

ЖИТОМИРСЬКИЙ АГРОТЕХНІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ

Відділення "Інженерна інфраструктура та комп'ютерні науки"

Кафедра "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка"

До захисту допущено

Зав. кафедри

Нездвецька І.В.

“ ” 2025 р.

Пояснювальна записка

до бакалаврської роботи

освітнього ступеня «бакалавр»

спеціальність 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

на тему: «**Модернізація системи електропостачання цеху з удосконаленням електропривода підйомного механізму**»

Виконав: студент групи БЕ -41

спеціальності

141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Чернега Д.С.

Керівник роботи _____ Нездвецька І.В.

Рецензент _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Житомир – 2025 р.

РЕФЕРАТ

Дипломний проект складається з пояснювальної записки та графічного матеріалу. Пояснювальна записка містить: сторінок 70, в тому числі розділів 8, таблиць 16, рисунків 8, літературних джерел 13.

Ключові слова: ЦЕХ, ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ, ОПРОМІНЕННЯ, ОСВІТЛЕННЯ, ЕЛЕКТРОТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ, АПАРАТИ, СХЕМИ, АВТОМАТИЗАЦІЯ, ЕЛЕКТРОПРИВОД, ТЕЛЬФЕР, ЗАХИСТ.

За основу проекту прийнята електрифікація виробничих процесів в цеху металевих конструкцій при реконструкції приміщення і модернізації електричного обладнання. В результаті виконання проекту вибрані технології виробничих процесів, вибрано технологічне електричне обладнання а саме: конвеєрні лінії, тельфер, електровізок, верстат, прес.

В розділі детальної розробки розглянуто технологію електрифікації цеху, проведено аналіз можливих технічних рішень при реалізації технології освітлення, запропоновано схему автоматизації тельфера, установки і схему електричну принципову шафи керування тельфера установкою на базі перетворювача частоти з реалізацією функцій захисту електродвигуна насосної установки. Запропоновано також додатковий пристрій захисту самого частотного перетворювача від струмів короткого замикання по вихідним колам шафи керування.

Проведено розрахунок освітлювальної установки цеху. Розроблено схему освітлювальної мережі на плані цеху.

Розроблені заходи по охороні праці, загальні вимоги, електробезпека, виконано розрахунок заземлюючого пристрою.

Проведено техніко-економічне обґрунтування проекту. Строк окупності капіталовкладень складає 0,6 року.

ЗМІСТ

	ВСТУП	4
1	Виробничо-господарська характеристика і вихідні дані для дипломного проектування	5
2.	АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ, РОЗРАХУНОК І ВИБІР ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ЦЕХУ	6
2.1	Виробничий корпус	8
2.2	Вибір технологічного обладнання для цеху металоконструкцій	8
3.	ДЕТАЛЬНА РОЗРОБКА. ПРОЕКТ ЕЛЕКТРОПРИВОДА	13
3.1	Повторно-короткочасний режим роботи(S3).	13
3.2	Визначаємо потужність і проводимо вибір двигуна	15
3.3	Вибір двигуна тельфера	17
3.4	Розрахунок механічної характеристики електродвигуна за його паспортними даними	19
3.5	Розрахунок механічної характеристики електропривода	23
3.6	Визначення тривалості пуску електродвигуна	25
3.7	Визначення часу нагрівання електродвигуна	27
3.8	Вибір апаратів керування і захисту, комплектних пристроїв	29
4	РОЗРАХУНОК ОСВІТЛЕННЯ	32
4.1.	Виконання вибору системи	32
4.2	Вибір освітленості, коефіцієнту запасу і коефіцієнтів відбиття	32
4.3	Вибір світильників	33
4.4	Розміщення світильників	34
5.	ОХОРОНА ПРАЦІ	40
5.1	Заходи по охороні праці	40
5.2	Електробезпека	41

6	ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК	45
6.1.	Розрахунок умовних одиниць електричного обладнання та річних затрат праці на ТО і ПР	45
6.2	Розрахунок штатної кількості електричних монтерів у господарстві	48
6.3	Розрахунок річного фонду заробітної плати електротехнічної служби	50
6.4.	Вибір форми організації і обслуговування та ремонту електрообладнання.	53
6.5	Розрахунок річних експлуатаційних витрат на ТО і ПР електричного обладнання цеху металоконструкцій.	53
6.6	Розрахунок амортизаційних відрахувань	56
	ВИСНОВОК	65
	Перелік використаних інформаційних джерел	66

ВСТУП

Металоконструкції є важливим складником у будівництві. За допомогою металевої конструкції можна зміцнити будинки, а також скоротити час проведення будівельних робіт у кілька разів. Металева конструкція дозволяє надійно зміцнити будівлю, невелику споруду. Великі конструкції виготовляються на будівництво торгових будинків, для зведення багатоповерхових будинків у місті. За допомогою металу можна виготовити конструкцію будь-якої складності.

Найголовнішим етапом є виробництво та з'єднання готових елементів. З'єднання елементів здійснюється у різний спосіб.

Технологія виготовлення промислових металевих конструкцій досить складна і трудомістка. Найчастіше вона вимагає повністю замкнутого механізованого циклу, в ході якого з металу різного профілю та розміру можна створити абсолютно нову металеву конструкцію, яка точно припаде до смаку замовнику. Вже готовий виріб може бути експлуатувати в будь-якому напрямку, як в сфері будівництва, так і в машинобудуванні та сільському господарстві. Виготовлення металоконструкцій – це досить трудомісткий процес, який вимагає уваги далеко не одного працівника. Технологія виготовлення спрямована на те, щоб максимізувати механічну обробку трудомісткого процесу. Таке рішення дасть можливість виготовити високоякісну продукцію за прийнятними цінами і з відмінною якістю. Прокати і інші матеріали підвозяться в цех вантажним або великогабаритним автомобільним транспортом. Саме цими машинами на місце призначення відвантажуються вже готові товари після повного виробництва. Ці роботи не можуть проводитися вручну, а тому для них існує спеціалізована підйомно-транспортна техніка, яка здатна переміщати і вантажити необхідні зібрані конструкції. Крім того, такими великими кранами здійснюється перевезення конструкцій між різними ділянками і пристосуваннями, які тільки можна зустріти у замовника.

1 ВИРОБНИЧО-ГОСПОДАРСЬКА ХАРАКТЕРИСТИКА І ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУВАННЯ

Процес виготовлення технологічних металоконструкцій-дуже складний процес, так як на заводах-виробниках виробляються дрібносерійні або найчастіше індивідуальні технологічні металоконструкції, які суттєво відрізняються одна від одної.

Тому створити певний закінчений механізований процес виготовлення який завжди можливо. Однак, незважаючи на це, на кожному заводі або в майстернях монтажних заготовок є різні цехи, що входять до єдиної технологічної лінії та відповідають за певні операції в даній лінії.

Незважаючи на дрібно-серійність технологічних металоконструкцій, їх доцільніше виготовляти на заводах металоконструкцій (серійне виробництво - це одночасне виготовлення однакових виробів великими партіями, а дрібносерійне - невеликими партіями). При виготовленні технологічних металоконструкцій замовлення часто бувають індивідуальними.

Економічні показники при серійному виробництві вищі, ніж при дрібносерійному і індивідуальному. Серійне виробництво дозволяє покращити технологічний процес виготовлення шляхом широкого застосування пристроїв, що скорочують терміни та покращують якість виготовлення металоконструкцій.

В даний час основне завдання – налагодити виготовлення технологічних металоконструкцій шляхом передового серійного виробництва із застосуванням найновішого технологічного процесу виготовлення.

2 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЦЕСІВ, РОЗРАХУНОК І ВИБІР ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ЦЕХУ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ

Технологічні металоконструкції мають виготовлятися на заводах. Потужність заводів визначають кількістю тонн продукції, що випускається на рік. Заводи металоконструкцій зазвичай розташовані неподалік металургійних заводів, які постачають їх металом, завдяки чому знижуються витрати на перевезення сировини. За потужністю продукції заводи металоконструкцій діляться на три групи: 1) заводи великої потужності, що випускають на рік понад 60 тис. т готової продукції; 2) заводи середньої потужності 25-60 тис. т; 3) заводи малої потужності 12 - 25 тис. т. За ступенем механізації виробництва заводи діляться такі групи: 1) багато механізовані; 2) механізовані; 3) напівмеханізовані; 4) мало механізовані.

Виробничими показниками роботи заводів є продуктивність праці робітників, тобто кількість тонн готових металоконструкцій, що припадають на одного робітника на рік; знімання готової продукції з 1 м² виробничої площі на рік. Цей показник отримують шляхом розподілу тонн готової продукції протягом року на виробничі площі заводу (м²); собівартість продукції. Собівартість продукції залежить від оренди готової продукції з 1 м² виробничої площі, від продуктивності праці та від механізації підприємств. Зовнішньою ознакою, що розрізняє заводи за ступенем механізації, є їхня оснащеність крановим обладнанням, а також обладнанням для обробки металу, клепки та зварювання металоконструкцій. Усі технологічні операції з виготовлення металоконструкцій розбивають на групи, виконання яких створюють цехи. Кожному цеху в залежності від того, які операції та який обсяг робіт він виконує, виділяють певну площу.

Для виготовлення металоконструкцій створюють такі цехи: підготовки металу (спільно зі складом), обробки металу, складально-зварювальний, малярний навантажувальний

Усі цехи, у яких виготовляють металоконструкції, належать до груп цехів основного виробництва.

Процес виготовлення металоконструкцій починають у цеху підготовки металу, де надійшли метал розвантажують, сортують за профілями і марками сталі, маркують, правлять і складують до подачі в цех обробки. У цеху обробки (виготовлення) зосереджено основні операції, пов'язані з виготовленням деталей металоконструкцій: розмітка, різання, стружка, утворення отворів під болти, фрезерування торців і т. д.

Для розмітки цеху обробки є розмічувальна майстерня. При цьому цеху часто влаштовують кузні для згинальних робіт шляхом нагрівання, а також проміжний склад напівфабрикатів. Виготовлені деталі та марки (окремі відправні елементи) передають на склад напівфабрикатів, де вони зберігаються до передачі в цех збирання та зварювання. У складально-зварювальному цеху конструкції збирають і зварюють. При складанні вузлів і марок роблять свердління монтажних отворів, фрезерування елементів та загальне контрольне складання. Зварювання буває ручним, напіваавтоматичним та автоматичним.

На заводах великої потужності іноді організовують цехи автоматичного зварювання. Ці цехи є самостійними одиницями.

У малярному вантажному цеху конструкції готують під фарбування, ґрунтують, фарбують і потім вантажать на залізничні платформи. На деяких великих заводах організують механічні цехи, де обробляють метал на токарно-гвинторізних, карусельних та розточувальних верстатах. Тут же влаштовують інструментальні майстерні зі своєю інструментальною коморою.

У механічному цеху обробляють деталі – вузли металоконструкцій. В інструментальній майстерні виготовляють тільки нестандартний інструмент, який не можна придбати у централізованому порядку (штемпелі, матриці тощо). Штемпелем називається спеціальний пристрій, за допомогою якого продавлюють отвори. Матриця є підставкою з отвором, крізь який провалюється видавлений штемпелем циліндрик. Оскільки технологічні металоконструкції мають велику індивідуальність, в більшості випадків їх виготовляють у майстернях при монтажних управліннях. На відміну від заводів металоконструкцій майстерень при монтажних управліннях не перевищують 2000 м². Останнім часом у зв'язку із зростанням обсягу робіт з виготовлення

технологічних металоконструкцій та трубопроводів у майстернях створюються механізовані потокові лінії. Поточні лінії призначені для виготовлення технологічних металоконструкцій, нестандартного обладнання та вузлів технологічних трубопроводів.

2.1 Виробничий корпус

Виробничий корпус - основне приміщення, в якому виготовляють технологічні металоконструкції та трубопроводи. Неподалік виробничого корпусу розташоване ковальсько-пресове відділення, де знаходиться кувальний пневматичний молот, призначений для виконання різних ковальських робіт.

На території виробничої бази розташовані відкриті майданчики, призначені головним чином для зберігання металу, який потім передається у виробничий корпус. Майданчик обслуговується краном-навантажувачом КП-10. На території відкритого майданчика встановлено стенд для автоматичного зварювання великогабаритних конструкцій циліндричної форми та автомати для дугового зварювання.

Поруч із відкритим майданчиком знаходиться закрита естакада, яка обслуговується кран-балкою. У цьому приміщенні виготовляють металоконструкції, зварні труби, а також проводиться різання та виправлення металу.

2.2 Вибір технологічного обладнання для цеху металоконструкцій

У приміщенні розташовуються листозгинальні вальці, пересувні рольганги, гільйотинні ножиці, комбіновані прес-ножиці, обдирочно-шліфувальний верстат з гнучким валом, стенд для очищення труб, майданчик для газового різання та трубозгинальний верстат. У торці виробничого корпусу розташований відкритий майданчик для укрупнювального складання конструкцій, що виготовляються у виробничому корпусі, а також для зварювання металоконструкцій та складування готової продукції.

Майданчик оснащений козловим краном КК-5 вантажопідйомністю 5 т. На її території знаходяться два стелажі для збирання та зварювання та накопичувальний стенд для труб з рольгангом.

Біля виробничого корпусу розташовані допоміжні приміщення: ацетиленова станція, ампуло-сховище для зберігання ізотопів (цезій-134, тулій), матеріальний склад та склад нафтопродуктів.

Технологічний процес виготовлення металоконструкцій нестандартизованого обладнання та вузлів трубопроводів побудований на основі поточності технологічної лінії, механізації трудомістких процесів комплектом універсального технологічного обладнання, яке може забезпечити виготовлення широкої номенклатури виробів.

Весь метал та інші матеріали подаються залізничним транспортом. Готові вироби вивозяться залізничним чи автомобільним транспортом. Розвантаження матеріалів і навантаження готових виробів у цехах виробляються цеховими мостовими кранами.

За допомогою цих же кранів переміщують конструкції, що виготовляються, з одного пристосування на інше. Виробничий корпус складається з двох прольотів по 18 м.

У кожному з них працює один мостовий кран. Вантажно-розвантажувальні роботи на відкритих майданчиках проводяться краном-навантажувачом КП-10 та козловим краном КК-5 вантажопідйомністю по 5 т. Річна програма майстерень з виготовлення технологічних металоконструкцій (без урахування відкритих майданчиків) становить приблизно 1700 т при зніманні з 1 м² виробничий площі не більше 1,9 т. Річна програма з виготовлення технологічних трубопроводів складає 1000 т при зніманні з 1 м² виробничої площі.

