = \frac{R_{np}}{n_{n1}}, \text{ (6,8)}$$

де: n_{n1} - кількість повторюваних заземлювачів:

$$n1 = 2; n12 = 1; n13 = 3.$$

$$R_{n1} = \frac{18,14}{2} = 9,07 \text{ Ом};$$

$$\text{у рядку №2: } R_{n2} = \frac{R_{np}}{n_{s2}} = \frac{18,14}{1} = 18,14 \text{ Ом};$$

$$\text{у рядку 3: } R_{n3} = \frac{R_{np}}{n_{s3}} = \frac{18,14}{3} = 6,05 \text{ Ом}.$$

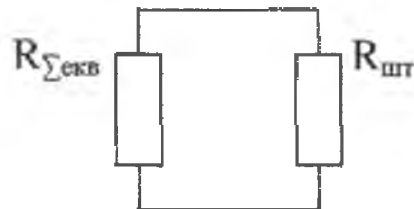
Визначаємо загальний опір багаторазового заземлення на всіх лініях:

$$\frac{1}{R_{n, заг.}} = \frac{1}{R_{n1}} + \frac{1}{R_{n2}} + \frac{1}{R_{n3}} \quad (6,9)$$

$$R_{n, заг.} = \frac{R_{n1} \cdot R_{n2} \cdot R_{n3}}{R_{n1} \cdot R_{n2} + R_{n1} \cdot R_{n3} + R_{n2} \cdot R_{n3}} = 3,02 \text{ Ом}.$$

Знайдемо еквівалентний повний опір повторюваної природної підкладки:

$$R_{\Sigma экв.} = \frac{R_{np} \cdot R_{n, заг.}}{R_{np} + R_{n, заг.}} = \frac{18,04 \cdot 3,02}{18,04 + 3,02} = 2,59$$



Якщо $R_{\Sigma экв.} < R_{\delta}$ ($2,59 < 7,33$), опір штучного заземлення приймається

максимально допустимим $R = 30 \text{ Ом}$.

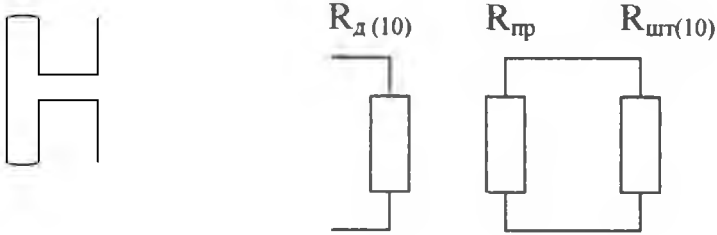
2. Виклали вимоги до мережі 10 кВ. Знаходимо допустимий опір мережі

10 кВ:

$$R_{\text{доп}(10)} = \frac{125}{I_{s,3}} \leq 10 \text{ Ом} \quad (6,10)$$

$$R_{\text{доп}(10)} = \frac{125}{18} = 6,94 \leq 10 \text{ Ом}.$$

Схема заміни заземлювача:



Знайдемо опір штучного заземлення:

$$R_{шт(10)} = \frac{R_{дон(10)} \cdot R_{пр}}{R_{дон(10)} + R_{пр}} = 11,25 \text{ Ом. (6.11)}$$

Порівнявши опір штучних заземлювачів ліній 0,38 кВ і 10 кВ, для

розрахунку беремо менший з них - 11,25 Ом.

Розрахунок заземлень ТІ

Визначаємо опір струму поширенню однієї вертикальної смуги:

$$R_{\text{вд}} = \frac{\rho_{\text{вд}} \cdot e_{\text{н}}}{2\pi \cdot \ell} \cdot \left(\ln \frac{2\ell}{d} + \ln \frac{4h + \ell}{4h - \ell} \right), \quad (6.12)$$

де: k_s – коефіцієнт сезонної варіації з урахуванням відхилення стійкості від пори року; $k_s = 1,5$;

d - діаметр прутка, м; $d = 0,012$ м;
 $\ell = 5,0$ м;

h - відстань від поверхні землі до центру стрижня, м;

$h = 0,8 + \frac{1}{2} \cdot 5,5 = 3,55$ м.

$$R_{\text{вд}} = \frac{189 \cdot 1,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 5} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 5}{0,012} + \ln \frac{4 \cdot 3,55 + 5}{4 \cdot 3,55 - 5} \right) = 57,33 \text{ Ом}$$

Знайдемо провідність вертикальної смужки:

$$g_{\text{вд}} = \frac{1}{R_{\text{вд}}} = \frac{1}{57,33} = 0,01555 \text{ см (6.13)}$$

