ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

П О Я С Н Ю В А Л Ь Н А З А П И С К А

до дипломного проєкту

освітнього ступеня "Бакалавр"

на тему:

ПРОЄКТ ЕЛЕКТРОРЕМОНТНОГО ЦЕХУ З РЕМОНТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

Виконав: студент 3го курсу, групи АІС-1-21

за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____ ЛИТВИН Дмитро Олегович

Керівник: _____КАЛГАНКОВ Євген Васильович

Рецензент: _____ _____

Дніпро 2024

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра інжинірингу технічних систем

Ступінь вищої освіти: «Бакалавр»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
ІТС
(назва кафедри)
доцент
(вчене звання)
_____ Дудін В.Ю.
(підпис) (прізвище, ініціали)
«____» _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Литвину Дмитру Олеговичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Проект електроремонтного цеху з ремонту електричних машин

керівник роботи Калганков Євген Васильович, ст. викладач
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
затверджені наказом вищого навчального закладу від
«6» травня 2024 року № 984

2. Строк подання студентом роботи 5.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту Огляд стану питання в галузі технічного обслуговування та ремонту електричних машин промислового призначення. Патентний пошук, аналіз літературних джерел, останніх досліджень з обраної тематики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити). 1. Аналіз діяльності та загальна характеристика ПАТ "ЕК Дніпрообленерго". 2. Проектування спеціалізованої дільниці з ремонту електродвигунів . 3. Проектування стенду для розбирання та складання електродвигунів . 4. Охорона праці та захист навколишнього середовища 5. Економічне обґрунтування проекту. Висновки та пропозиції. Література.

46ДП.082 000. 000 ВП

№ п/п	формат	Позначення	Найменування	К-сть аркушів	Номер Аркуша	Примітка
			Текстові документи			
1	А4	46ДП.082 000.000 ПЗ	Пояснювальна записка	83		
			Графічні матеріали			
2	А1	46ДП.082 000.000 Т	Тема проекту	1	1	
3	А1	46ДП.082 000.000 СХ	Схема технологічного процесу ремонту електродвигунів	1	2	
4	А1	46ДП.082 000.000 ТП	Технологічне планування відділення	1	3	
5	А1	46ДП.082 100.000 А	Аналіз існуючих конструкцій	1	4	
6	А1	46ДП.082 100.000 ВЗ	Загальний вигляд установки	1	5	
7	А3	46ДП.082 102.000 СК	Підшипниковий вузол (складальне креслення)	1	6	
8	А3	46ДП.082 104.000 СК	Віброопора (складальне креслення)	1	6	
			Креслення деталей			
9	А3	46ДП.082 102. 003	Корпус	1	6	
10	А3	46ДП.082 102. 006	Вал	1	6	
11	А1	46ДП.082 000.000 Е	Економічна оцінка	1	7	
12	А1	46ДП.082 000.000 ЗВ	Загальні висновки	1	8	

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дубл.
Взам. инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Литвин Д.		
Пров.		Калганков Є.		
Т.контр.				
Н.контр.		Івлєв В.В		
Утв.		Дудін В.Ю.		

46ДП.082 000. 000 ВП

Відомість дипломного проекту

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов 1	

ДДАЕУ

Копировал Формат А4

РЕФЕРАТ

Проект включає 83 сторінки пояснювальної записки та 8 сторінок графічних матеріалів.

В проекті доведено доцільність розробки технології ремонту електродвигунів на підприємстві Дніпрообленерго. Проведено розрахунок основних параметрів дільниці ремонту, розроблено засоби технічного забезпечення дільниці та вжито заходи з поліпшення умов праці працівників та навколишнього середовища.

Проведено оцінку техніко-економічних показників проекту, підведені висновки та складено список використаної літератури.

Ключові терміни: технічний сервіс, трудомісткість, ремонт, технічне обслуговування, пристосування, агрегат, наробіток, сервісний центр, електродвигун.