Головний корпус складається з кількох відділень: технологічних металоконструкцій, трубних заготовок, слюсарно-механічного, арматурного та електроремонтного. При виготовленні металоконструкцій у головному корпусі метал подають краном-навантажувачом із відкритого майданчика на вагонетках вузької колії у цех — відділення виготовлення технологічних

металоконструкцій.

Якщо метал потребує редагування, його подають на листозгинальні вальці або правлять нагріванням газовим полум'ям.

Виправлений метал надходить на розмічальні столи, де за потреби виробляють розмітку.

Потім метал розрізають на установці для кисневого різання сталі АСШ-2, на комбінованих прес-ножицях або гільйотинних ножицях. Після розмітки та різання потік умовно поділяють на дві лінії: виготовлення листових та решітчастих конструкцій.

При виготовленні листових конструкцій метал подають на ножиці гільйотинні з рольгангами, а потім на листозгинальні вальці. Отвори свердлять на радіально-свердлильному або вертикально-свердлильному верстаті. На приводному стенді відбувається складання та зварка циліндричних деталей. Зібрані елементи відправляють до велосипедного візка, де їх автоматично зварюють. Потім кромки підготовляють під зварювання шляхом газового різання та зачищають шліфувальною машиною. Після закінчення зварювання готовий виріб на вагонетках надходить на відкритий виробничий майданчик, де його фарбують, маркують і при необхідності здійснюють контрольне складання.

Метал у потоці виготовлення гранованих конструкцій після розмітки та різання на прес-ножицях надходить на діропробивний кривошипний прес. Виготовлені окремі деталі на універсальному складально-зварювальному стенді збирають на болтах або електрозварці. Якщо зварювальна конструкція, то її зварюють на універсальному стенді, який забезпечений двома стійкими кантувачами з електромеханічними приводами. Передбачені для цієї мети універсальні складально-зварювальні пристрої зі спеціальними упорами та притисками дозволяють збирати вироби з фіксацією положення окремих деталей і всього виробу на складальній плиті, а також кантувати плиту разом з виробом за допомогою мостового крана або спеціального кантувача для збирання та зварювання.

Остаточне зварювання можна робити на стенді. Отвори: у виготовленій

конструкції виконують на радіально-свердлильному верстаті. Готову продукцію вузькоколійною дорогою вивозять на відкритий виробничий майданчик.

Вузли металевих трубопроводів у відділенні трубних заготовок виготовляють у такій послідовності. Підготовлені для виготовлення труби (запас — одну зміну роботи) козловим краном КК-5 складують на накопичувальному стенді з рольгангами.

По рольгангах трубу подають до верстата для газового фасонного різання труб. Верстат для газового фасонного різання труб ріже труби діаметром 89-529 мм. Труби з нержавіючої сталі діаметром до 290 мм обробляють на трубо-різному верстаті. Труби діаметром до 219 мм ріжуть абразивним диском на верстаті.

Відрізані шматки труб необхідної довжини мостовим краном укладають на стелаж для складування трубних заготовок. Зі стелажу труби подають на фрикційний зварювальний маніпулятор з роликowymi опорами для труб, де проводяться складання та автоматичне зварювання одновісних елементів. Вузли трубопроводів збирають на стенді з пристроями для збирання та зварювання вузлів трубопроводів.

Приварювати патрубки до фланців можна на зварювальному маніпуляторі. Зварені елементи на стенді для збирання елементів надходять на стенд для збирання трубопроводів з арматурою.

Труби, що підлягають згинання, подають вузькоколійною залізницею з відкритого майданчика на трубозгинальний верстат з нагріванням струмами високої частоти. На цьому верстаті гнуть труби діаметром 95-299 мм. Якщо гнуті труби не вимагають складання, їх повертають складу.

Труби, що підлягають збиранню у вузол, подають на складальний стенд. Зібрані на електрозварках вузли подають на стенд для збирання.

Отвори в трубах просвердлюють на вертикально-свердлильному верстаті 2А-135. Після збирання та зварювання вузли трубопроводів подають на майданчик для випробування. Операційний контроль якості виготовлення вузлів трубопроводів здійснюють на робочих місцях; гідравлічне випробування

готових вузлів проводять на майданчику для гідро-випробувань із застосуванням насосної установки.

Механічні властивості зварних з'єднань перевіряють у лабораторії. Випробувані вузли трубопроводів маркують та складують на майданчиках для готової продукції, а потім вивозять автотранспортом на місце монтажу. В арматурному відділенні виконують операції з розбирання, розконсервації, огляду, протирання ущільнювальних поверхонь, складання, гідравлічного випробування арматури, виготовлення прокладок, свердління отворів у фланцях та інші роботи.

Окрім основного обладнання при виготовленні технологічних металоконструкцій та металевих трубопроводів застосовуються перетворювач зварювальний, генератор високочастотний, високочастотна станція МГЗ-102, щит управління, перетворювач зварювальний багато постовий, трансформатори зварювальні рухомі однофазного змінного струму ТС-500.

3 ДЕТАЛЬНА РОЗРОБКА. ПРОЕКТ ЕЛЕКТРОПРИВОДА

3.1 Повторно-короткочасний режим роботи (S3)

Цей режим роботи характеризується чергуванням періодів роботи під навантаженням t_p (Робочих періодів) з періодами відключення t_0 (Пауз), причому часу роботи недостатньо, щоб двигун розігрівався до усталеного перегріву, а часу паузи недостатньо, щоб двигун охолов до температури навколишнього середовища. Повторно-короткочасний режим роботи характеризується тривалістю включення, яка представляє собою відношення часу роботи до часу циклу. $PВ = t_p / (T_p + t_0) = T_p / t_{\Sigma}$

Тривалість включення визначається ГОСТом і виражається у відсотках або частках. ПВ: 15%; 25%; 40%; 60%; 100%. Е: 0,15; 0,25; 0,4; 0,6; 1.

Промисловість випускає спеціальні електродвигуни для повторно-короткочасної роботи. У каталогах наводяться двигуни для кожної з перерахованих продовжителів включення. Тривалість включення 15% і 25% характеризує короткочасний режим роботи. Якщо ПВ лежить в межах від 25% до 60%, то це повторно-короткочасний режим роботи. Якщо ПВ більше 60% - це тривалий режим роботи. Залежно від режиму роботи по-різному можна обирати потужності двигуна. Від правильного вибору потужності електродвигуна залежать техніко-економічні показники електроприводу (собівартість, габарити, економічність, надійність в експлуатації і інші). Якщо навантаження на електродвигун стабільна, то визначення його потужності обмежується лише вибором по каталогу:

$$P_n > P_{нагр},$$

де P_n - Потужність обраного двигуна,

$P_{нагр}$ - Потужність навантаження.

Якщо ж навантаження на електродвигун змінна, то, щоб провести вибір потужності електродвигуна, необхідно мати графік навантаження $I = f(t)$.

Плавну криву замінюють ступінчастою лінією, вважаючи, що за час t_1 в двигуні тече струм I_1 , за час t_2 - струм I_2 і так далі.

Графік навантаження електродвигуна Змінюється струм замінюють еквівалентним йому струмом I_3 , Який за час одного циклу роботи $t_{\text{ц}}$ виробляє однакове, теплове дію з струмом, що змінюються ступенями. тоді: Номінальний струм електродвигуна повинен бути рівним або більше еквівалентного, тобто $I_{\text{н}} > I_3$.

Оскільки майже у всіх двигунів крутний момент прямо пропорційний току навантаження $M \sim I_{\text{н}}$, То можна записати і вираз для еквівалентного обертового моменту:

З огляду на, що потужність $P = M_{\text{в}}$, Вибір потужності електродвигуна може також проводитися за еквівалентної потужності:

При повторно-короткочасному режимі двигун за період роботи не встигає нагрітися до сталої температури, а за час перерви в роботі не охолоджується до температури навколишнього середовища.

Графік повторно-короткочасного навантаження електродвигуна. Для цього режиму вводиться поняття відносної тривалості включення (ПВ). Вона дорівнює відношенню суми робочого часу до часу циклу $t_{\text{ц}}$, Що складається з часу роботи і часу паузи t_0 . Чим більше ПВ, тим менше номінальна потужність при, рівних габаритах. Отже, двигун, розрахований на роботу протягом 25% часу циклу при номінальній потужності, не можна залишати під навантаженням 60% часу циклу при тій же потужності. Електродвигуни будуються для стандартних ПВ - 15, 25, 40, 60%, причому ПВ - 25% приймається за номінальну. Двигун розраховується на повторно короткочасний режим, якщо тривалість циклу не перевищує 10 хв. Якщо розрахункові значення ПВ відрізняються від стандартних, то при виборі потужності двигуна P_3 слід вносити поправку: $P_{40} = P_e \cdot \sqrt{\varepsilon / 0,4}$

3.2 Визначення потужності і вибір двигуна

Таблиця 1 – Вихідні дані– навантажувальна діаграма тельфера

Дані навантажувальної діаграми						
$M_1, \text{Н}\cdot\text{м}$	$M_2, \text{Н}\cdot\text{м}$	$M_3, \text{Н}\cdot\text{м}$	$t_{1,\text{XB}}$	$t_{2,\text{XB}}$	$t_{3,\text{XB}}$	$t_{\text{п, XB}}$
90	30	20	4	5	6	15

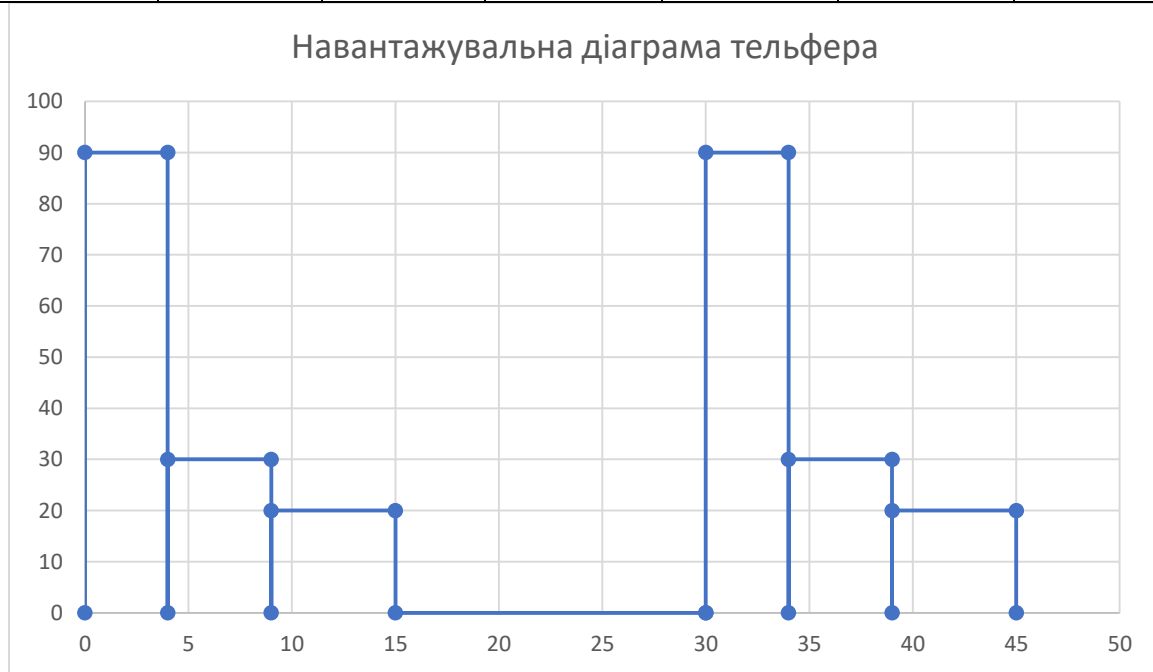


Рисунок 1 – Навантажувальна діаграма тельфера

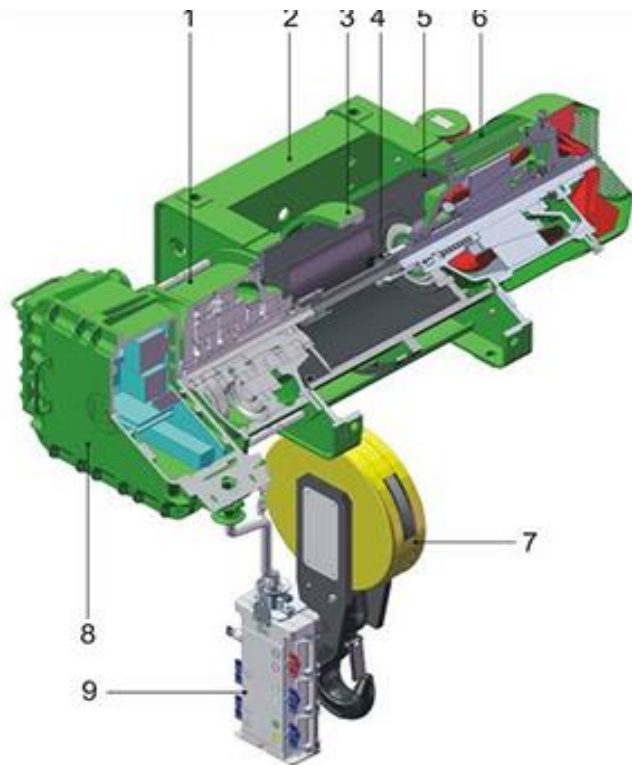
У разі відсутності електродвигуна повторно-короткочасного режиму (S3) його можна замінити електродвигуном тривалого режиму роботи (S1). Номінальна потужність електродвигуна, який буде працювати в короткочасному режимі, визначається за формулою:

$$P_{mp} = P_{40} \cdot \sqrt{0,4}$$

$$P_{40} = P_e \cdot \sqrt{\varepsilon/0,4} = 2170 \cdot \sqrt{0,5/0,4} = 2426$$

Вибираємо електродвигун за умовою: $P_{\text{ном}} \geq P_{40}$

$$3\text{кВт} \geq 2.426 \text{ кВт}$$



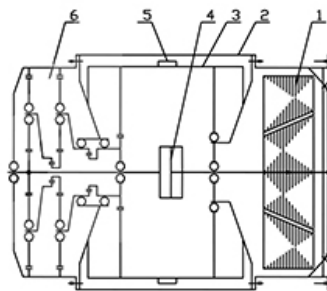
- 1 Редуктор планетарний
- 2 Кріплення під пересувний візок
- 3 Канатоукладач
- 4 Муфта редуктора
- 5 Канат
- 6 Електродвигун на підйом
- 7 Гакова підвіска з силовими поліспастами
- 8 Стальний корпус
- 9 Пульт Холості та приводні візки

Рисунок 2 – Влаштування талі, тельфера

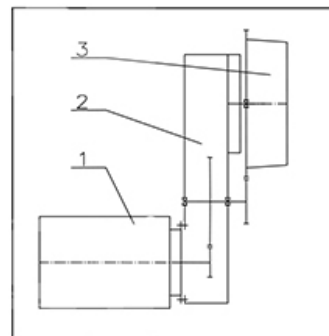
Електроустаткування(двигун ходу, пускова шафа, кінцеві вимикачі, гальмівна котушка, ОГП)

Кінематична схема тельфера На якій схематично зображено послідовну передачу руху від двигуна до інших робочих органів та їх взаємозв'язок один з одним.