Визначаємо кількість вертикальних смуг:

$$n_{\text{вд}} = \frac{R_{\text{пр}}}{R_{\text{шт}}} = \frac{57,33}{11,25} \approx 6 \quad (6.14)$$

Визначаємо опір турніків:

$$R_{\text{від}} = \frac{\rho_{\text{н.а.}} \cdot \rho_{\text{вн.а.}} \cdot \ln \frac{2l_a^2}{bt}}{2\pi \cdot l_w} \quad (6,15)$$

де: $l_r = 50 \text{ м}^2$; $ks.g = 2$; $\frac{\xi_{\text{екв.г}}}{\xi_g} = 1,695$. Отже $\rho_{\text{екв.г}} = 237,3 \text{ Ом} \cdot \text{м}$.

$$R_{\text{зоп}} = \frac{2 \cdot 237,3}{2 \cdot 3,14 \cdot 50} \cdot \ln \frac{2 \cdot 50^2}{0,04 \cdot 0,8} = 18,086 \text{ Ом}$$

Визначаємо провідність горизонтального затиску:

$$g_z = \frac{1}{R_{\text{зоп}}} = \frac{1}{18,086} = 0,05535 \text{ см} \quad (6,16)$$

Знайдемо опір штучного заземлення:

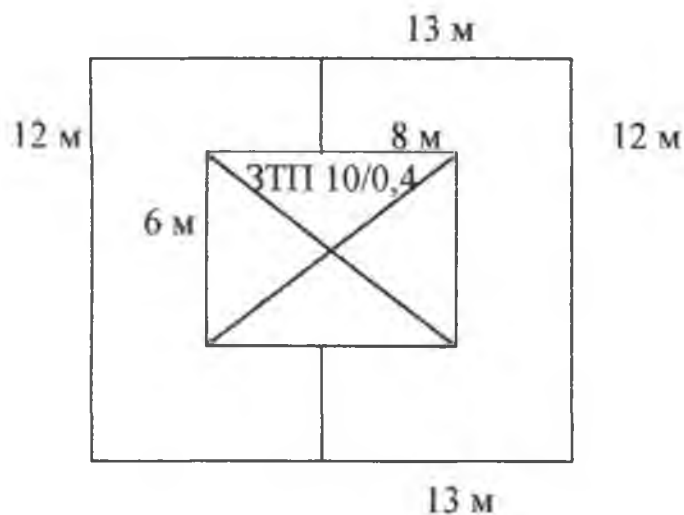
$$R_{\text{шт}} = \frac{1}{\eta(n_g \cdot g_g + g_z)} \quad (6,17)$$

де: η – коефіцієнт використання; $\eta = 0,5518$ - знаходимо за таблицею, - намалюйте відношення:

$$\frac{a}{l_g} = \frac{8,66}{5} = 1,666; \frac{h_1}{l_g} = \frac{3,5}{5} = 0,7 \quad (6,18)$$

$$R_{\text{шт}} = \frac{1}{0,5518 \cdot (4 \cdot 0,01555 + 0,05535)} = 8,14 \text{ Ом}$$

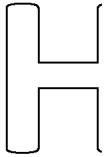
8,14 Ом < 11,25 Ом - розрахунки заземлювачів відповідають умовам.



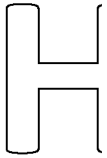
Картина. 6.2.3 -Схема розташування заземлених вертикальних планок і

горизонтальних сполучних планок

6.3.4 Блискавкозахист

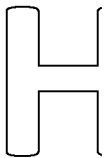


Розраховано захист проектованого об'єкта від прямих ударів блискавки та захист електроустановок від перенапруги. Планований цех має блискавкозахист третього класу.



Захист від прямих ударів блискавки розраховується в такому порядку: розміри будівель і споруд, а також характерна щільність ударів блискавки в землю на будівельному майданчику визначають очікувану кількість ударів блискавки протягом року:

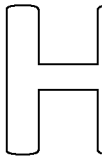
$$N = [(c + 6 \text{ год}) \cdot (l + 6 \text{ год}) - 7,7 \cdot \text{год}^2] \cdot n \cdot 10^{-6}, \quad (6.19)$$



де: h - найбільша висота будівлі або споруди; $h = 9,5 \text{ м}^2$;

сі l – довжина та ширина будівлі відповідно; $s = 18 \text{ м}^2$; $l = 36 \text{ м}$;

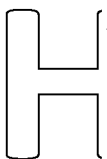
n - середньорічна кількість ударів блискавки на площі 1 км^2 над рівнем землі в місці розташування будівель або споруд $n = 5,5$ при 60-80 ударах на рік.