ЗМІСТ

Вступ 7

1. Аналіз діяльності та загальна характеристика ПАТ "ЕК Дніпрообленерго" 9

1.1 Аналіз виробничої діяльності підприємства 9

1.2. Матеріально – технічна база РЕМ 10

1.3. Опис підприємства як суб'єкта економічної діяльності 12

1.4. Аналіз технологічного процесу ремонту електроустаткування 16

1.5. Обґрунтування теми дипломного проекту 19

2. Проектування спеціалізованої дільниці з ремонту електродвигунів 20

2.1. Технологічний процес ремонту 20

2.2. Розрахунки річної програми електроремонтного цеху 33

2.3. Визначення трудомісткості ремонту й чисельності ремонтного персоналу 34

2.4. Визначення трудомісткості ремонту 37

2.5. Визначення річної трудомісткості робіт з ремонту 41

2.7. Визначення кількості виробничих робітників для виконання річної програми: 44

2.8. Розподіл основних робітників по професіях 45

2.9. Розрахунки й добір обладнання відділення, що проектує 46

2.10. Розрахуємо кількість верстаків на яких проводять складання електродвигунів 50

2.11. Визначення площ ремонтних підприємств по площі займаній устаткуванням 52

2.12. Висновок 52

3. Проектування стенду для розбирання та складання електродвигунів 53

3.1. Призначення та область застосування розробленої конструкції 53

3.2. Проведення аналізу наявних устаткувань і врахування зроблених висновків 53
3.3. Описання конструкції та принцип її роботи 59
3.4. Розрахунки підтверджуючі роботоздатність конструкції 60
3.5. Опис функціональних особливостей стенду 65
3.6. Висновок 66
4. Охорона праці 67
4.1. Оцінка стану безпеки праці 67
4.2 Вимоги безпеки при використанні електроінструментів 68
4.3. Пропозиції щодо поліпшення умов праці на підприємствах 72
4.4 Висновки 72
5. Економіка 74
Висновок 79
Література 80
Додатки 82

ВСТУП

Агропромисловий комплекс стикається з серйозною проблемою переходу на більш інтенсивні методи сільськогосподарського виробництва. Це вимагає постійного розширення та поглиблення електрифікації сільського господарства.

В умовах розвиненої електрифікації сільськогосподарського виробництва особливо актуальним є питання раціональної експлуатації та ремонту електрообладнання.

До основних питань, що потребують вирішення, відносяться використання відповідних електротехнічних матеріалів при експлуатації, ремонті та модернізації електрообладнання; наближення технології ремонту електрообладнання до технології виробництва; дотримання системи регулярного профілактичного ремонту та обслуговування електрообладнання, що використовується в сільському господарстві.

До структури агропромислового комплексу України входять спеціалізовані електроремонтні підприємства (ЕРП), такі як електроремонтні майстерні (ЕРМ), електроремонтні пункти (ЕРП) та електроремонтні майстерні (ЕРМ), які здійснюють ремонт електрообладнання на обласному та районному рівнях. Крім того, в останні роки на великих державних підприємствах створені різні розподільні центри з ремонту та обслуговування електрообладнання за типовими проектами. Центральний пункт технічного обслуговування та ремонту електрообладнання (СРТО-Е), пункт технічного обслуговування та ремонту електрообладнання на великих фермах (РТОR-e) (ТР816-1-17, tp816-1-18 тощо).). цех з ремонту концентрату зі станцією з ремонту електрообладнання: пункти ремонту електрообладнання в агрохолдингу категорії 1, 2 і 3; пункти технічного обслуговування та ремонту об'єктів (ПТОР) для проведення планового ремонту технічного, електричного та енергетичного обладнання на тваринницьких фермах (тп816-163, тп816-164, тп817-116).