Схема кінематична принципова механізму підйому пересування



1	Електродвигун
2	Корпус
3	Барабан
4	Муфта
5	Канатоукладчик
6	Редуктор
7	Гак



1	Електродвигун
2	Редуктор
3	Ходове колесо

Рисунок 3 – Кінематична схема тельфера

3.3 Вибір двигуна тельфера

Користуючись довідниковою літературою [10], вибираємо електродвигун, враховуючи умови навколишнього середовища та кутову швидкість валу робочої машини, типу АИР90L2Е, який має наступні технічні характеристики.

Таблиця 2 – Технічні характеристики двигуна

тип електродвигуна	АИР90L2Е
номінальна потужність - P_n , кВт.	3
номінальний струм - I_n , А	6,13
номінальна частота обертання – n_n , хв^{-1}	2850
коефіцієнт корисної дії – η	84,5
коефіцієнт потужності - $\cos \varphi$	0,88
кратність пускового моменту - $K_{\text{пуск}} (M_{\text{пуск}}/M_{\text{ном}})$	2
кратність максимального моменту - $K_{\text{макс}} (M_{\text{макс}}/M_{\text{ном}})$	2,2
кратність пускового струму – K_i	7
момент інерції ротора – J , $\text{кг} \cdot \text{м}^2 \cdot 10^{-3}$	3,5
маса – m , кг	19

Перевіряємо вибраний електродвигун за умовами пуску, повинна виконуватися залежність:

$$M_{\text{н дв}} \geq M_{\text{н пуск}}$$

Номінальний момент вибраного електродвигуна становитиме:

$$M_{\text{нов}} = 9550 \frac{P_n \cdot 10^{-3}}{n_n}$$

$$M_{\text{нов}} = 9550 \frac{3000 \cdot 10^{-3}}{2850} = 10 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Номінальна кутова швидкість електродвигуна становитиме :

$$\omega_n = 0,105 \cdot n_n$$

$$\omega_n = 0,105 \cdot 2850 = 299$$

Припустимо, що електродвигун запускається при більшому

навантаженні.

Визначаємо значення моменту опору машини, приведеного до вала електродвигуна при більшому навантаженні по формулі:

$$M_{сзв} = \frac{M_{\bar{o}} \cdot \omega_{м}}{\omega_{н}}$$

$$M_{сзв} = \frac{90 \cdot 40}{299} = 12 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо номінальний момент під час пуску двигуна

$$M_{н(пуск)} = \frac{1,25 \cdot M_{сзв}}{K_{мін} \cdot u^2}$$

де U – напруга мережі під час пуску двигуна, виражена у відносних одиницях. Орієнтовно можна прийняти $U=0,8-0,925$ (менше значення для потужних двигунів).

$$M_{н(пуск)} = \frac{1,25 \cdot 12}{1,6 \cdot 0,8^2} = 14,64 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Отже, вибраний двигун забезпечить пуск машини при максимальному навантаженні.

Перевірку двигуна на перевантажувальну здатність проводимо за умовою:

$$\lambda_{м} \cdot M_{н} \geq M_{сзв},$$

де $\lambda_{м}$ перевантажувальна здатність двигуна, $\lambda_{м}=0,9 \cdot K_{пуск}$

$$\lambda_{м} = 0,9 \cdot 14,64 = 13,18$$

$$13,18 \geq 12$$

Отже, вибраний двигун відповідає умовам перевантаження.

Всі елементи схеми зображують умовними графічними позначками або спрощено у вигляді контурних обрисів. Кожному кінематичному елементу

присвоюють порядковий номер, починаючи із джерела руху або літерно-цифрові позначки.

3.4 Розрахунок механічної характеристики електродвигуна за його паспортними даними

Визначаємо номінальний момент M_H (Н·м), за формулою:

$$M_H = P_H \cdot 10^3 / \omega_H$$

де P_H – номінальна потужність вибраного електродвигуна, кВт

ω_H – номінальна кутова швидкість обертання ротора електродвигуна, c^{-1} ;

n_H – номінальна частота обертання ротора електродвигуна, $хв^{-1}$.

$$\omega_H = 0,105 \cdot n_H, c^{-1}.$$

$$\omega_H = 0,105 \cdot 2850 = 299,5 c^{-1}$$

$$M_H = 3 \cdot 10^3 / 299,5 = 10 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Визначаємо номінальне ковзання за формулами:

$$S_H = (n_o - n_H) / n_o \text{ або } S = (\omega_o - \omega_H) / \omega_o$$

де n_o – синхронна частота обертання, $хв^{-1}$;

ω_o – синхронна кутова швидкість, c^{-1} .

$$S_H = (3000 - 2850) / 3000 = 0,05 \text{ або } 5\%$$

Визначаємо критичний (максимальний) момент, Н·м:

$$M_{\text{макс}} = K_{\text{макс}} \cdot M_H$$

де $K_{\text{макс}}$ – довідникове значення $K_{\text{макс}} = 2,2$ (див. пункт 3.4)

$$M_{\text{макс}} = 2,2 \cdot 10 = 25 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Критичне ковзання визначається за формулою:

$$S_{\text{кр}} = S_{\text{н}} \cdot (K_{\text{макс}} + \sqrt{K_{\text{макс}}^2 - 1})$$

$$S_{\text{кр}} = S_{\text{н}} \cdot (K_{\text{макс}} + \sqrt{K_{\text{макс}}^2 - 1}) = 0,2 \text{ або } 20\%$$

Визначаємо пусковий момент електродвигуна, за такою формулою:

$$M_{\text{пуск}} = K_{\text{пуск}} \cdot M_{\text{н}}$$

де $K_{\text{пуск}}$ – довідникове значення $K_{\text{пуск}} = 2$ (див. пункт 3.4)

$$M_{\text{пуск}} = 2 \cdot 10 = 20 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

За результатами розрахунків (пункти 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5) отримуємо характеристичні точки графіка механічної характеристики електродвигуна з координатами: А ($M_{\text{пуск}}$; 1) А (2,0 ; 1)

$$\text{В (} M_{\text{макс}}; S_{\text{кр}} \text{) В (2,2 ; 0,2)}$$

$$\text{С (} M_{\text{н}}; S_{\text{н}} \text{) С (10; 0,05)}$$

$$\text{D (0; 0) D (0; 0)}$$

Координати точок В і С можуть не ввійти до таблиці 2, але їх обов'язково необхідно використати при побудові графіка механічної характеристики електродвигуна $M_{\text{д}} = f(S)$.

Поточні значення моменту електродвигуна $M_{\text{д}}$, для побудови механічної характеристики, визначають за спрощеною формулою Клосса:

$$M_{\text{д}} = \frac{2 \cdot M_{\text{макс}}}{\frac{S}{S_{\text{кр}}} + \frac{S_{\text{кр}}}{S}}$$

де S – поточні значення ковзання, їх значення приймаємо з інтервалом $\Delta S=0,1$, в діапазоні від 0,9 до 0,1.

Визначаємо для поточного значення ковзання $S = 0,9$

$$M_{д1} = \frac{2 * 25}{\frac{1}{0,2} + \frac{0,2}{1}} = 8,46 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{д0,9} = \frac{2 * 25}{\frac{0,9}{0,2} + \frac{0,2}{0,9}} = 9,31 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{д0,8} = \frac{2 * 25}{\frac{0,8}{0,2} + \frac{0,2}{0,8}} = 10,35 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{д0,7} = \frac{2 * 25}{\frac{0,7}{0,2} + \frac{0,2}{0,7}} = 11,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{д0,6} = \frac{2 * 25}{\frac{0,6}{0,2} + \frac{0,2}{0,6}} = 13,2 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{д0,5} = \frac{2 * 25}{\frac{0,5}{0,2} + \frac{0,2}{0,5}} = 15,1 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{д0,4} = \frac{2 * 25}{\frac{0,4}{0,2} + \frac{0,2}{0,4}} = 17,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{д0,3} = \frac{2 * 25}{\frac{0,3}{0,2} + \frac{0,2}{0,3}} = 20,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{д0,2} = \frac{2 * 25}{\frac{0,2}{0,2} + \frac{0,2}{0,2}} = 25 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{д0,1} = \frac{2 * 25}{\frac{0,1}{0,2} + \frac{0,2}{0,1}} = 17,6 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{д0} = \frac{2 * 25}{\frac{0}{0,2} + \frac{0,2}{0}} = 0 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$\omega_0 = \frac{2 * \pi * f}{p}$$

$$\omega_0 = \frac{2 * 3,14 * 50}{2} = 157$$

Аналогічно розраховуємо інші значення, результати заносимо в таблицю 3, рядок 1.

Таблиця 3 – Результати розрахунків

№ ряд ка	Знач ення	A	W	T	Y	U	I	K	O	P	S	D
1	М _д , Н·м	8,46	9,31	10,35	11,6	13,2	15,1	17,6	20,3	25	17,6	0
2	S	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0
3	ω , с ⁻¹	0	15,7	31,4	47,1	62,8	78,5	94,2	109,9	125,6	141,3	
4	n, хв ⁻¹ ₁	0	300	600	900	1200	1500	1800	2100	2400	2700	

З метою реального уявлення значень ковзання S визначаємо відповідні значення кутової швидкості – ω , та частоти обертання - n, за формулами: $\omega = \omega_0 \cdot (1-S)$, або $n = n_0 \cdot (1-S)$

Для прикладу розглянемо визначення кутової швидкості ω та частоти обертання n для значення S=0,9:

$$\omega = 157 \cdot (1 - 0,9) = 15,7 \text{ с}^{-1} \quad n = 3000 \cdot (1 - 0,9) = 300 \text{ хв}^{-1}$$

За результатами розрахунків будуюмо графік механічної характеристики електродвигуна $M_d = f(S)$, який зображено на графічній частині (рис. 2).

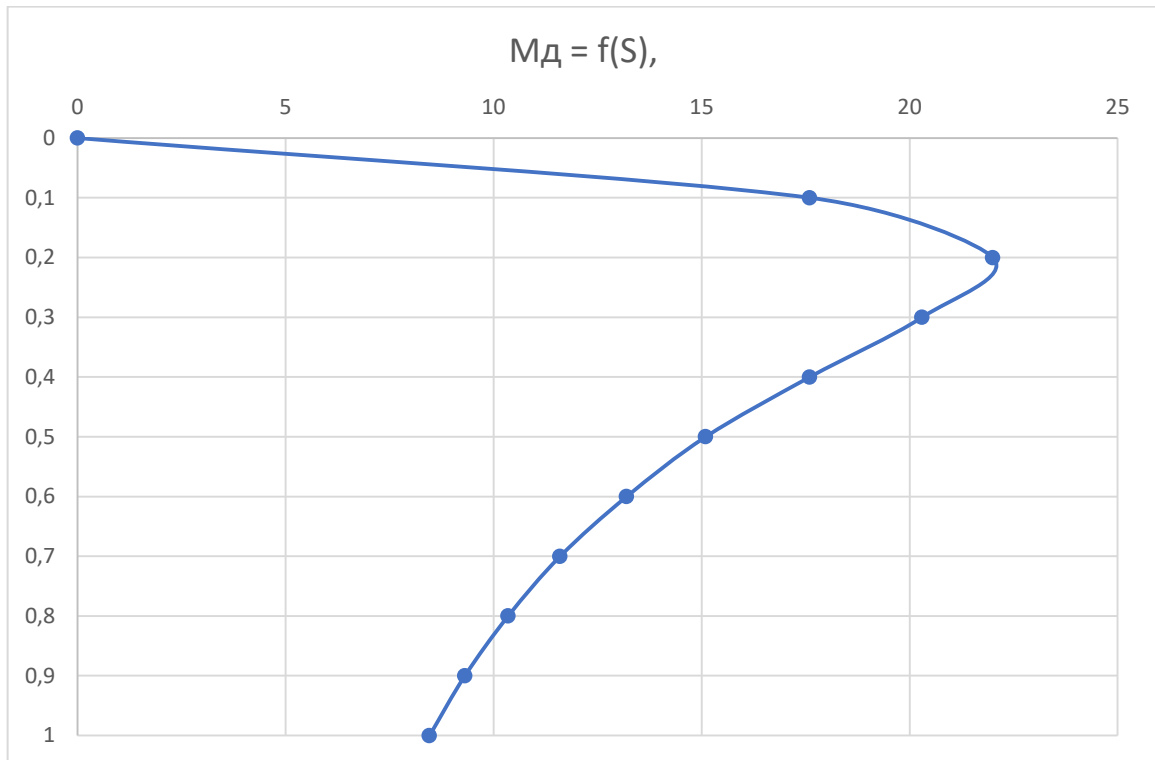


Рисунок 4 – Графік механічної характеристики електроприводу

3.5 Розрахунок механічної характеристики електропривода

Зводимо поточні моменту статичного опору робочої машини до валу електродвигуна за формулою (для кожного значення ділянки):

$$M_{c.зв} = \frac{M_c}{i \cdot \eta_{пер}}$$

$$M_{c.зв} = \frac{14.28}{10 \cdot 0,94} = 1,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Результати розрахунків записуємо до таблиці 3 рядок 3.

Значення M_c наведено в таблиці 1.

Визначаємо динамічний момент на кожній ділянці за формулою:

$$M_{дин} = M_d - M_{c.зв}$$

$$M_{дин} = M_d - M_{c.зв} = 8,46 - 1,5 = 6,96$$

Від значень рядка 2 таблиці 3 віднімаємо відповідні значення рядка 3 цієї ж таблиці. Аналогічно визначаємо інші значення, результати розрахунків заносимо в результуючу таблицю 3 рядок 4.