$$N = [(18 + 6 \cdot 9,5) \cdot (36 + 6 \cdot 9,5) - 7,7 \cdot 9,5^2] \cdot 5,5 \cdot 10^{-6} = 0,035,$$

$$N < 2.$$

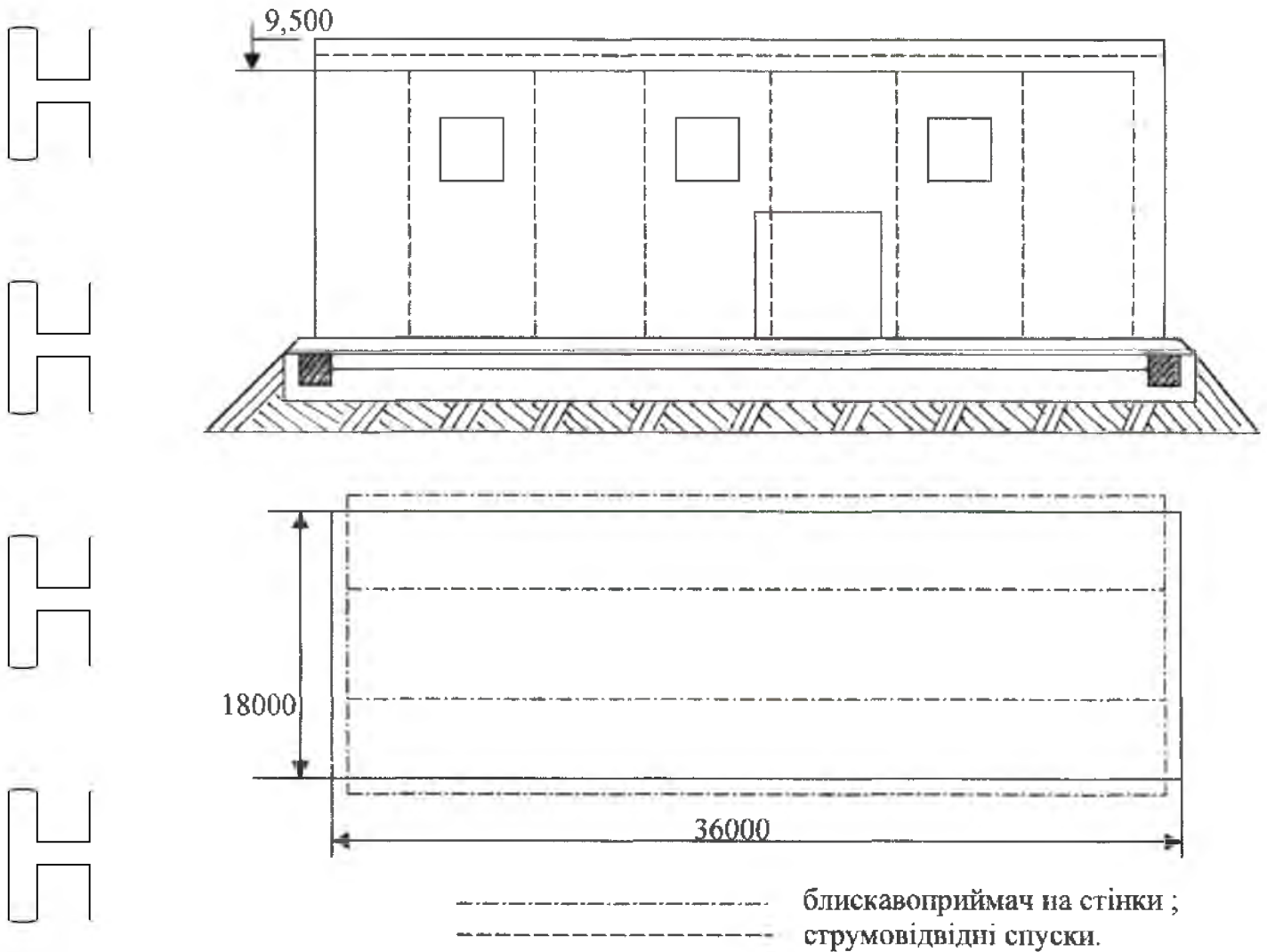
Тому цех повинен бути обладнаний блискавкозахистом в зоні «В», де захист від прямих ударів гарантується з імовірністю 95%. Блискавкозахист



забезпечує блискавкозахистна сітка на даху цеху. Сітка виготовляється зі сталевого дроту і укладається під гідроізоляційний шар. Приймаємо камеру розміром $12 \times 12 \text{ м}^2$. Вузли мережі підключені

НУБІП України

НУБІП України



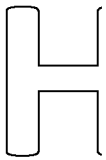
Картина. 6.2.3. -Опис основних особливостей цеху блискавкозахисту