Однак зміцнення матеріально-технічної ремонтної інфраструктури на фермах не вирішило серйозної проблеми капітального ремонту енергетичного та електротехнічного обладнання. Це пов'язано з тим, що рівень технічного

оснащення центрів технічного обслуговування і ремонту, МТО та інших ремонтних баз не дозволяє проводити належний капітальний ремонт електросилового обладнання, особливо асинхронних електродвигунів. Для більшості фермерських господарств і підприємств з економічних причин немає можливості користуватися послугами спеціалізованих ремонтних підприємств для цих цілей. У зв'язку з цим виникає потреба у створенні цільових центрів з капітального ремонту електрообладнання у фермерських господарствах та на підприємствах. Однією з таких компаній є Дніпровська компанія ДніпроОблЕнерго, яка постачає електроенергію споживачам і має потужну ремонтну базу.

1. АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ТА ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ПАТ "ЕК ДНІПРООБЛЕНЕРГО"

1.1 Аналіз виробничої діяльності підприємства

ТОВ ЕК Дніпрообленерго - компанія, що займається обслуговуванням та ремонтом електромереж у Дніпровському регіоні.

Історія розвитку електромереж у Дніпровському регіоні бере свій початок з будівництва Дніпровської ГЕС. До цього часу розрізнені невеликі електростанції працювали лише на власних мережах, а в 1931 році, одночасно з будівництвом Дніпровської ГЕС, розпочалося будівництво електричних мереж 35 кВ та 154 кВ Західного кільця у м. Дніпро [1].

Підприємство змінювало назви та організаційні форми до 1995 року, коли було прийнято рішення про реструктуризацію галузі.

Державі належить 75% акцій. "Дніпрообленерго" є дочірньою компанією НАК "Енергетична компанія України", державної енергетичної компанії.

Назва ПАТ Енергопостачальна компанія Дніпрообленерго змінено на Енергопостачальна компанія Дніпрообленерго відповідно до вимог Закону України від 17 вересня 2008 року № 514-VI "Про акціонерні товариства" та згідно з рішенням Загальних зборів акціонерів від 31 березня 2011 року.

Компанія має значний парк транспортних засобів, розподілених між різними електророзподільчими компаніями, які займаються технічним обслуговуванням та ремонтом автомобілів і тракторів.

Електророзподільча компанія, в якій буде виконуватися дипломний проект, знаходиться за адресою: м. Дніпро, вул. Ярослава Мудрого, 40 1.1 [2].