Таблиця 4 – Результати розрахунків

№ рядк а	Парамет ри	Значення										
1	$\omega, \text{с}^{-1}$	15, 7	31, 4	47,1	62, 8	78,5	94,2	109, 9	125, 6	141, 3	157	0
2	$M_{\text{д}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	8,4 6	9,3 1	10,3 5	11, 6	13,2	15,1	17,6	20,3	25	17,6	0
3	$M_{\text{с.зв}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	1,5	1,7	1,9	2,1 2	2,35	2,58	2,81	3	3,29	3,54	
4	$M_{\text{дин}}, \text{Н}\cdot\text{м}$	6,9 6	7,6 1	8,4	9,4 8	10,8 5	12,5 2	14,7 9	17,3	18,7 1	14,0 6	

За результатами розрахунків будуюмо графік механічної характеристики електроприводу $M_{\text{дин.}} = f(\omega)$, який зображено на графічній частині (рис. 5).

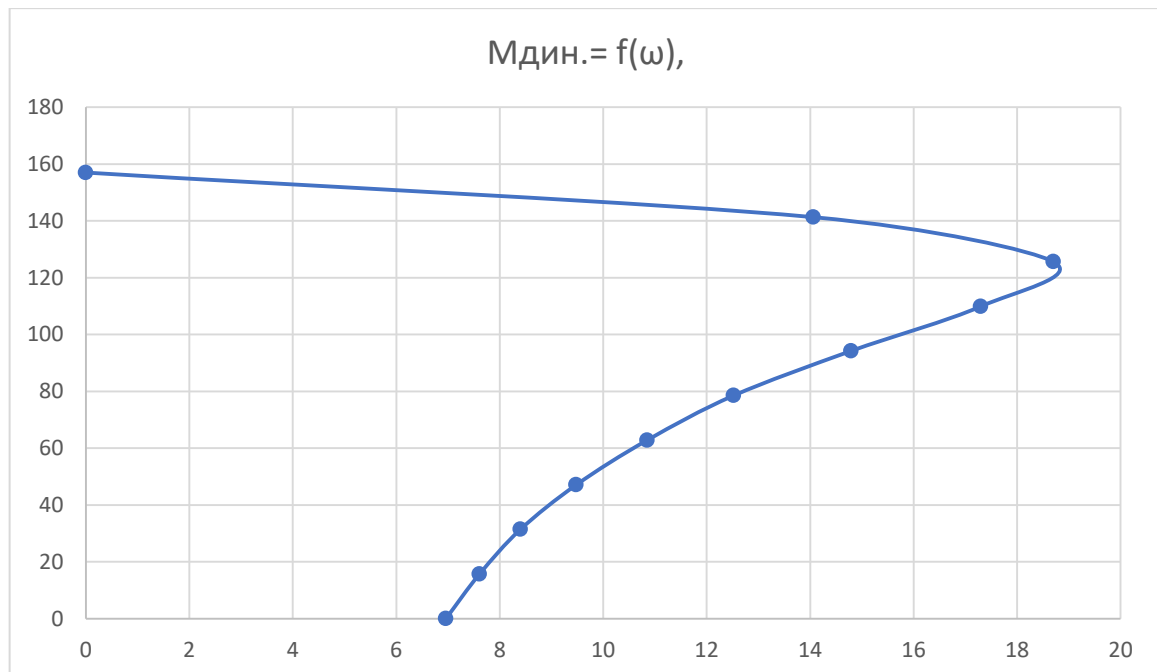


Рисунок 5 – Графік механічної характеристики електроприводу

3.6 Визначення тривалості пуску електродвигуна

Час пуску електродвигуна можна отримати з виразу:

$$t_{\text{п}} = j_{\text{пр}} \cdot \Delta\omega / M_{\text{дин.сер.}} \text{ (с)}$$

де $j_{\text{п}}$ – момент інерції приводу, визначається по формулі: $j_{\text{пр}} = j_{\text{м}} + j_{\text{дв}}$

$$j_{\text{пр}} = 0,35 + 3,5 = 3,85 \text{ кг/м}^2$$

$j_{\text{м}}$ – момент інерції робочої машини (дано в завданні), $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

$j_{\text{дв}}$ – момент інерції електродвигуна (див. пункт 2.4), $\text{кг} \cdot \text{м}^2$.

$\Delta\omega$ – зміна кутової швидкості на кожній ділянці, визначається по формулі

$$\Delta\omega = \omega_{\text{кін}} - \omega_{\text{поч}}, \text{ с}^{-1};$$

Для першої ділянки $\omega_{\text{поч}} = 0$, $\omega_{\text{кін}} = 15,7, \text{ с}^{-1}$ (наступне значення, після 0, рядка 3 таблиці 3), кінцеве значення першої ділянки одночасно є початковим для другої і т.д.

$$\Delta\omega = 15,7 - 0 = 15,7, \text{ с}^{-1}$$

Середній динамічний $M_{\text{дин.сер}}$ момент для кожної ділянки визначаємо за формулою:

$$M_{\text{дин.сер.}} = (M_{\text{дин. 1}} + M_{\text{дин. 2}}) / 2$$

Як приклад наводимо розрахунок для першої ділянки:

$$M_{\text{дин.сер.1}} = (6,96 + 7,61) / 2 = 7,28 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$t_{\text{п1}} = 3,85 \cdot 15,7 / 7,28 = 8,3 \text{ (с)}$$

Аналогічно визначаємо інші значення, результати розрахунків заносимо в таблицю 5, рядки 2 і 3.

Таблиця 5 – Результати розрахунків

№ рядка	$\omega, \text{с}^{-1}$	0	15,7	31,4	47,1	62,8	78,5	94,2	109,9	125,6	141,3	0
1	$M_{\text{дин}},$ $\text{Н}\cdot\text{м}$	6,96	7,61	8,4	9,48	10,85	12,52	14,79	17,3	18,71	14,06	0
2	$M_{\text{динсер}},$ $\text{Н}\cdot\text{м}$		7,28	8	8,94	10,1	11,68	13,65	16	18	16,3 5	
3	$t_{\text{пр}}, \text{с}$		8,3	7,55	6,76	5,98	5,17	4,42	3,77	3,35	3,69	

Розрахунки проводимо для кожної ділянки, результати заносимо до результуючої таблиці 5.

Час пуску електропривода визначаємо, як алгебраїчну суму на окремих ділянках:

$$\sum t_{\text{пр}} = t_{\text{пр}1} + t_{\text{пр}2} + \dots + t_{\text{пр}9} (\text{с})$$

$$\sum t_{\text{пр}} = 8,35 + 7,55 + 6,76 + 5,98 + 5,17 + 4,42 + 3,77 + 3,35 + 3,69 = 0.049 (\text{с})$$

За даними таблиці будуємо графік часу пуску $t_{\text{п}}=f(\omega)$ електропривода, який зображено на графічній частині.

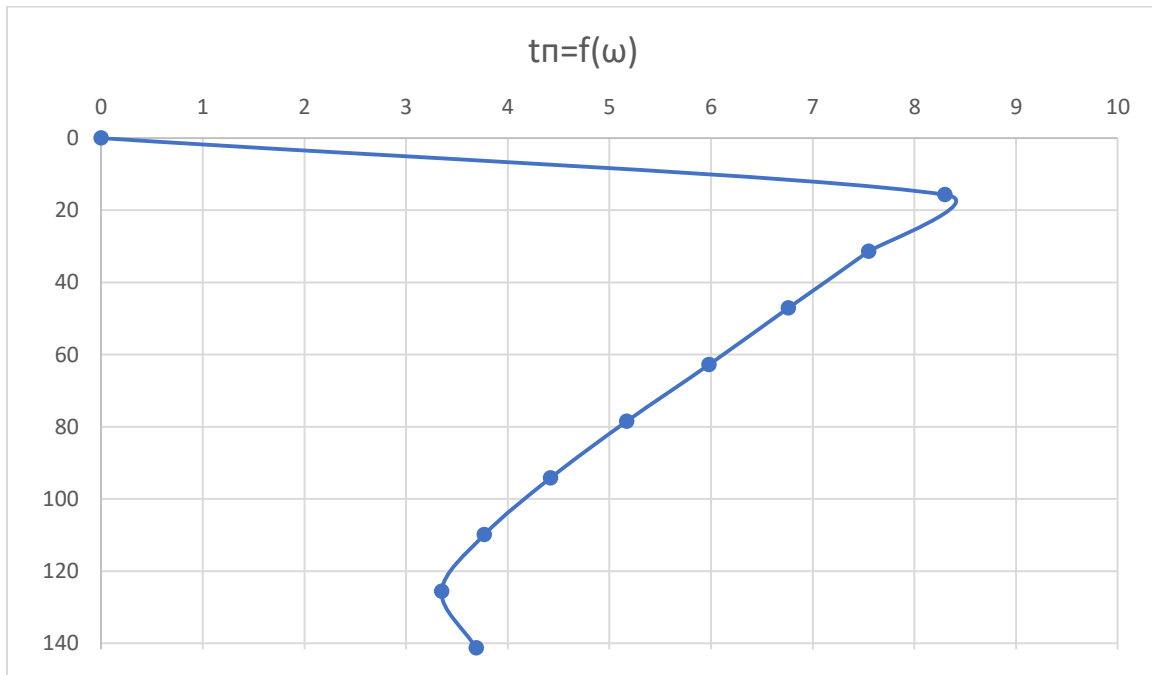


Рисунок 6 – Графік часу пуску $t_n=f(\omega)$ електропривода

3.7 Визначення часу нагрівання електродвигуна

Рівняння нагрівання електродвигуна має такий вигляд:

$$\tau = \tau_{уст} (1 - e^{-t/T}) + \tau_{поч} \cdot e^{-t/T}$$

де e - основа натурального логарифму (2,72);

τ – поточне значення температури електродвигуна яке залежить від поточного значення часу, t , °C;

$\tau_{уст}$ – усталене значення перевищення температури електродвигуна над температурою навколишнього середовища, °C;

$$\tau_{уст} = \tau_{дв} - \tau_{н.с.}$$

де $\tau_{н.с.}$ – номінальна температура навколишнього середовища, $\tau_{н.с.} = 40$ °C;

$\tau_{дв}$ – залежить від класу ізоляції закладеного в електродвигун, для електродвигунів серії (4А та АИР) з висотою осі обертання 56, 63 мм закладена ізоляція класу „Е” для якої $\tau_{дв} = 120$ °C, з висотою осі обертання 71 – 132 мм закладена ізоляція класу „В” для якої $\tau_{дв} = 130$ °C, з висотою осі обертання 160 - 355 мм закладена ізоляція класу „F” для якої $\tau_{дв} = 155$ °C;

$\tau_{поч}$ – початкове перевищення температури електродвигуна над температурою навколишнього середовища, приймаємо $\tau_{поч} = 0$ °C;

T – постійна часу нагрівання, приймаємо (див. с. 6).

$$\tau_{\text{уст}} = 130 - 40 = 90$$

Суть розрахунку полягає в підстановці в рівняння значень t починаючи з 0 до часу який дорівнює $4T$;

$$\tau = 90 \cdot (1 - e^{-6/15}) = 29,6^{\circ}C$$

Аналогічно розраховуємо інші значення. Отримані значення заносимо в таблицю 5.

Для побудови криволінійного графіка, яким являється графік нагрівання електродвигуна, достатньо десяти точок. Крок часу Δt приймаємо рівним 1:10 від значення $4T$, що становить $\Delta t = 3$ хв.

Спочатку заповнюємо перший горизонтальний рядок таблиці 5, враховуючи вище визначене значення кроку часу, а потім виконуємо розрахунки за формулою 7.1.

Таблиця 6 – Динаміка нагрівання електродвигуна

$t, \text{хв}$	0	6	12	18	24	30	36	42	48	54
$\tau, ^{\circ}C$	0	29,67	49,56	62,89	71,8	77,81	81,83	84,52	86,33	87,54

За результатами розрахунків будуємо графік $\tau = f(t)$, який зображено на графічній частині(Рисунок 7).

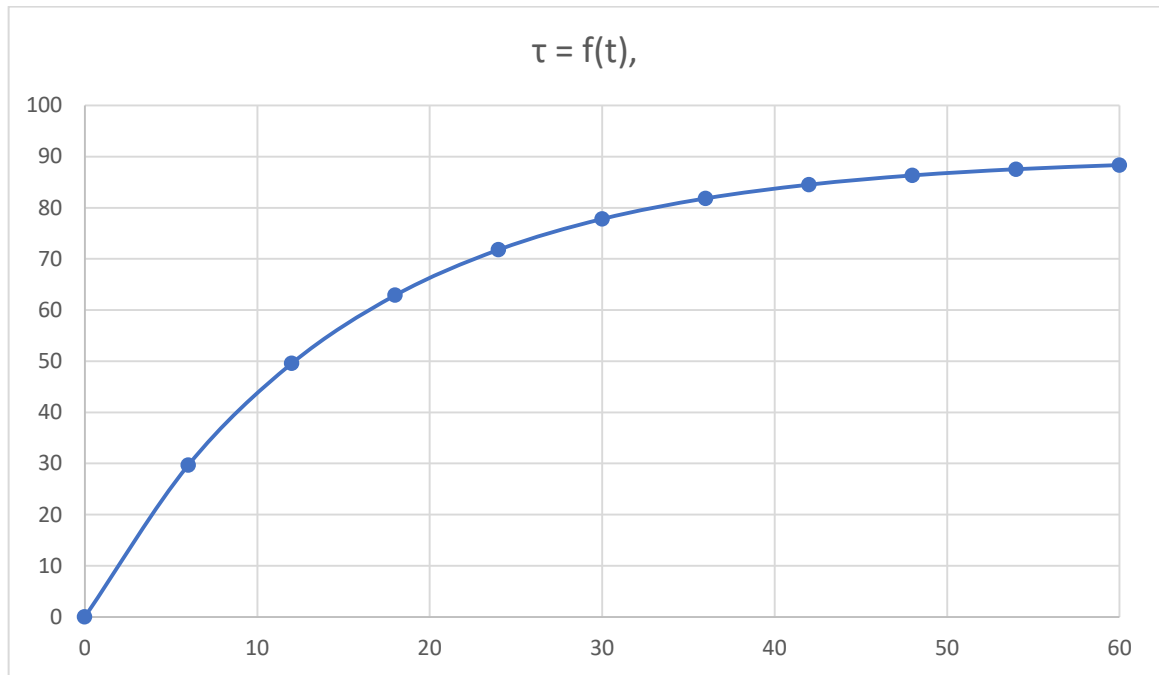


Рисунок 7 Динаміка нагрівання електродвигуна

3.8 Вибір апаратів керування і захисту, комплектних пристроїв

Для вибраного електродвигуна, технічні характеристики якого приведено в пункті 3.4, складаємо однолінійну схему рис. 3, у відповідності до якої проводимо вибір апаратури керування і захисту. При роботі з довідниковими матеріалами віддаємо перевагу вітчизняним товаровиробникам, а саме продукції Української електротехнічної корпорації «АСКОУКРЕМ».