при електрозварюванні металеві частини вентиляційних машин, розташованих на даху, з'єднуються з металевою сіткою. Як струмообмежувачі використовуються залізобетонні опори, які з'єднуються з мережею зварюванням, а як заземлювач - залізобетонний фундамент від механічної майстерні, який допускається в землю з питомим опором $\zeta = 500$ Омм. . При використанні конструкції як заземлювача опір поширенню струму через заземлювач розраховується за формулою:

$$R_{з.у.} = 0,5 \frac{\zeta_e}{\sqrt{S}}, (6,20)$$

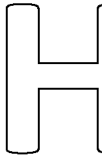
де: S - площа огорожі будівлі; S =648 м2;

е - спеціальний еквівалентний опір заземлення; $\zeta_e = 240,79 \text{ Ом} \cdot \text{м}$



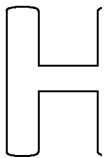
(розраховано вище).

$$R_{з.у.} = 0,5 \frac{240,79}{\sqrt{648}} = 4,73 \text{ Ом}$$



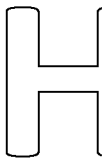
6.3.5 Пожежна безпека

Виходячи з аналізу класу вибухозахищеності та пожежостійкості



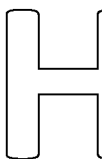
виробництв, а також промислових об'єктів, проект передбачає встановлення відповідного обладнання, що знижує ризик виникнення пожежі та вибуху. Для виявлення та ліквідації пожежі в цеху проводяться такі дії:

- встановлення на виробничих підприємствах комбінованого комунікатора КІ-1;



- У пожежо- та вибухонебезпечних приміщеннях встановлюють вуглекислотні вогнегасники ОУ-2 або ОУ-5, які призначені для гасіння пожеж в електроустановках;

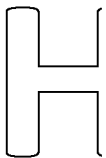
найбільш небезпечні в пожежному відношенні виробничі приміщення -



фарбувальний, просочувальний і сушильний цех слід розташовувати біля зовнішніх стін;

- Основні засоби пожежогасіння призначені для майстерень: вони обладнані укриттями, вогнегасниками, сміттєвими ящиками та ін.;

- у разі пожежі необхідно вимкнути всі електроприлади



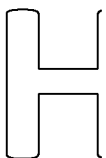
з мережі.

Розраховуємо необхідну кількість води для гасіння пожежі:

$$Q = \frac{3600 \cdot q \cdot t_p}{1000} \quad (6,21)$$

де: t_p - тривалість пожежі, t_p - 1 година;

q - витрата води на одну пожежу, $q = 10\%$.



$$Q = \frac{3600 \cdot 10 \cdot 1}{1000} = 36,0 \text{ м}^3.$$

Таблиця 6.2.5 Розрахунок необхідної кількості вогнегасних речовин

Найменування пристрою і засобу пожежогасіння	Тип, марка	Необхідна кількість	Місце встановлення
Вогнегасники:			
- вуглекислотні	ОУ-2	4	в приміщеннях класу В-І, п-ІА, ПШ-ІА
- пінні	ОХП-10	16	ремонтно-монтажна і слюсарна ділянки
Ящик з піском (не менше 0,5 м ³) і совкова лопата		4	на території і в ремонтно-монтажній
Азбестабо кошма (1х1; 2х1,5; 2х2)		2	ділянки фарбування і миття
Ломи		2	на території
Бугри		3	на території
Сокири		2	на території
Лопати		2	не території

На території цеху є пожежний резервуар ємк 500 м³.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

7. РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОЇ КОМПЕНСАЦІЇ РЕАКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ

Економічний ефект від застосування технічної компенсації реактивної потужності асинхронних електродвигунів досягається за рахунок зменшення втрат потужності в живильній мережі та за рахунок зменшення плати за відтоки реактивної потужності.

Споживачі електричної енергії сплачують за спожиту активну енергію та втрати в мережі споживача до місця вимірювання згідно з тарифами, що діють на даний момент. Застосовуючи технологічну компенсацію реактивної потужності асинхронних двигунів, втрати активної енергії в електромережі зменшуються на 30-35%, а отже, знижується плата за спожиту активну енергію.

Відповідно до діючої методики розрахунку плати за перетікання реактивної енергії між електророзподільною організацією та її споживачами, споживачі електричної енергії мають сплачувати плату за споживання та виробництво реактивної енергії. Плата складається з трьох частин:

$$П = П1 + П2 - П3,$$

де $П1$ - базова плата за споживання та виробництво реактивної енергії;

$П2$ - з урахуванням недостатнього оснащення електричної мережі одержувача засобами компенсації реактивної потужності (КРП);

$П3$ - знижка плати за споживання та виробництво реактивної енергії, якщо споживач бере участь у оптимальному добовому налагодженні мережевих пристроїв для організації розподілу електричної енергії в розрахунковому періоді.