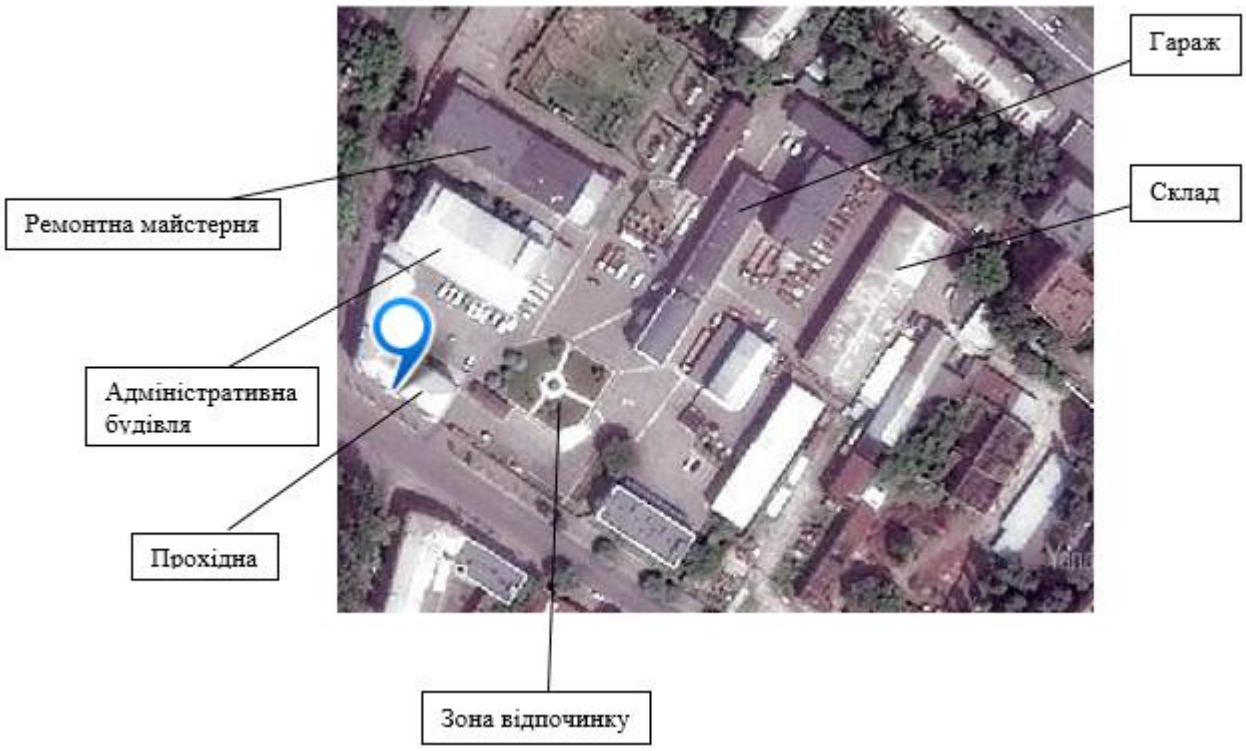


Рис. 1.1. РЕМ Центрального району

1.2. Матеріально – технічна база РЕМ

В обов'язки підприємства входить обслуговування та аварійний ремонт електричних мереж району.

Підприємство має свою базу, адміністрацію, ремонтну майстерню та машино – тракторний парк.

Ремонт машино - тракторного парку проводиться за планами компанії в м. Підгородне де розташована основна ремонтна служба. Тут проводяться капітальні та поточні ремонти машин і їх агрегатів. Технічні обслуговування та нескладні ремонти проводяться на місці в районах.

Структура виробничої бази наведена на рис. 1.2.

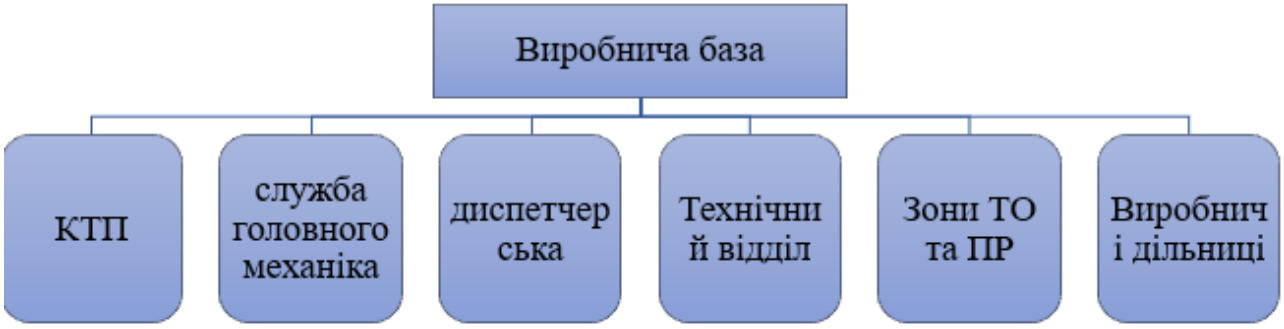


Рис. 1.2. Структура виробничої бази

Контрольно-технічний пункт (КТП) призначений для контролю технічного стану вузлів і агрегатів транспортних засобів, що забезпечують їх надійну експлуатацію відповідно до вимог правил дорожнього руху. КТП входить до складу служби головного інженера підприємства та підпорядковується безпосередньо йому. Основні компоненти КТП включають оглядову яму, засоби контролю технічного стану, а також нормативно-технічну документацію, необхідну для проведення перевірок.