1.1. Визначаємо пусковий і розрахунковий струм електродвигуна за формулами 8.1 та 8.2.

- пусковий струм $I_{\Pi} = I_{\Pi} \cdot K_i$

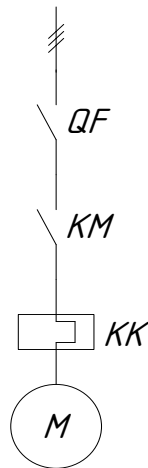
де K_i кратність пускового струму;

$$I_{\Pi} = 6,13 \cdot 7 = 42,91 \text{ А}$$

$$\text{розрахунковий струм } I_p = K_{\text{зм}} \cdot I_{\Pi},$$

де $K_{\text{зм}}$ – коефіцієнт завантаження машини, користуючись довідnikовою літературою [Л-4, с. 138] приймаємо $K_{\text{зм}} = 0.4$

$$I_p = 0,4 \cdot 42,91 = 17,1 \text{ А}$$



*Рисунок 8. Однолінійна
схема електроустановки*

Вибір автоматичного вимикача QF здійснюється за такими показниками і умовами:

а) передбачаємо встановлення в щиту керування триполюсних повітряних автоматичних вимикачів, які конструктивно мають можливість проводити регулювання струму спрацювання теплового розчіплювача.

б) за номінальною напругою із залежності

$$U_{a.ном} \geq U_{мер}$$

де $U_{a.ном}$ - номінальна напруга автоматичного вимикача;

$U_{мер}$ – номінальна напруга мережі; $U_{мер} = 380$ В.

Приймаємо до монтажу вимикач серії ВА-2005 [Л-9 с.49]

$$U_{a.ном} = 400 \text{ В.}$$

$$400 \geq 380 \text{ умова виконується.}$$

в) за струмом теплового розчіплювача $I_{т.р.} \geq I_p$

де I_p – розрахунковий струм кола, А;

Приймаємо вимикач серії ВА-2005- М25 [Л-9 с.49]

Діапазон спрацювання уставки теплового розчіплювача становить

$$I_{т.р.} = 20-25 \text{ А}$$

Регулятор встановлюємо в положення 20 А.

$$20 \geq 17,1 \text{ А умова виконується.}$$

г) перевіряємо вибраний автоматичний вимикач на можливість спрацювання при запуску електродвигуна за умовою:

$$I_{y.e.} \geq I_{\Pi}$$

де $I_{y.e.}$ – струм спрацювання електромагнітного розчіплювача,

А. $I_{y.e.} = 100A \pm 20\%$ А [Л-9 с.49].

$$100A \pm 20\% \geq 42,91 \text{ умова виконується.}$$

Отже, вибраний автоматичний вимикач не спрацює при запуску електродвигуна.

Вибираємо електромагнітний пускач за умовами:

Комутаційний апарат за категорією застосування повинен бути – АС-3.

1. по номінальній напрузі - $U_{\Pi.ном} \geq U_{мер}$;
2. по розрахунковому струму - $I_{ном.п} \geq I_p$;
3. по комутаційній здатності - $I_{ном.п} \geq I_{\Pi}/6$.

Умовам вибору відповідає електромагнітний пускач серії ПМ 1-18-10 380В який має наступні технічні характеристики: $U_{\Pi.ном} = 660 \text{ В}$, $I_{ном.п} = 18 \text{ А}$, $U_{кот.} = 250/380 \text{ В}$, [Л-9 с.54].

1. $660\text{В} \geq 380 \text{ В}$ умова виконується.
2. $18\text{А} \geq 17,1\text{А}$ умова виконується.
3. $18\text{А} \geq 7,15\text{А}$ умова виконується.

Вибираємо електротеплове реле за умовами:

1. по номінальній напрузі - $U_{ном.р.} \geq U_{мер}$;
2. по струму теплового розчіплювача - $I_{т.р} \geq I_p$.

За умовами вибираємо теплове реле типу NR2-36 23-32А , яке має наступні технічні характеристики: $U_{ном.р} = 380 \text{ В}$, струм теплового розчіплювача в діапазоні 23-32 А [Л-9 с.68].

Регулятор встановлюємо в положення 23 А

$$380 \text{ В} \geq 380 \text{ В} \text{ умова виконується.}$$

$$23 \text{ А} \geq 17,1 \text{ А} \text{ умова виконується.}$$

Вибране теплове реле повинно відповідати вибраному електромагнітному пускачу (за габаритом, типорозміром).

4 РОЗРАХУНОК ОСВІТЛЕННЯ ЦЕХУ

4.1 Виконання вибору системи

У середині приміщень за способом розміщення світильників і розподілом освітленості розрізняють наступні системи штучного освітлення: загальне і комбіноване.

В даному курсовому проекті оптимальним буде вибрати загальну систему освітлення.

Загальним називається освітлення, світильники якого освітлюють всю площу приміщення, як зайняту устаткуванням або робочими місцями, так і допоміжну. Залежно від розташування світильників розрізняють рівномірне і локалізоване загальне освітлення.

При загальному рівномірному освітленні світильники розташовуються у верхній зоні приміщення рівномірно, забезпечуючи тим самим однакову освітленість всього приміщення. Воно застосовується, як правило, коли розташування робочих зон при проектуванні невідоме, або при гнучкому плануванні.

При загальному локалізованому освітленні світильники розміщують з урахуванням розташування технологічного устаткування, створюючи на окремих поверхнях необхідний рівень освітлення.

4.2 Вибір освітленості, коефіцієнту запасу і коефіцієнтів відбиття

Величину нормованої освітленості для приміщень сільськогосподарських споруд залежно від типу прийнятого джерела світла вибирають з «Галузових норм освітлених сільськогосподарських підприємств, будівель, споруд».

Норми освітленості приміщень, на які вказані галузеві норми не розповсюджуються приймаються з «Будівельних норм і правил».

Коефіцієнт запасу K для освітлювальних установок сільськогосподарських приміщень з лампами розжарення приймається 1,2, з газорозрядними – 1,3 (при очищенні світильників не менше одного разу на місяць).

При великій запиленості приміщення коефіцієнт запасу для ламп розжарювання становить 1,3, для люмінесцентних ламп – 1,4.

Таблиця 6. - Значення коефіцієнтів відбиття поверхонь

Характер поверхні	Коефіцієнт відбиття поверхонь, %
Стеля чиста бетонна; світла дерев'яна (пофарбована)	50%
Стіни свіжопобілені; поштукатурені темні	30%
Підлога дерев'яна; бетонна; асфальтована	10%

4.3 Вибір світильників

Тип світильника вибирають із урахуванням його світлорозподілу (класу світлорозподілу або кривої сили світла), умов навколишнього середовища в освітлювальному приміщенні, естетичних і економічних вимог.

При високих коефіцієнтах відбивання (стеля - 50%, стін – 30%) перевагу відають світильникам класу розсіяного світла (Р) за умови, що розрахункова потужність лампи не перевищує 200 Вт.

В інших випадках вибирають світильники класу прямого світла (П), для яких відносна відстань між світильниками має найменше значення із

рекомендованого нормативною літературою діапазону. При цьому збільшується кількість світильників у приміщенні і зменшується їх одинична потужність.

Оскільки в нас великі коефіцієнти відбиття вибираємо світильники розсіювального світла, клас (Р). L 13W-765 4050300035536 OSRAM

4.4 Розміщення світильників

При проектуванні електроосвітлення необхідно виконати такі вимоги забезпечити найсприятливіші умови роботи, найменшу протяжність проводок і зручність монтажу та безпеку при експлуатації.

При розміщенні світильників враховують архітектурні особливості приміщення, розміщення вікон, будівельних конструкцій, технологічного обладнання тощо. Світильники з точковими джерелами світла розміщують у вершинах квадратів або прямокутників чи у шаховому порядку.

Розрахунок освітлення виконують такими методами: коефіцієнта використання світлового потоку, точковим, світлових ліній, питомої потужності.

Метод коефіцієнта використання світлового потоку застосовують при розрахунку загального рівномірного освітлення закритих приміщень при відсутності істотних затінювачів.

Точковий метод застосовують при розрахунку загального рівномірного і локалізованого освітлення, місцевого освітлення, освітлення вертикальних і похилих площин, зовнішнього освітлення, а також для перевірки освітленості в окремих точках робочої поверхні.

Методи лінійних ізолюксів (світних ліній) застосовують у тому випадку, коли довжина світильника перевищує половину розрахункової висоти його установки.

Метод питомої потужності застосовують при розрахунках освітлення допоміжних і підсобних приміщень.

Враховуючи вище сказане, як джерело світла обираємо світильники з світлодіодними лампами, так як порівняно з лампами розжарювання та люмінесцентними лампами у них більший світловий ККД, довший срок служби, вони менш вибагливі в експлуатації хоч і мають складнішу будову .

Розрахуємо освітлення цеху за допомогою методу лінійних ізолюксів оскільки він зазначений у завданні данної курсової роботи.

За довідниковими даними, освітлення в цеху, для світлодіодних ламп становить 75 лк. [Л.9]

Розраховуємо освітлення для цеха.

Система освітлення – загальна рівномірна;

Джерело світла – світлодіодна лінійна лампа;

Тип світильника – L 13W-765 4050300035536 OSRAM, к.с.с Г – Глибока (крива сила світла);

Категорія приміщення по умовам навколишнього середовища – звичайне;

Нормована освітленість – $E_n=75$ лк;

Плоскість для якої нормується освітленість Г-00;

Коефіцієнт запасу – $K_z=1,3$;

Висота приміщення $H=3.85$ м;

Висота робочої поверхні – $h_{р. п.}=0,5$ м;

Ширина приміщення $B=10$ м;

Довжина приміщення $A=20$ м;

Висота звісу $h_{св.}=0,3$

Визначаємо розрахункову висоту світильника

$$h_p = H - h_{св.} - h_{р. п.}$$

$$h_p = 3,85 - 0,5 - 0,3 = 3.05 \text{ м}$$

Визначаємо найвигіднішу відстань між рядами світильників

$\lambda_c=0,2\dots1,2$ – при зоровій напрузі;

найвигідніша світлотехнічна відстань $\lambda_c=1,0\dots1,4$ при відсутності зорової напруги приймаємо $\lambda=1,2$ [Л.9]

Рекомендовану відстань між світильниками в ряду визначаємо по формулі:

$$L_B = \lambda * h_p$$

$$L_B = 1,2 * 3,05 = 3.66\text{м}$$

Приймаємо $L_B=4\text{м}$

Визначаємо рекомендовану відстань від стін до найближчого ряду

$l_c=0,25\dots0,5$ – при зоровій напрузі;

$l_c=3,2\dots4,3$ – при відсутності зорової напруги.

Приймаємо $l_B=0,5$

$$l_B = 0,5 L_B$$

$$l_B = 0,5 * 4 = 2$$

Приймаємо 2м

Визначаємо кількість рядів світильник по формулі

$$N_B = B - 2l_B / L_B + 1$$

$$N_B = 10 - 2 * 2 / 4 + 1 = 2.5$$

Приймаємо 3 ряда

Визначаємо довжину півряду

$$L = A / 2$$

$$L = 20 / 2 = 10\text{м}$$

Приймаємо 10 м

Визначаємо відстань від розрахункової точки до світлового ряду.

Розрахункову точку вибираємо посередині приміщення між рядами:

$$p = L_B / 2$$

$$p = 4 / 2 = 2 \text{ м}$$

Визначаємо відношення p^1 і L^1

$$L^1 = L / h_p$$

$$L^1 = 10 / 3.05 = 3.3$$

$$p^1 = p / h_p$$

$$p^1 = 2 / 3.3 = 0.6$$

Розрахунок величини L , L^1 , p , p^1 , заносимо в таблицю 8. Умовну освітленість визначаємо по таблиці лінійних ізолюксів в залежності від p^1 , L^1

Таблиця 8 – Розрахунок умовної освітленості

Напівряд	$L, \text{м}$	$p, \text{м}$	L^1	p^1	$E, \text{лк}$	$\sum E, \text{лк}$
1, 2, 5, 6	10	2	3.3	0,6	$4 * 75$	300
3,4	10	2	3.3	0.6	$2 * 75$	150
						450

Визначаємо необхідний потік ряду довжиною 1 м

$$\Phi^1 = 1000 E_n * K_3 * h_p / \mu * \sum E$$

Де K_3 – коефіцієнт запасу

μ - коефіцієнт додаткової освітленості

$$= 1000 * 75 * 1.3 * 3.05 / 1.1 * 450 = 600 \text{ лм/м}$$

Приймаємо лампу L 13W-765 4050300035536 OSRAM, світловий потік $\Phi_{\text{л}}=720$ лм, номінальна потужність 13Вт, довжина світильника $l_{\text{св}}=0,6$ м[Л.10]

Визначаємо необхідний світловий потік ряду

$$\Phi_{\text{р}}=\Phi^1 A$$

$$\Phi_{\text{р}}=600*20=12000 \text{ лм}$$

Визначаємо кількість світильників в ряду

$$N_{\text{р}}=\Phi_{\text{р}}/\Phi_{\text{св}}$$

$$N_{\text{р}}=12000/720=16.7$$

Приймаємо 17 світильників в кожному ряду.

Визначаємо відстань між світильниками

$$l=A-l_{\text{св}}*N_{\text{р}}/N_{\text{р}}$$

$$l=20-0,6*17/17=0,57$$

Світлова лінія є непереривною, якщо відстань між світильниками l не перевищує значення Δl

$$\Delta l=0,5h_{\text{р}}$$

$$\Delta l=0,5*3,05=1,525$$

Так як $l=0,57$ м що є менше ніж $\Delta l=1,525$ м то умова виконується і ряд є непереривним.

Для підсобних приміщень виконуємо розрахунок за спрощеним методом питомої потужності:

Основна розрахункова формула даного методу:

$$P_{\text{л}} = (P_{\text{пит}} \times S) / n$$

Для побутового:

$$P_{\text{л}} = (5.6 \cdot 20) / 2 = 56$$

Приймаємо: 50 Вт.