Базова плата за спожиту та вироблену реактивну енергію для споживачів визначається за формулою:

$$П1 = \sum (w_{Q_{cr}} + K \cdot w_{Q_z}) \cdot D \cdot T \text{ гривня,}$$

$d_{\text{рп}}$ - кількість точок розрахунку реактивної енергії;

$w_{Q_{\text{сп}}}$ - споживання реактивної енергії в розрахунковій точці в розрахунковому періоді, квар·година;

w_{Q_2} - виробництво реактивної енергії в мережі енергопостачальної організації в розрахунковій точці розрахункового періоду, квар·година;

$K = 3$ - нормативний коефіцієнт, що враховує втрати енергопостачальної організації від виробництва пасивної електроенергії з мережі споживача;

D - економічний еквівалент реактивної потужності (ЕЕРП), який характеризує частку реактивного струму точки вимірювання на техніко-економічні показники в розрахунковому режимі, кВт/квар;

T - середня ціна активної електроенергії в розрахунковому періоді, грн./кВт·години

У договорі про постачання електроенергії (СПС) визначаються значення

ЕЕРП, основний фактор стимулювання капітальних вкладень в інструменти

КРП та коефіцієнт втрат від виробництва реактивної електроенергії з мережі споживача.

Недостатнє живлення електричної мережі споживача з компенсацією

реактивної потужності визначається за формулою:

$$П2 = П1 \cdot C_{\text{баз}} (K_{\varphi} - T), \text{ грн./год}$$

де $П1$ - весь основний внесок;

$C_{\text{баз}}$ - нормативне базове значення коефіцієнта стимулювання капітальних вкладень, що здійснюються з використанням КРП в електричних мережах отримувача;

K_{φ} - коефіцієнт, вибраний з методики розрахунку потоку плати за споживання та реактивної потужності в залежності від фактичного коефіцієнта реактивної потужності споживача $tg\varphi$ в середньому за розрахунковий період.

У таблицях цього методу наведені додаткові діапазони чутливості споживання реактивної потужності, які обмежені значеннями коефіцієнтів потужності:

– для промислових і прирівняних споживачів, залізниці та міського електротранспорту - $\cos \varphi_2 = 0,97$ ($\operatorname{tg} \varphi_2 = 0,25$);

– для непромислових споживачів, у тому числі сільськогосподарських - $\cos \varphi_2 = 0,8$ ($\operatorname{tg} \varphi_2 = 0,75$).

Додаткова плата стягується, якщо фактичний коефіцієнт потужності нижчий за вказані значення $\cos \varphi_2$.

Середній реальний коефіцієнт потужності споживача в розрахунковому періоді визначається за формулою:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{wQ_{cn}}{wP}$$

де wP - споживання активної електроенергії за розрахунковий період, кВт·година;

wQ_{cn} - споживання реактивної електроенергії за той же період, квар·години

Зменшення плати за споживання реактивної енергії та вироблення можливе, якщо електромережа одержувача забезпечена достатньою кількістю КРП, є зональний розрахунок спожитої та виробленої електроенергії, а одержувач дотримується добового графіка електроенергії, споживання та виробництва електроенергії за визначенням енергопостачальної організації та наявність її оперативного контролю. Графіки споживання та виробництва та розміри знижок вказані в ДРЕ.

Застосування технологічної компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів дозволяє зменшити реактивну енергію, споживану асинхронним двигуном, і зменшити його зарядний струм.

Попередні дані для визначення економічної ефективності застосування технічної компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів в цеху

наведені в таблиці 1. Візьміть точку вимірювання енергії 10 / 0,4 кВ від шин низької напруги приймача ТП.

Потужність, яку використовує окремий двигун, становить:

$$\text{активний } P_{li} = \frac{P_{ni}}{\eta_{ni}} \cdot k_{zi}, \text{ кВт; реактивний } Q_{li} = \left[\frac{P_{ni}}{\eta_{ni}} \cdot \operatorname{tg} \varphi_{ni} - Q_{xzi} \right] \cdot k_{ci}^2 \cdot \text{квар}$$

де P_{ni} - номінальна потужність і-го двигуна, кВт;

η_{ni} - номінальний ККД і-го двигуна;

k_{zi} - коефіцієнт завантаження і-го двигуна;

$Q_{xzi} = \frac{P_{ni}}{\eta_{ni}} \cdot \left[\operatorname{tg} \varphi_{ni} - \frac{1}{1,25 \cdot k_{zi} - \operatorname{tg} \varphi_{ni}} \right]$ - реактивна потужність холостого ходу і-го двигуна, квар;

Таблиця 3.3. Вихідні дані для визначення ефективності технологічної компенсації реактивної потужності асинхронних електродвигунів