Процедура контролю технічного стану автомобілів або тракторів передбачає перевірку кількох ключових аспектів, таких як:

- Справність електрообладнання: перевірка всіх електричних систем транспортного засобу, включаючи освітлення, сигналізацію та інші електричні компоненти.
- Гальмівна система: оцінка ефективності роботи гальм, їх зносу та справності всіх компонентів гальмівної системи.
- Стан коліс та їх кріплення: перевірка тиску в шинах, зносу протектора, а також надійності кріплення коліс.
- Рульове керування: перевірка роботи рульового механізму, включаючи виявлення люфтів та інших можливих дефектів.
- Зовнішній вигляд: огляд кузова транспортного засобу на наявність пошкоджень, корозії та інших дефектів, що можуть впливати на безпеку експлуатації.

Основною формою організації роботи КТП є універсальний пост, що забезпечує проведення всіх необхідних контрольних робіт на одному місці, спрощуючи процес перевірки та підвищуючи його ефективність.

Служба головного механіка відповідає за технічний стан і безаварійну роботу всього технологічного обладнання підприємства. Її основні завдання включають планування та проведення ремонтних робіт, технічне обслуговування обладнання, а також забезпечення його надійної експлуатації.

Диспетчерська служба підприємства виконує важливу функцію регулювання своєчасного виїзду на лінії аварійних бригад та техніки для виконання планових робіт. Це включає координацію дій всіх підрозділів, оперативне реагування на аварійні ситуації та забезпечення безперебійної роботи підприємства.

Технічний відділ займається розробкою графіків технічного обслуговування (ТО) і поточного ремонту (ПР) рухомого складу, а також забезпеченням виробничих ділянок і зон ТО нормативно-технічною документацією та технологічними процесами обслуговування і ремонту рухомого складу. Його робота спрямована на підтримання оптимального технічного стану всіх транспортних засобів і устаткування підприємства.

Зони ТО і ПР спеціалізуються на проведенні технічного обслуговування та поточного ремонту рухомого складу. Це включає планові перевірки та обслуговування транспортних засобів, виявлення та усунення несправностей, а також проведення необхідних ремонтних робіт.

Виробничі дільниці займаються поточним ремонтом окремих вузлів та агрегатів, знятих з транспортних засобів. Це дозволяє здійснювати ремонт на високому рівні якості та оперативності, забезпечуючи тим самим надійність і тривалий термін експлуатації транспортних засобів.

Аналіз не охоплює служби, які займаються ремонтом та обслуговуванням безпосередньо електричних мереж. Однак слід зазначити, що на даний момент ця сфера діяльності підприємства майже не використовується, і ремонти виконуються скоріше випадково, ніж на плановій основі, що свідчить про необхідність перегляду підходів до організації ремонтних робіт у цій сфері.

1.3. Опис підприємства як суб'єкта економічної діяльності

Сучасне життя неможливе без безперервного використання електроенергії в різних галузях. Вона є невід'ємною складовою нашого повсякденного існування, забезпечуючи потреби промисловості, сільського господарства, транспорту, медицини, зв'язку, мистецтва та побуту. У кожному

будинку ми користуємося освітленням та побутовими електроприладами. Важливо також пам'ятати, що для того, щоб електроенергія дісталася з електростанцій до наших домівок, необхідні трансформаторні підстанції, а також повітряні та кабельні лінії електропередачі. Електроенергія, хоч і є надзвичайно корисною та невід'ємною частиною нашого життя, може бути дуже небезпечною, якщо з нею необачно поводитись. Недотримання правил безпеки при використанні електроприладів або неправильна експлуатація електричних мереж можуть призвести до серйозних наслідків.

Районна електромережа (РЕМ) обслуговує 33,096 домогосподарств та 801 підприємств, які знаходяться в Центральному районі м. Дніпра на 10,403 км^2. Електропостачання забезпечується через повітряні та кабельні лінії передачі з напругою 0,410 кВ та загальною довжиною 1903 км, а також 562 трансформаторні підстанції з загальною потужністю 89,7 МВА. Щорічний обсяг споживаної електроенергії в районі складає 127,1 млн. кВт.год. Загальний обсяг споживаної електроенергії населенням становить 40,9%, а промисловістю та іншими секторами - 59,1% (рис. 1.3).