Отже, обираємо лампи розжарювання Б-230-50-11 [Л.9] потужністю 50Вт – 2 шт. (Біспіральна аргонна).

Обираємо світильники НПП01В-50-У3 [Л.9] (Лампи розжарювання загального призначення стельові для промислових підприємств потужністю 50 Вт).

Аналогічно проводимо розрахунки для венткамери:

$$P_{\text{л}} = (11,4 \cdot 4) / 1 = 45.6 \text{ Вт.}$$

Приймаємо 50 Вт.

Отже, обираємо лампи розжарювання Б-230-50-11 [Л.9] потужністю 50Вт – 1 шт. (Біспіральна аргонна)

Обираємо світильники НПП01В-50-У3 [Л.9] (Лампи розжарювання загального призначення стельові для промислових підприємств потужністю 50 Вт).

Для тамбур:

$$P_{\text{л}} = (8,6 \cdot 6) / 1 = 51.6 \text{ Вт.}$$

Приймаємо 750 Вт.

Отже, обираємо лампи розжарювання Б-250-230-50-1 [Л.9] потужністю 50В - 1 шт. (Біспіральна аргонна).

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Заходи по охороні праці

Розроблена автоматична система керування насосною установкою буде працювати в мережі змінного струму, на віддалі від струмопровідних частин. Дефекти під час роботи виявляються візуально - оглядом і на слух. Право одноособового огляду автоматичної система має черговий із кваліфікаційною групою не нижче III або адміністративно-технічний працівник, що має V групу в установках напругою вище 1000 В і IV групу в електроустановках напругою нижче 1000 В [35].

Як правило, при оглядах діючих електроприладів на підстанції не можна проходити за огороження, знімати їх і входити в камери розподільних пристроїв, що не мають бар'єрів. При необхідності дозволяється працівникові з кваліфікаційною групою не нижче IV групи увійти за огороження, але за умови, що струмопровідні частини недоступні, тобто нижні фланці ізоляторів знаходяться від сталі на відстані більше 2 м, а необгороджені струмопровідні частини - на відстані більше 2,75 м при напрузі 35 кВ і 3,5 м при напрузі 110 кВ. При менших відстанях входити за огороження можна тільки в присутності другої особи з кваліфікаційною групою не нижче III і за умови, що струмопровідні частини знаходяться на відстані не менше, зазначеного в табл. 4.1 [36].

Відключення і зміни в електричних схемах регулятора якості електроенергії можуть виконуватись тільки за розпорядженням або з відома того чергового персоналу, у керуванні або підпорядкуванні якого знаходиться дане устаткування. При пожежах, нещасних випадках або при стихійних лихах можна негайно відключати електроустаткування без узгодження.

5.2 Електробезпека

Допустимі відстані від місця проведення робіт до струмопровідних частин у залежності від їхньої напруги Номінальна напруга електроустановки, кВ
Допустима відстань, м До 15 Від 15 до 35 Від 35 до 110 154 250 330 400 і 500
750 0,7 1,0 1,5 2 2,5 3,5 4,5 6,4

Розпорядження вважається виконаним після того, як черговий повідомить особисто або телефоном черговому диспетчерові енергосистеми районної мережі, черговому інженерові, тобто особі, що дала розпорядження. Керуватися показами приладів та повідомленнями осіб не оперативного персоналу про виконання розпорядження не можна.

Особа, що віддає розпорядження про переключення, обов'язково перевіряє послідовність операцій за оперативною схемою.

Черговий, який отримав розпорядження, зобов'язаний повторити його і записати в оперативний журнал. За оперативною схемою або макетом цей черговий намічає порядок операції. Якщо переключення виконують дві особи то перша особа є старшою, роз'ясняє другій (виконавцю) завдання і послідовність його виконання. В електроустановках напругою вище 1000 В, не обладнаних повністю блокованими від неправильних операцій роз'єднувачів, складні переключення проводяться за бланками. В бланку переключень виконується запис усіх операцій про включення і відключення електрообладнання точно у тій послідовності, у якій ці операції повинні виконуватись. Прості переключення на одному електричному приєднанні і переключення в електроустановках повністю обладнаних блокуванням роз'єднувачів від неправильної операції, можуть виконуватися без бланків. Бланки переключень заповнює і підписує черговий який є безпосереднім виконавцем. Старший черговий контролюючий виконання операцій, перевіряє бланк і також його підписує. Старший черговий зачитує зміст операції виконавець повторює прочитане і приступає до виконання. Старший контролює дії виконавця і відразу відзначає в бланку виконання операції.

При сумніві в правильності операцій робота припиняється до в'яснення правильного порядку переключень. Якщо черговий здійснює переключення одноосібно, то він зачитує послідовність операцій, вказаних у бланку, телефоном старшому черговому, який віддає розпорядження.

Цей черговий є контролюючою особою. Дозвіл на переключення виконавець зобов'язаний одержати телефоном безпосередньо перед їх виконанням. Приєднання вмикають або вимикають з допомогою вимикачів. Якщо роз'єднувач має ручний привід, то операції з ним виконують в діелектричних рукавицях, з ізолюваною основою. Вимикати і вмикати потрібно швидко, рішуче і до упору.

Відключення і включення роз'єднувачів виконується, як правило без навантаження. Роз'єднувачами допускається розмикати струми замикання на землю і зарядні струми повітряних і кабельних ліній не вище, наведених в табл. 4.2 [37]. Таблиця 4.2 – Залежність струму замикання на землю і зарядного струму від напруги При напрузі, кВ Струм замикання на землю, А Зарядний струм на фазу, А 3 – 6 10 – 20 35 7,5 3,0 1,5 2,5 1,0 0,5 Дозволяється відключати навантажувальний струм лінії до $I \leq 15$ А при напрузі $U \leq 10$ кВ.

Роз'єднувачі необхідно вмикати ривком. Якщо при цьому виникає дуга, то ніжі необхідно довести до кінця. У протилежному випадку зворотний хід ножа викликає розвиток дуги й нещасний випадок. Відключати роз'єднувачі треба, навпаки, повільно, особливо в початковий момент. Якщо з'явиться дуга при відході ножів від губок, то роз'єднувач необхідно включити назад. Роз'єднувачі відключають (включають) у діелектричних рукавицях.

Роз'єднувачі з пофазним керуванням і з вертикальним розташуванням - у діелектричних рукавицях, з використанням ізолюючих штанг і стоячи на ізолюючій підставці. Старшим може бути черговий, що має не меншу ніж IV кваліфікаційну групу. Прості перемикання на одному електричному приєднанні дозволяється виконувати оперативному персоналу, що має не нижче ніж IV кваліфікаційну групу, одноосібно.

Перевіряти відсутність напруги, накладати й знімати переносні заземлення дозволяється не менш ніж двом виконавцям. В установках напругою до 1000 В апаратуру перемикає один працівник, що має III кваліфікаційну групу, якщо він черговий, IV кваліфікаційну групу, якщо він не є черговим. Персонал, що виконує перемикання, повинен твердо знати, що у випадку зникнення напруги воно може бути подане знову без попередження як в умовах нормальної експлуатації, так і при аваріях.

Вимоги пожежної безпеки при роботі з автоматичною системою керування насосною установкою В кваліфікаційній роботі розглядаються ділянки, які можуть бути пожежонебезпечними. Зокрема, відзначається, що потенційну пожежну небезпеку може представляти відкрито прокладений кабель, який з'єднує автоматичну систему керування насосною установкою з силовим електричним щитом, і може при пошкодженні стати причиною пожежі. Пожежа може виникнути внаслідок загоряння займистих матеріалів, що знаходяться в кабельній споруді, при електричному розряді кабелю чи в момент випробувань або при ремонтних роботах із-за недотримання заходів пожежної безпеки.

В електричних мережах необхідно виконувати наступні вимоги пожежної безпеки при гасінні електроустановок [38]: 1) допускається гасіння пожежі водяними потоками на невідключених електроустановках напругою до 10 кВ, відкритих тільки для огляду електромонтера. При цьому опора повинна бути заземлена, а електромонтер – працювати в діелектричних ботах і рукавицях. Не допускається гасіння пожеж ручними засобами; 2) забороняється гасіння пожежі усіма видами піни з допомогою ручних засобів в електроустановках під напругою, так як піна і розчини піноутворювачів мають велику електропровідність.

Тільки в окремих випадках при спеціальному закріпленні піногенераторів і надійному їх заземленні, а також заземленні насосів пожежних машин, дозволяється гасити пожежу повітряно – механічною піною в електроустановках напругою до 10 кВ, які знаходяться під напругою; 3) при пожежі трансформатор повинен бути відключеним з обох сторін, після чого одразу ж приступають до його гасіння будь – якими засобами (повітряно –

механічною піною, розпиленою водою, вогнегасниками).

При гасінні пожежі в трансформаторах, які встановлені в приміщеннях (камерах), необхідно прийняти заходи щодо попередження розповсюдження пожежі через вентиляційні і інші канали. Вентиляція в приміщенні в цей період може включатись тільки з вказівки пожежного підрозділу; 4) при загорянні кабелів необхідно при наявності стаціонарної системи пожежогасіння (повітряно–механічною піною, розпиленою водою) включити її в роботу.

При гасінні пожежонебезпечних кабелів напругою до 1000 В у кабельному тунелі пожежник, який працює з пожежним стволем, повинен направляти потоки води через дверний люк, не заходячи при цьому в відсік з кабелями, що знаходяться під дією вогню.

Одночасно з гасінням пожежі кабелів потрібно прийняти заходи з швидкого зняття з них напруги; 5) щити управління станцій чи підстанцій напругою до 0,4 кВ являються найбільш важливою частиною електроустановок, тому найбільшу увагу при гасінні пожежі повинні приділяти збереженню на них встановленої апаратури; 6) при загорянні кабелів, проводів і апаратів на панелях щитів управління оперативний персонал повинен в міру можливості зняти напругу з панелей, не допускаючи переходу вогню на сусідні панелі.

В цьому випадку застосовують вуглекислотні вогнегасники чи брометиллові, а також порошкові вогнегасники. При виявленні пожежі в РП чи ТП чергова бригада в першу чергу проводить всебічне відключення горючого обладнання від мережі і приступає до гасіння пожежі, застосовуючи порошковий вогнегасник чи пісок. В випадку необхідності чергова бригада викликає місцеву пожежну команду.

6 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗРАХУНОК

6.1 Розрахунок умовних одиниць електричного обладнання та річних затрат праці на ТО і ПР

За умовну одиницю електричного обладнання прийнято обслуговувати і ремонтувати електричне обладнання із затратами праці 18,6 люд-год. Річний обсяг робіт у виробничих приміщеннях визначено у таблицях за нормативами ПЗРЕсг із врахуванням місця встановлення та умов експлуатації. Загальні затрати праці та кількість умовних одиниць обслуговування наведені в таблицях 2.1-2.5.

Розрахунок річного обсягу робіт ТО і ПР електричного обладнання цеху металоконструкцій. Вихідними даними приміщення є: перелік і кількість електричного обладнання в приміщенні, час роботи на добу, час роботи на рік.

Загальний обсяг робіт в умовних одиницях – треба кількість умовної одиниці для одного електричного обладнання помножити на кількість електричного обладнання. Електродвигун 4А-1,1кВт-1000 об/хв. кількістю 10 шт., обсяг умовної одиниці для одного електричного обладнання 1,28, загальна кількість умовних одиниць: $10 \cdot 1,28$. Для іншого електричного обладнання аналогічно.

Знаходять кількість обслуговувань одного електричного обладнання за рік:

$$K_{\text{ТО}} = \frac{M}{\Pi_{\text{ТО}}}$$

де M – час роботи за рік, міс;

$\Pi_{\text{ТО}}$ – періодичність обслуговування.

Кількість ПР на рік:

$$K_{\text{ПР}} = \frac{M}{\Pi_{\text{ПР}} \cdot K_{\text{В}}}$$

де, K_B – коефіцієнт використання, $K_B = 1$.

4А-1,28-1000 об/хв.

$$K_{TO} = 10/3 = 3,3 \text{ обсл.}$$

$$K_{ПР} = 10/24 = 0,42 \text{ обсл.}$$

Загальна кількість обслуговувань ТО і ПР на рік:

$$\sum K_{TO} = K_{TO} \cdot n$$

$$\sum K_{ПР} = K_{ПР} \cdot n$$

n – кількість одиниць електричного обладнання

$$\sum K_{TO} = 3,3 \cdot 10 = 33 \text{ обсл.}$$

$$\sum K_{ПР} = 0,42 \cdot 10 = 4,2 \text{ обсл.}$$

Для іншого обладнання розрахунки проводяться аналогічно.

Затрати праці на одне обслуговування знаходять в методичній літературі (Л1 ст.70, дод.3.5.). Затрати праці на всі обслуговування за рік знаходять множення затрат праці одного обслуговування на кількість відповідних обслуговувань.

За мало монтажні роботи, системою ПЗРЕс.г. передбачено 0,3 умовних одиниць на кожний електричний двигун:

$$Q_1 = n \cdot 0,3$$

де, n – кількість двигунів в приміщенні.

$$Q_1 = 16 \cdot 0,3 = 4,8 \text{ у.о.}$$

Загальна кількість умовних одиниць обслуговування:

$$Q = K_{заг} + Q_1$$

$$Q = 61,27 + 4,8 = 66,07 \text{ у.о.}$$

Дану величину множимо на кількість приміщень:

$$Q_{\text{зп}} = Q \cdot n_{\text{прим}}$$

$$Q_{\text{зп}} = 66,07 \cdot 7 = 462,49 \text{ у.о.}$$

Затрата праці на ТО і ПР на рік знаходять помноживши затрати праці на ТО і ПР одного приміщення на кількість приміщення:

$$З_{\text{ТОзаг}} = З_{\text{ТО}} \cdot n_{\text{прим}}$$

$$З_{\text{ПРзаг}} = З_{\text{ПР}} \cdot n_{\text{прим}}$$

$$З_{\text{ТОзаг}} = 299,81 \cdot 7 = 2\,098,67 \text{ люд*год}$$

$$З_{\text{ПРзаг}} = 367,12 \cdot 7 = 2\,569,84 \text{ люд*год}$$

Затрата праці на оперативні обслуговування становить:

$$З_{\text{ч}} = n \cdot t$$

де, t – річні затрати на оперативне (чергове) обслуговування електричного обладнання що відноситься до одного електричного двигуна.

$$t = 0,258 \cdot L + 1,8$$

$$t = 0,258 \cdot 4,95 + 1,8 = 3,08 \text{ люд*год}$$

За формулою (2.10) знаходимо затрати праці на оперативні обслуговування:

$$З_ч = 16 \cdot 3,08 = 49,28 \text{ люд*год}$$

Затрати на оперативне обслуговування для всіх приміщень:

$$З_{чз} = З_ч \cdot n_{\text{прим}}$$

$$З_{чз} = 49,28 \cdot 7 = 344,96 \text{ люд*год.}$$

Затрати праці на виконання мало монтажних робіт визначені із врахування того, що одна умовна одиниця містить 18,6 люд/год .

$$З_{\text{мм}} = Q_1 \cdot 18,6$$

$$З_{\text{мм}} = 4,8 \cdot 18,6 = 89,28 \text{ люд*год.}$$

Затрати праці на мало монтажні роботи для всіх приміщень:

$$З_{\text{ммз}} = З_{\text{мм}} \cdot n_{\text{прим}}$$

$$З_{\text{ммз}} = 89,28 \cdot 7 = 624,96 \text{ люд*год.}$$

6.2 Розрахунок штатної кількості електричних монтерів у господарстві

Загальна кількість електричних монтерів в господарстві визначається за обсягом умовних одиниць електричного обладнання :

$$N_e = \frac{Q}{N}$$

де, N - навантаження на одного електричного монтера (прийнято 100у.о.).