№ пп	Тип	$P_{\text{н}}$ кВт	$I_{\text{н}}$ А	$\cos\phi_{\text{н}}$	$\eta_{\text{н}}$ %
1	2	3	4	5	6
1	АІР80В2У3	2,2	4,7	0,87	83
2	АІР71В6У3	0,55	1,74	0,71	67,5
3	АІР132S4У3	7,5	15,1	0,86	87,5
4	АІР132S4У3	7,5	15,1	0,86	87,5
5	АІР71А4У3	1,1	1,7	0,7	70,5
6	АІР80В6У3	1,5	3,05	0,74	74
7	АІР80В4У3	1,5	3,6	0,84	77
8	4АК250М6У3	0,37	1,1	0,87	90,5
9	АІР63В6У3	0,37	1,2	0,69	68
10	АІР56В2У3	0,25	0,74	0,77	68
11	АІР71В6У3	0,55	1,74	0,71	67,5
12	АІР90L2У3	2,2	5	0,8	83
13	АІР100S4У3	3	6,7	0,85	82
14	АІР132S4У3	7,5	15,1	0,86	87,5
15	АІР132S4У3	7,5	15,1	0,86	87,5
16	АІР132М6У3	7,5	16,5	0,81	85,5
17	АІР71В2У3	1,1	2,5	0,85	77,5
18	АІР100L4У3	4	8,6	0,84	84
19	АІР56В2У3	0,18	0,66	0,64	64
20	АІР112М4У3	5,5	11,5	0,85	85
21	АІР112М4У3	5,5	11,5	0,85	85
22	АІР71В6У2	0,55	1,74	0,71	67,5
23	АІР80В2У2	1,1	3,05	0,74	74
24	АІР100L4У3	2,2	5,65	0,76	81
25	АІР100L4У3	2,2	5,65	0,81	83
26	АІР80А4У3	1,1	2,75	0,75	81

	1	2	3	4	5	6
1	АІР56А4У3	0,12	0,44	0,66	63	
2	АІР100Л4У3	2,2	5,65	0,81	83	
3	АІР63А4У3	0,25	0,85	0,63	68	
4	АІР71А4У3	0,55	1,69	0,7	70,5	
5	АІР71А4У3	0,55	1,69	0,7	70,5	
6	АІР80А6У3	0,75	2,26	0,72	70	
7	АІР71А4У3	0,55	1,69	0,7	70,5	
8	АІР71В4У3	0,75	2,14	0,73	73	
9	АІР71В6У3	0,55	1,74	0,7	68	
10	АІР71А6У3	0,37	1,31	0,65	65	
11	АІР56В2У3	0,37	1,26	0,86	64	
12	АІР80А6У3	0,55	2,26	0,72	80	
13	АІР63А4У3	0,25	0,83	0,67	68	
14	АІР71В4У3	0,75	2,17	0,73	72	
15	АІР80А4У3	1,1	2,75	0,81	75	
16	АІР71А4У3	0,75	2,17	0,73	72	
17	АІР71А4У3	0,55	1,69	0,7	70,5	

Потужність, яка використовується всіма двигунами в цеху, дорівнює:

$$\text{активний } P_1 = \sum_{i=1}^{21} P_{i1}, \text{ кВт; реактивний } Q_1 = \sum_{i=1}^{21} Q_{i1}, \text{ Мвард}$$

Загальні втрати активної потужності в кабелях живлення двигуна розраховуються за формулою:

$$\Delta P_{np} = 3 \sum_{i=1}^{21} \left(\frac{P_{i1} \cdot \frac{k_{\text{л1}}}{\eta_{\text{л1}}}}{\sqrt{3} U_{\text{л}}} \right)^2 R_{\text{кабл}}, \text{ кВт.}$$

Вхідна потужність цеху:

$$\text{активний } P_0 = P_1 + \Delta P_{np}, \text{ кВт; реактивний } Q_0 = Q_1, \text{ кварц;}$$

$$\text{розмір } S_0 = \sqrt{P_0^2 + Q_0^2}, \text{ кВА.}$$

$$\text{Потужність, що надходить в майстерні } I = \frac{S_0}{\sqrt{3} U_n} \cdot 10^3, \text{ А}$$

Втрати у ввідних проводах (від кронштейна до розподільного щита

майстерні) складають:

$$\Delta P_0 = 3 \cdot I^2 \cdot R_0 \cdot 10^3, \text{ кВт,}$$

де R_0 - опір ввідних проводів, Ом.

Втрати в лінії (від підстанції до цеху) становлять:

$$\Delta P_{\text{л}} = 3 \cdot I_{\text{л}}^2 \cdot R_{\text{л}} \cdot 10^3, \text{ кВт},$$

де $R_{\text{л}}$ - опір лінії, Ом.

Таким чином, сумарна потужність асинхронних електродвигунів

становить:

$$P_{\text{сум}} = P_1 + P_6 + P_7, \text{ кВт}$$

Середня напрацювання асинхронних двигунів цеху становить 5,1 години на добу, а на рік - $5,1 \cdot 365 = 1861$ години

Таким чином, річне споживання електроенергії цеховими асинхронними двигунами становить:

$$\text{активний } wP = P_{\text{сум}} \cdot 1861, \text{ кВт} \cdot \text{година}, \text{ реактивний } wQ = Q_1 \cdot 1861,$$

Майдан-години

Коефіцієнт потужності цеху визначається за формулою:

$$\cos \varphi = \frac{wP}{\sqrt{wP^2 + wQ^2}}$$

Плата за активну електроенергію, спожиту асинхронними двигунами цеху становить:

$$\Pi_a = wP \cdot T \text{ гривня},$$

де $T = 0,33$ - середня ціна активної електроенергії в розрахунковому періоді, грн./кВт-години).

При розрахунку приймаємо заряд за реактивні струми $Q_c = 0$ як

виробництво реактивної електроенергії в мережі електророзподільної організації в точці розрахунку за розрахунковий період

немає. Відповідно до методології розподільної мережі низької напруги

економічний еквівалент реактивної потужності однаковий $D = 0,125$ кВт/кв.м

У таблиці наведено результати розрахунків ефективності внутрішньої

компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів. 7.20

Таблиця 7.2 - Результати розрахунків ефективності технологічної компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів в цеху

Показник	Без компенсації	З компенсацією
Споживана асинхронними двигунами активна потужність, кВт	48,94	48,94
Споживана асинхронними двигунами реактивна потужність, квар	32,06	6,320
Втрати активної потужності у провідниках живлення двигунів, кВт	0,946	0,67
Загальний струм споживаний асинхронними двигунами, А	90,09	75,3
Коефіцієнт потужності рем. майстерні	0,67	0,993
Втрати активної потужності у провідниках вводу, кВт	0,779	0,545
Втрати активної потужності у мережі живлення (до ТП), кВт	2,72	1,9
Загальне споживання активної електроенергії за розрахунковий період, тис. кВт·год	99,36	96,14
Загальне споживання реактивної електроенергії, тис. квар·год	59,66	15,73
Плата за спожиту активну електроенергію, грн.	17620	17050
Основна плата за споживання і генерацію реактивної електроенергії, грн.	2522	260
Надбавка за недостатнє оснащення електричної мережі споживача засобами КРП, грн.	489	23
Плата за споживання і генерацію реактивної електроенергії, грн.	3011	283
Загальна плата за спожиту електроенергію, грн.	20631	17333

У розрахунках не враховано зменшення втрат активної електроенергії на ТП та в мережі від точки вимірювання до джерела живлення.

Розрахунки (табл. 7.2) показують, що із застосуванням технічної компенсації асинхронних електродвигунів цеху річне споживання активної електроенергії зменшується на 3220 кВт·год (3,2%) і становитиме 96 140 кВт·годин, споживання реактивної потужності також значно падає з 59 660 квар·ч. до 15730 квар·год (з 73,7%).

Втрати активної електроенергії при передачі живильної мережі (від двигунів до шин НН ТП) зменшені на 30% і становлять 1,9 кВт.

Базову плату за споживання реактивної електроенергії та виробництво асинхронних двигунів у цеху буде знижено з 2522 грн. за 260 грн, або 2262 грн.

Розрахунки показали, що завдяки технологічній компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів у цеху річна плата за спожиту електроенергію буде зменшена на 3298 грн. (15,9%).

Отримані результати підтверджують економічну вигідність технічної компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВОК

НУБІП України

У даній магістерській роботі було проведено розрахунок і комплектацію новим електрообладнанням ремонтної майстерні, що спеціалізується на ремонті автотракторної техніки.

НУБІП України

Також детально було розглянуто питання розробки заходів з використання технологічної компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів приводу робочих машин ремонтної майстерні.

НУБІП України

Застосування технологічної компенсації реактивної потужності асинхронних двигунів у ремонтній майстерні дозволяє:
зменшити плату за спожиту електричну енергію, що використовується на виробничі потреби у ремонтній майстерні.

НУБІП України

зменшити плату за перетоки реактивної електроенергії між енергопостачальною організацією та ремонтною майстернею.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Закон України «Про енергетику». В редакції від 1 липня 2010 року N 2388-VI

2. Закон України «Про енергозбереження». (Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2006, N 15, ст.126)

3. Закон України №555-IV від 20.02.2003р «Про альтернативні джерела енергії»

4. Правила устройства электроустановок /Минэнерго СССР. - 6-е изд; перераб. и доп.- М.: Энергоатомиздат, 1985. - 640 с.