Q - загальний електричного обладнання в господарстві, у.о.

$$N_e = \frac{670,13}{100} = 6,7.$$

Залежно від річних затрат праці на виконання окремих видів робіт.

Дійсний фонд роботи часу визначається за такими даними:

- кількість календарних днів – $D_K = 365$,
- вихідних – $D_B = 52$;
- відпускних $D_{ВІД} = 18$,
- святкові дні $D_C = 8$;
- передсвятковий день $D_{ПС} = 6$;
- час на який скорочений передсвятковий день $T_{ПС} = 1$.

Коефіцієнт, що враховує витрати часу на виконання суспільних обов'язків та на випадок хвороби $K=0,96$. Тривалість робочої зміни з одним вихідним днем на тиждень $T=6,83$ год.

Дійсний фонд робочого часу визначається за такою формулою:

$$\Phi = (D_K - D_B - D_{ВІД} - D_C) \cdot T \cdot K - D_{ПС} \cdot T_{ПС}, \text{ год.}$$

$$\Phi = (365 - 52 - 18 - 8) \cdot 6,83 \cdot 0,96 - 6 \cdot 1 = 1875,6 \text{ год.}$$

Коефіцієнт, що враховує віддаль від виробничих приміщень до пункту ТО і ремонту електричного обладнання:

$$K = (0,017 \cdot L + 1) \cdot 1,05$$

$$K = (0,017 \cdot 4,95 + 1) \cdot 1,05 = 1,14.$$

Кількість електричних монтерів – чергових, що виконує оперативне обслуговування:

$$N_{\text{е.ч.}} = \frac{З_{\text{ч}}}{\Phi}$$

$$N_{\text{е.ч.}} = 837,76/1875,8=0,5$$

Кількість електричних монтерів, що виконує поточний ремонт і технічне обслуговування:

$$N_{\text{пр і то}} = \frac{(З_{\text{пр}} + З_{\text{то}} + З_{\text{мм}}) * K}{\Phi}$$

$$N_{\text{пр і то}} = \frac{(3742,4 + 3037,02 + 1517,76) * 1,14}{1875,8} = 5$$

Електромонтери, що виконують електромонтажні роботи (група монтажу):

$$N_{\text{ЕМ}} = \frac{З_{\text{м}}}{22}$$

де, $З_{\text{м}}$ – вартість електромонтажних робіт, тис грн.;

22 – річне навантаження на одного електромонтера монтажника, тис грн.;

$$N_{\text{ЕМ}} = 26/22=1.18 .$$

6.3 Розрахунок річного фонду заробітної плати електротехнічної служби

Річний фонд заробітної плати складається з заробітної плати спеціалістів – електриків та заробітної плати електромонтерів.

Заробітна плата спеціалістів електриків залежить від місячної ставки. Виходячи із обсягу господарства в 832 умовних одиниць посада керівника електротехнічної служби – старший інженер енергетик, один технік електрик.

6.3.1 Штатна відомість спеціалістів електриків.

Таблиця 9 – Штатна відомість

Назва господарства	Витрати електроенергії, кВт	Об'єм в умовних одиницях	Посада	Кількість
1	2	3	4	5
Організація обслуговування електроустановок в ремонтних майстернях автотракторного обладнання СТОВ ім. Петровського Коростенського району	1 839 968, 96	670,13	Старший інженер-енергетик,	1
			Технік-електрик	1

6.3.2 Розрахунок заробітної плати спеціаліста електрика.

Таблиця 10 – Розрахунок заробітної плати спеціаліста електрика

Посада	Ставка в місяць	Кількість	Всього заробітної плати в місяць	Всього заробітної плати в рік
Старший інженер-енергетик	7 000	1	7 000	84 000
Технік-електрик	4 500	1	4 500	54 000
				Зосн = 138 000

Крім основної заробітної плати треба визначити:

- додаткову заробітну плату Z_d (8% $Z_{осн}$);
- преміальна Z_p (50% ($Z_{осн} + Z_d$));
- нарахування Z_n (37,5% ($Z_{осн} + Z_d + Z_p$)).

Отже річний фонд заробітної плати спеціалістів електриків складає:

$$Z_{р.ф.ел.} = Z_{осн} + Z_d + Z_p + Z_n, \text{ грн.}$$

$$З_{\text{д}} = 8\% * 138\,000 = 11\,040 \text{ грн}$$

$$З_{\text{п}} = 50\% * (138\,000 + 11\,040) = 74\,520 \text{ грн}$$

$$З_{\text{н}} = 37,5\% * (138\,000 + 11\,040 + 74\,520) = 83\,835 \text{ грн}$$

$$З_{\text{р.ф.ел.}} = 138\,000 + 11\,040 + 74\,520 + 83\,835 = 307\,395 \text{ грн}$$

Річний фонд заробітної плати електромонтерів вираховується виходячи із їх кількості та місячну ставку. Щоб знайти мінімальну ставку необхідно середню тривалість робочого дня в годинах за місяць 173 помножити на години тарифної ставки відповідного розряду.

Розрахунок основної заробітної плати, електромонтерів виконується в таблиці 11.

6.3.3 Розрахунок основної заробітної плати, електромонтерів.

Таблиця 11 – Результати розрахунків

Посада	Розряд	Тарифна ставка	Місячна ставка	Кількість чол.	Всього за місяць, грн.	Всього за рік, грн.
Старший ел.монтер	6	27,5	4 757,5	1	4 757,5	57 090
ел.монтер	5	23	3 979	1	3 979	47 748
ел.монтер	4	20	3 460	2	6 920	83 040
ел.монтер	3	18	3 114	2	6 258	74 736
						Зосн = 262 614

Отже річний фонд заробітної плати електромонтерів складає:

$$З_{\text{р.ф.мон.}} = З_{\text{осн}} + З_{\text{д}} + З_{\text{п}} + З_{\text{н}}, \text{ грн.}$$

$$З_{\text{осн}} = 262\,614 \text{ грн}$$

$$З_{\text{д}} = 8\% * 262\,614 = 21\,009,12 \text{ грн}$$

$$З_{\text{п}} = 50\% * (262\,614 + 21\,009,12) = 141\,811,56 \text{ грн}$$

$$З_H = 37,5\% * (262\,614 + 21\,009,12 + 141\,811,56) = 159\,538 \text{ грн}$$

$$З_{Р.Ф.ЕЛ.} = 262\,614 + 21\,009,12 + 141\,811,56 + 159\,538 = 584\,972,68 \text{ грн}$$

6.4 Вибір форми організації і обслуговування та ремонту електрообладнання

На підприємствах застосовується три форми обслуговування: господарська, спеціалізована і комплексна. Якщо обсяг робіт перевищує 800 у.о. , то рекомендується господарська форма обслуговування. При цьому весь комплекс робіт виконується електротехнічної служби господарства.

Комплексна форма доцільна в господарстві, що мають обсяг робіт до 300 у.о. всю роботу з обслуговування електричного обладнання виконують за договором сторонні організації.

Спеціальна форма передбачає передачу сторонній організації на повне технічне обслуговування окремих об'єктів, комплексів. Обсяг робіт від 300 до 800 у.о.

6.5 Розрахунок річних експлуатаційних витрат на ТО і ПР електричного обладнання цеху металоконструкцій

Вартість обслуговування залежить від затрат на заробітну плату, матеріали і запасні частини, амортизацію поста електрика.

Розряд електромонтерів встановлено із врахуванням складності робіт за комплексом налагодження засобі автоматизації в пташника (429 у.о.).

На виконання ТО призначено 2 електромонтери III розряду, 2 електромонтери IV розряду. Для виконання ПР призначено 1 електростатичний монтер VI розряду 1 електричні монтери IV розряду та 2 електричний монтер III розряду.

Середня тарифна ставка робітників зайнятих ТО.

$$C_{\text{то}} = \frac{2C_3 + 2C_4}{4} \text{ грн.}$$

$$C_{\text{то}} = \frac{2 \cdot 18 + 20}{4} = 19,6 \text{ грн}$$

Середня тарифна ставка робітників зайнятих ПР.

$$C_{\text{пр}} = \frac{2 \cdot C_3 + C_4 + C_6}{4}, \text{ грн.}$$

$$C_{\text{пр}} = \frac{2 \cdot 20 + 27,5}{4} = 22,5 \text{ грн}$$

На заробітну плату необхідно нарахувати додаткову оплату в розмірі 10%, премію 40%, нарахування 37,5%.

Розрахунок річних експлуатаційних витрат проведено через витрати на 1 люд/год. окремо на ТО і ПР.

Таблиця 12 – Розрахунок заробітної плати на 1 люд/год

Елементи витрат	Види обслуговування	
	ТО	ПР
Розряди працівників	3; 3; 6	4; 4; 6
Середня тарифна ставка, коп.	19,6	25,5
Додаткова оплата (10%)	1,96	2,25
Разом	21,56	24,75
Преміальна оплата (40%)	8,62	9,9
Разом	30,18	34,65
Нарахування (37,5%)	11,3	12,9
Всього	41,48	47,55
В т.ч. всі нарахування	21,88	25,05

Вартість матеріалів і зарплатної частини визначаються тарифною ставкою робітників залежно від типу обладнання і виду обслуговування рекомендовано прийняти 25% на обслуговування та 75% на ПР від тарифної ставки.

Капіталовкладення технологічної бази становлять: пункт ТО і ремонту електричного обладнання вартістю 36,56 тис. грн, з них електричне обладнання 13,26 тис. грн., загальні затрати праці на ПТОРЕ 4091,36 люд/год пост

електрика в господарстві вартістю 1,5 тис. грн. Загальні затрати праці на посту 5992,09 люд/год за рік.

Таблиця 13 – Вартість матеріалів на люд/год

Вид обслуговування	Основна д/п	Відсоток відрахування	Вартість матеріалів
Технічне обслуговування	19,6	25	4,9
Поточний ремонт	25,5	75	16,875

Таблиця 14 – Розрахунок експлуатаційних капіталовкладень на люд/год

Види обслуговування	Затрати праці люд/год	Матеріальна база				
		Вартість, грн			Кап. вклад на люд.год	
		заг.	будівлі	обладн.	будівлі	обладн.
Технічне Обслуговування	3 037,02	1500	650	850	0,2	0,3
Поточний ремонт	3 742,4	36 560	7 460	29 100	1,99	7,7

В вартість будівлі необхідно, від загальної вартості пункту відняти вартість електричного обладнання.

Вартість посту електрика: $1500 - 850 = 650$ грн.

Вартість ПТОРЕ: $36560 - 29100 = 7460$ грн.

Визначаємо величину капіталовкладень на люд-год на ТО: для цього необхідно вартість будівлі (електричного обладнання) поділити на затрати праці на ТО.

Капіталовкладення на люд-год для будівлі:

$$K_{ТО6} = \frac{C_{буд}}{З_{ТО}},$$

$$K_{\text{то}_6} = \frac{650}{3037,02} = 0,2 \frac{\text{грн}}{\text{люд} * \text{год}}.$$

Капіталовкладення на люд-год для електричного обладнання становить:

$$K_{\text{то}_0} = \frac{C_0}{Z_{\text{то}}}$$

$$K_{\text{то}_0} = \frac{850}{3037,02} = 0,3 \frac{\text{грн}}{\text{люд} * \text{год}}.$$

Визначити величину капіталовкладень на ПР.

$$K_{\text{пр}_6} = \frac{C_{\text{буд}_{\text{пр}}}}{Z_{\text{пр}}}$$

$$K_{\text{пр}_6} = \frac{7460}{3742,4} = 1,99 \frac{\text{грн}}{\text{люд} * \text{год}}.$$

$$K_{\text{пр}_0} = \frac{C_0}{Z_{\text{пр}}}$$

$$K_{\text{пр}_0} = \frac{29100}{3742,4} = 7,7 \frac{\text{грн}}{\text{люд} * \text{год}}.$$

Амортизаційні відрахування на приміщення ПТОРЕ і пост електрика взяті за нормативами 2,8%, відрахування на ПР - 1,4% . Амортизаційні відрахування на обладнання, інвентар ПТОРЕ і посту електрика прийняті у розмірі 14,2% , на їх поточний ремонт 7,1%. Розрахунок амортизаційних відрахувань виконаний у нижче наведеній таблиці.

6.6 Розрахунок амортизаційних відрахувань

Амортизаційні відрахування на будівлі і споруди (обладнання) розраховано в процентному відношенні відповідно 2,8% (14,2) від

капіталовкладень на люд-год. Амортизаційні відрахування на будівлі і споруди на ТО і ПР.

Таблиця 15 – Результати розрахунків

Нарахування	Норма відрахувань На, %	Сума відрахувань	
		на ТО	на ПР
Амортизаційні відрахування:			
а)будівлі і споруди	2,8	0,005	0,05
б)обладнання і інвентар	14,2	0,04	1,09
Разом		0,045	1,14
Відрахування на початковий ремонт:	1,4	0,0028	0,02
а) будівлі і споруди	7,1	0,02	0,5
б)обладнання і інвентар		0,0258	0,52
Разом			

$$A_{\text{то}} = \frac{B_{\text{то}} \cdot Na_{\text{то}}}{100\%} \text{ грн.}$$

$$A_{\text{пр}} = \frac{B_{\text{пр}} \cdot Na_{\text{пр}}}{100 \%} \text{ грн.}$$

Відрахування на ПР будівлі і споруди (обладнання і інвентар) розраховуються в процентному відношенні відповідно 1,4 (7,1)% від капіталовкладень на люд-год.