5. Правила улаштування електроустановок (ПУЕ – 2014).

Розділ 1. Загальні правила. Глава 1.7 заземлення і захисні заходи електробезпеки

Глава 1.9 зовнішня ізоляція електроустановок

Розділ 2. Передавання електроенергії.

Глава 2.4 повітряні лінії електропередавання напругою до 1 кв

Глава 2.5 повітряні лінії електропередавання напругою вище 1 кв до 750 кв

Розділ 6. Електричне освітлення

6. ДНАОП 0.00. – 1.32 – 01. Правила будови електроустановок.

Електрообладнання спеціальних електроустановок. – К.: ПП „Фірма Гранмн”,

2001. – 117 с.

7. Правила технічної експлуатації електроустановок споживачів. Затверджено Наказом Міністерства палива та енергетики України за № 258 від 25.07.2006

Зареєстровано в Міністерстві юстиції України за № 1143/13017 від 25.10.2006.

8. Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. К.: Основа, 1998. -380 с.

9. Система планово-предупредительного ремонта и технического обслуживания электрооборудования сельскохозяйственных предприятий

/Госагропром СССР. -М.: ВО Агропромиздат, 1987. - 191 с.

10. Дипломне проектування енергетичних та електротехнічних систем в агропромисловому комплексі: Навчальний посібник для студентів вищих

навчальних закладів / Іноземцев Г.Б., Козирський В.В., Лут М.Т., Радько І.П. .
-К.: Аграр Медіа Груп, 2012.- 274 с.

11. Пястолов А.А., Ерошенко Г.И. Эксплуатация электрооборудования. - М.:
Агропромиздат, 1990. -287 с.

12. Г.П. Ерошенко, А.А. Пястолов. Курсовое и дипломное проектирование по
эксплуатации электрооборудования. - М.: Агропромиздат, 1988. - 160 с.

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

14. Технології обслуговування та ремонту енергообладнання й засобів
автоматизації. / М.Т. Лут, І.П. Радько, С.М. Волоштин -К.: Вид-во ТОВ "Аграр
Медіа Груп", 2012. - 378 с.

15. Електропривод: Підручник / Ю. М. Лавріненко, О. С. Марченко, П. І.
Савченко, О. Ю. Синявський, Д. Г. Войтюк, В. П. Лисенко; За ред.. Ю. М.
Лавріненка, Видавництво «Ліра-К». -К., 2009. – 504с

16. Механізація та автоматизація у тваринництві і птахівництві О.С. Марченко,
О.В. Дацішин, Ю.М. Лавріненко, та ін.; За ред. О.С. Марченка. – К.: Урожай,
1995. – 416с.

17. Довідник сільського електрика. В.С. Олійник, В.С. Гайдук, В.Ф. Гончар та
ін.; За ред. В.С. Олійника. 3-є вид., перероб. і доп. – К.: Урожай, 1989. – 264с.

18. Червинецький Л.С., Сторожук Л. О. Електричне освітлення та
опромінення: Посібник. – К.: Вид-во ТОВ «Аграр Медіа Груп», 2011. -214с

19. Несправності силового електрообладнання /О.С.Марченко,
Ю.М.Лавріненко, Є.Л.Жулай, М.Т.Лут та ін. За ред. О.С.Марченка. - К.:
Урожай, 1994. - 288с.

20. Справочник по проектированию электроснабжения / Под ред. Ю.Г.
Барыбина и др. М.: Энергоатомиздат, 1990. 576 с.

21. ГОСТ 28249-93. Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета
в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ. Введ. в действие
с 01.01.1995. Минск: Изд-во стандартов, 1994. 63

22. Корчемний М., Федорейко В., Щербань В. Енергозбереження в агропромисловому комплексі. – Тернопіль: Підручники і посібники, 2001. – 984 с.

23. Алякритский М.П., Мандрыкин С.А. Сушка электрических машин и трансформаторов. Изд. 2-е. М.: Энергия, 1974. – 72 с.

24. Корчемний Н.А., Машевский В.П. Повышение надежности электрооборудования в сельском хозяйстве. – К.: Урожай, 1998. – 176с.

25. Охрана труда в электроустановках: Учебник для вузов / Под. ред. Б.А.Князевского. – 2 – е изд., перераб. и доп. М.: Энергоатомиздат, 1983. – 336 с.

26. Маньков В.Д., Заграничный С.Ф. Защитное заземление и зануление электроустановок: Справочник. – СПб.: Политехника, 2005. – 400 с.

27. В.І.Гажаман. Електробезпека на виробництві. К., 2002. – 272 с.

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

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України