Відрахування на ПР будівель і споруди призначених для проведення ТО і ПР: а) для ТО

$$T_{\text{то}} = \frac{B_{\text{то}} \cdot H_{\text{то}}}{100\%} \text{ грн.}$$

б)для ПР

$$T_{\text{то}} = \frac{B_{\text{пр}} \cdot H_{\text{пр}}}{100\%} \text{ грн.}$$

Відрахування на ПР обладнання і інвентар призначений для ТО і ПР:

а)для ТО

б)для ПР

Вартість обслуговування електричного обладнання і ПР залежить від загально виробничих витрат – близько 40% від основної заробітної праці робітників (тарифної ставки) та загально господарських витрат – 13%.

Таблиця 16 – Вартість обслуговування обладнання

Види витрат	Витрати на 1 люд-год	
	на ТО	на ПР
1.Заробітна плата ел.монтерів.	19.6	25.5
а) основна		
б) додаткова	21.88	25.05
2.Матеріали і запасні частини	4.9	16.875
3.Амортизаційні відрахування	0.045	1.14
4.Відрахування на ПР	0.0288	0.52
5.Загальновиробничі витрати 40 %	7.84	9
6.Загальногосподарські витрати 13 %	2.5	2.9
Разом	56.78	77.98
Планові накопичення 8 %	4.5	6.2
Разом	61.28	84.18

Знаходимо додаткову заробітну плату. Для цього необхідно від загальної заробітної плати відняти основну.

Знаходимо загально виробничі витрати на ТО і ПР у розмірі 40% від основної заробітної плати. Загальногосподарські витрати на ТО і ПР знаходимо у розмірі 13% від основної заробітної плати.

Розраховуємо планове накопичення на ТО і ПР знаходимо у розмірі 8% суми всіх витрат на ТО (ПР).

Знаходимо загальні витрати на експлуатацію електрообладнання:

- на ТО:

$$C_{TO} = Z_{TO} \cdot C'_{TO} \text{ грн.}$$

$$C_{TO} = 3037,02 \cdot 61,282 = 186\,108,586 \text{ грн.}$$

де Z_{TO} – затрати парці на ТО;

C'_{TO} – сума витрат на 1 люд-год для ТО.

- на ПР:

$$C_{PR} = Z_{PR} \cdot C'_{PR} \text{ грн.}$$

$$C_{PR} = 3742,4 \cdot 84,12 = 315\,035,232 \text{ грн}$$

де, Z_{PR} – затрати парці на ПР;

C'_{PR} – сума витрат на 1 люд-год для ПР.

- на маломонажні роботи і чергування:

$$C_{MM} = (Z_{MM} + Z_{\text{ч}}) \cdot C'_{PR}, \text{ грн.}$$

$$C_{MM} = (1517,76 + 76) \cdot 84,14 = 198\,282,674 \text{ грн}$$

де, Z_{MM} – затрати парці на маломонажні роботи люд-год;

$Z_{\text{ч}}$ – затрати парці на чергування, люд-год;

- знаходимо загальні витрати:

$$C = C_{MM} + C_{PR} + C_{TO}, \text{ грн.}$$

$$C = 198\,287,674 + 315\,035,232 + 186\,108,586 = 699\,431,98 \text{ грн.}$$

Знаходимо річну вартість обслуговування електрообладнання у кожному з виробничих приміщень за допомогою формули:

$$C_{TO} = Z_{TOп} \cdot C'_{TO}, \text{ грн.}$$

де $Z_{TOп}$ – затрати праці на кожному приміщенні люд-год.

Розрахунок ведеться по одному приміщенню з кожної групи, (вказана загальна кількість приміщень одної групи):

$$C_{TO1} = 2098,67 \cdot 61,28 = 128\,606,498 \text{ грн.}$$

$$C_{TO2} = 279,06 \cdot 61,28 = 17\,100,797 \text{ грн.}$$

$$C_{TO3} = 29,83 \cdot 61,28 = 1827,982 \text{ грн.}$$

$$C_{TO4} = 437,74 \cdot 61,28 = 26\,824,707 \text{ грн.}$$

$$C_{TO5} = 191,72 \cdot 61,28 = 11\,748,602 \text{ грн.}$$

$$C_{ТОЗАГАЛЬНЕ} = 128606,498 \text{ грн} + 17100,797 \text{ грн} + 1827,982 \text{ грн} + 26824,707 \text{ грн} + 11748,602 \text{ грн} = 186108,586 \text{ грн}$$

Визначаємо річну вартість ПР чергового обслуговування та мало монтажних робіт на кожне приміщення:

$$C_{ПР} = C'_{ПР} \cdot (З_{ПР} + З_{ММ} + З_{Ч}), \text{ грн.}$$

$$C_{ПР1} = 84,18 \cdot (2\,569,84 + 624,96 + 344,96) = 297\,976,997 \text{ грн}$$

$$C_{ПР2} = 84,18 \cdot (271,44 + 305,32 \cdot 166,32) = 62\,215,254 \text{ грн}$$

$$C_{ПР3} = 84,18 \cdot (28,38 + 55,8 + 30,8) = 9\,679,016 \text{ грн}$$

$$C_{ПР4} = 84,18 \cdot (500,74 + 290,16 + 160,16) = 80\,060,23 \text{ грн}$$

$$C_{ПР5} = 84,18 \cdot (372 + 245,2 + 135,52) = 63\,390,907 \text{ грн}$$

$$C_{ПРЗАГАЛЬНЕ} = 297976,997 \text{ грн} + 62515,254 \text{ грн} + 9\,679,016 \text{ грн} + 80060,23 \text{ грн} + 63390,907 \text{ грн} = 513325,904 \text{ грн.}$$

Знаходимо загальну вартість обслуговування і ремонту електрообладнання:

$$C = C_{ПР} + C_{ТО}, \text{ грн.}$$

$$C1 = 2\,128\,606,498 + 297\,976,997 = 426\,583,495 \text{ грн}$$

$$C2 = 17\,100,797 + 62\,215,754 = 79\,316,551 \text{ грн}$$

$$C3 = 2\,1827,982 + 9\,679,016 = 11\,506,998 \text{ грн}$$

$$C4 = 2\,26\,824,707 + 80\,060,23 = 106\,884,937 \text{ грн}$$

$$C5 = 11\,748,602 + 63\,390,907 = 75\,139,509 \text{ грн}$$

$$C_{ЗАГАЛЬНЕ} = 426\,583,495 + 79\,316,551 + 11\,506,998 + 106\,884,937 + 75139,509 = 699\,431,49 \text{ грн.}$$

6.6.1 Аналіз роботи електричного обладнання на основі техніко-економічних показників. Аналіз роботи за рік дає оцінку рівню використання електроенергії та людських ресурсів. До основних питань, ще підлягають аналізу відносять: ефективність використання електроенергії, зниження витрат на експлуатацію і ремонт, вартість умовних одиниць обслуговування.

Вартість використання електричної енергії в господарстві:

$$C_e = A_{\pi} \cdot C_o, \text{ грн.}$$

$$C_e = 409104,78 \cdot 1,44 = 589110,88 \text{ грн.}$$

де, A_{π} – кількість використаної енергії за рік;

C_o – тариф за електроенергію на виробничі потреби, грн./кВт·год.

Визначаємо кількість використаної енергії за рік:

$$A_{\pi} = \frac{P_{\text{дв}}}{\eta_c} \cdot K_3 \cdot t \cdot D \cdot N \cdot n, \text{ кВт·год}$$

де, $P_{\text{дв}}$ – загальна потужність двигунів, кВт;

η_c – ККД системи ($\eta_c = 0,61$);

K_3 – коефіцієнт завантаженість ($0,7 \div 0,75$);

t – кількість годин на добу;

D – кількість годин роботи за місяць (25 дня);

N – кількість місяців роботи на рік;

n – кількість приміщень.

Тариф за електроенергію на виробничі потреби прийнятий:

$$C_o = 1,44 \text{ грн/кВт·год.}$$

Собівартість застосування електроенергії у господарстві:

$$C_b = \frac{C_e + C}{A_{\pi}}, \text{ грн.}$$

де, C – собівартість загальна на ТО і ПР.

Вартість умовної одиниці обслуговування:

$$C_{y.o.} = \frac{C}{Q}, \text{ грн} \cdot \text{у.о.}$$

$$C_{y.o.} = \frac{699431.49}{670,13} = 1043 \text{ грн} \cdot \text{у.о.}$$

Вартість однієї люд.год обслуговування і ремонту:

$$C_{л.г.} = \frac{C}{Z}, \text{ грн} \cdot \text{люд.год}$$

$$C_{л.г.} = \frac{699431.49}{3037,02 + 3742,4 + 1517,76 + 837,76} = 76,5 \text{ грн} \cdot \text{люд.год}$$

Тариф за електроенергію на виробничі потреби прийнятий:

$$C_o = 1,44 \text{ грн/кВт} \cdot \text{год.}$$

Знаходимо загальну кількість використаної електроенергії:

$$A_{пз} = A_{п1} + A_{п2} + A_{п3} + A_{п4} + A_{п5}$$

$$A_{пз} = 1208064 + 1286189 + 853367 + 775588 + 1191118 = 5314326 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

Рівень використання установленної потужності електрообладнання:

$$P_{дв.з} = P_{дв1} + P_{дв2} + P_{дв3} + P_{дв4} + P_{дв5}$$

$$P_{дв.з} = 33,8 + 32,4 + 25,75 + 211,4 + 3,49 = 303,84$$

Кількість використаної електрообладнання:

$$K_b = \frac{A_{пз}}{8760 \cdot P_{двз}}$$

$$K_b = \frac{3190326}{8760 \cdot 303,84} = 1,19$$

Капітальні витрати на електрифікацію визначені за узагальненими даними. Вартість одного електродвигуна з ПЗА, силовими щитами та освітленням становить близько 300 грн. Капітальні витрати на електрифікацію господарства становить:

$$K = 300 \cdot n, \text{ грн.}$$

де, n – загальна кількість двигунів.

$$K = 300 \cdot (16+18+10+26+11) = 24300 \text{ грн.}$$

Економія річних експлуатаційних витрат завдяки впровадженню електроенергії визначають через обсяг споживання електроенергії:

$$E_e = 0,25 \cdot A_{пз}, \text{ грн.}$$

$$E_e = 0,25 \cdot 5314326 = 1328581,5 \text{ грн.}$$

Термін окупності капіталовкладень:

$$T_o = \frac{K}{E_e - (C + C_e)}, \text{ років}$$

$$T_o = \frac{24300}{1328581,5 - (699431,49 + 589110,88)} = 0,6 \text{ років.}$$

Зведені витрати на електрифікацію господарства:

$$З = E_n \cdot K + C + C_e, \text{ грн.}$$

де, E_n – нормативний коефіцієнт ($E_n = 0,15$)

$$З = 0.15 \cdot 24\,300 + 699\,431,49 + 589\,110,88 = 1\,292\,187,37 \text{ грн.}$$

Річна економія від впровадження електроенергії у виробничі процеси на виробництві:

$$E_p = E_e - З, \text{ грн.}$$

$$E_p = 1\,328\,581,5 - 1\,292\,187,37 = 36\,394,13 \text{ грн.}$$

ВИСНОВОК

В дипломному проекті виконано електрифікацію виробничих процесів в цеху металевих конструкцій при реконструкції приміщення і модернізації електричного обладнання. В результаті виконання проекту вибрані технології виробничих процесів, вибрано технологічне електричне обладнання а саме: установки конвеєрні лінії, крани, станки.

В розділі детальної розробки розглянуто технологію електрифікації цеху, проведено аналіз можливих технічних рішень при реалізації технології освітлення, запропоновано схему автоматизації тельфера, установки і схему електричну принципову шафи керування тельфера установкою на базі перетворювача частоти з реалізацією функцій захисту електродвигуна насосної установки. Запропоновано також додатковий пристрій захисту самого частотного перетворювача від струмів короткого замикання по вихідним колам шафи керування.

Проведено розрахунок освітлювальної установки цеху. Розроблено схему освітлювальної мережі на плані цеху.

Розроблені заходи по охороні праці, загальні вимоги, електробезпека, виконано розрахунок заземлюючого пристрою.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Василега П.О. Електротехнологічні установки: навчальний посібник. Суми: Видавництво СумДУ, 2010. 548 с.
2. Гончар В.Ф., Тищенко Л.П. Електрообладнання і автоматизація сільськогосподарських агрегатів і установок: навч. посібн. К.: Вища школа, 1989. 391с.
3. Державні будівельні норми В.2.5-23:2010. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. 108 с.
4. Довідникова книга з електроенергетики: навчальний посібник / П.В. Волох, М.П. Цоколенко, Л.В. Ревенко, В.А. Грічаненко та ін. К. : Аграрна освіта, 2014. 506 с.
5. Економічні розрахунки і організація енергосервісу. URL: <https://learn.zhatk.zt.ua/course/view.php?id=555>
6. Електропривід сільськогосподарських машин, агрегатів та потокових ліній: підручн. / Є.Л. Жулай, Б.В. Зайцев, Ю.М. Лавріненко, О.С. Марченко, Д.Г. Войтюк / за ред. Є.Л.Жулая. К.: Вища освіта, 2001. 288с.
7. Електропривод / За ред. Ю.М. Лавріненка. К.: Ліра-К, 2009. 504 с.
8. Кащенко П.С. Електропривід сільськогосподарських машин: навч.-метод. посібн. НМЦ «Агроосвіта», 2006. 410 с.
9. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з навчальної дисципліни «Проектування електричних мереж» для студентів всіх форм навчання та студентів-іноземців спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» спеціалізації «Електричні системи і мережі», які навчаються за освітньо-професійною та освітньо-науковою програми магістерської підготовки. (Електронне видання) Київ, 2017. 154 с.
10. Паспорт верстата 2A55. URL: <https://www.chipmaker.ru/files/file/14166/>
11. Паспортні дані кабелів. URL: <http://yuzhcable.info>
12. Паспортні дані трансформаторів. URL: <http://energotransbud.com.ua>
13. Правила улаштування електроустановок. К.: Міненерговугілля України,

2017. 617 с.

14. Частотні перетворювачі Omron. URL: <http://t-life.com.ua/catalog/materials/920>