Рис. 1.3. Долі споживання електроенергії

Теперішній економічний розвиток обумовлений різноманіттям приладів та системам, але при цьому й надійність електроенергетичних систем стала

критичною більше, ніж будь-коли. Навіть невеликі порушення можуть призвести до серйозних проблем у роботі окремих міст і навіть цілих регіонів. Оскільки масштабні відключення електропостачання зазвичай виникають внаслідок комбінації різних факторів, які окремо можуть бути малоймовірними, запобігання таким порушенням потребує цілого комплексу заходів.

Обсяг використання електричної енергії в даному регіоні виглядає так: 54,2% використовується населенням, 17,2% - промисловими підприємствами, 5,4% споживають заклади бюджетної сфери, 17,1% припадає на інших споживачів, а 6,1% - комунально-побутові потреби (рис. 1.4.)

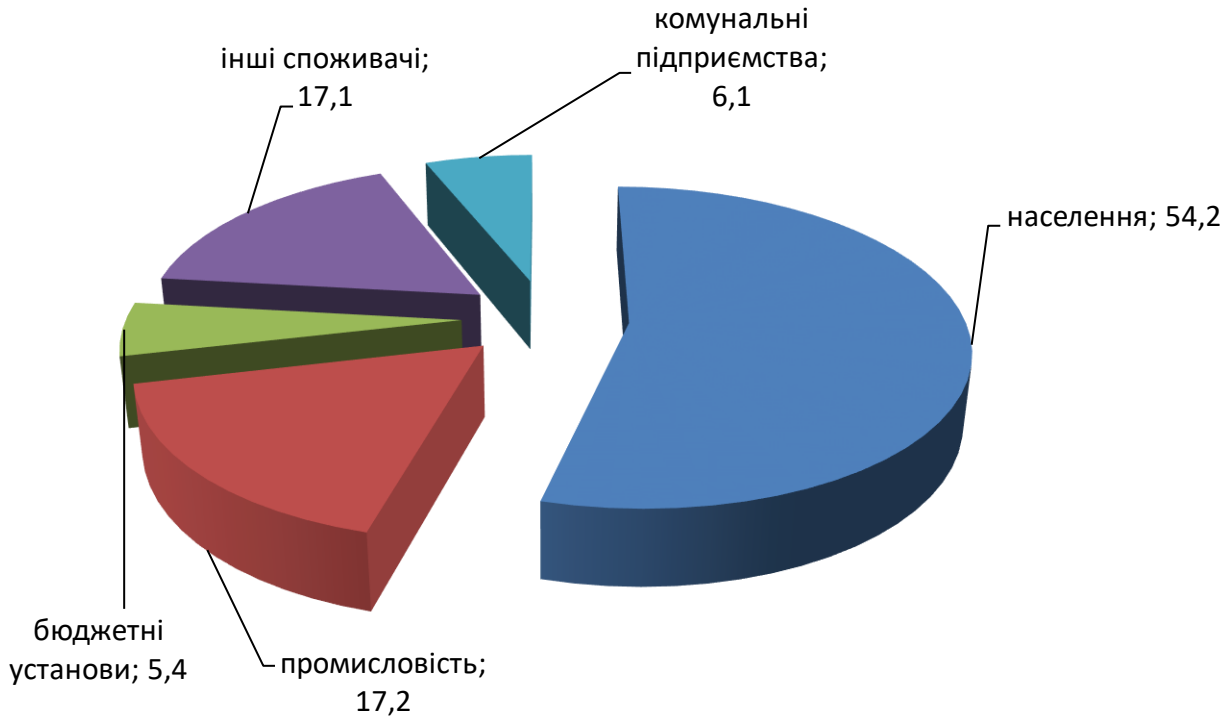


Рис.1.4. Результати роботи ПАТ ЕК Дніпрообленерго за попередні роки

Задля поліпшення роботи з клієнтами ПАТ Дніпробленерго забезпечує заходи з підвищення рівня електромереж (рис.1.5.):

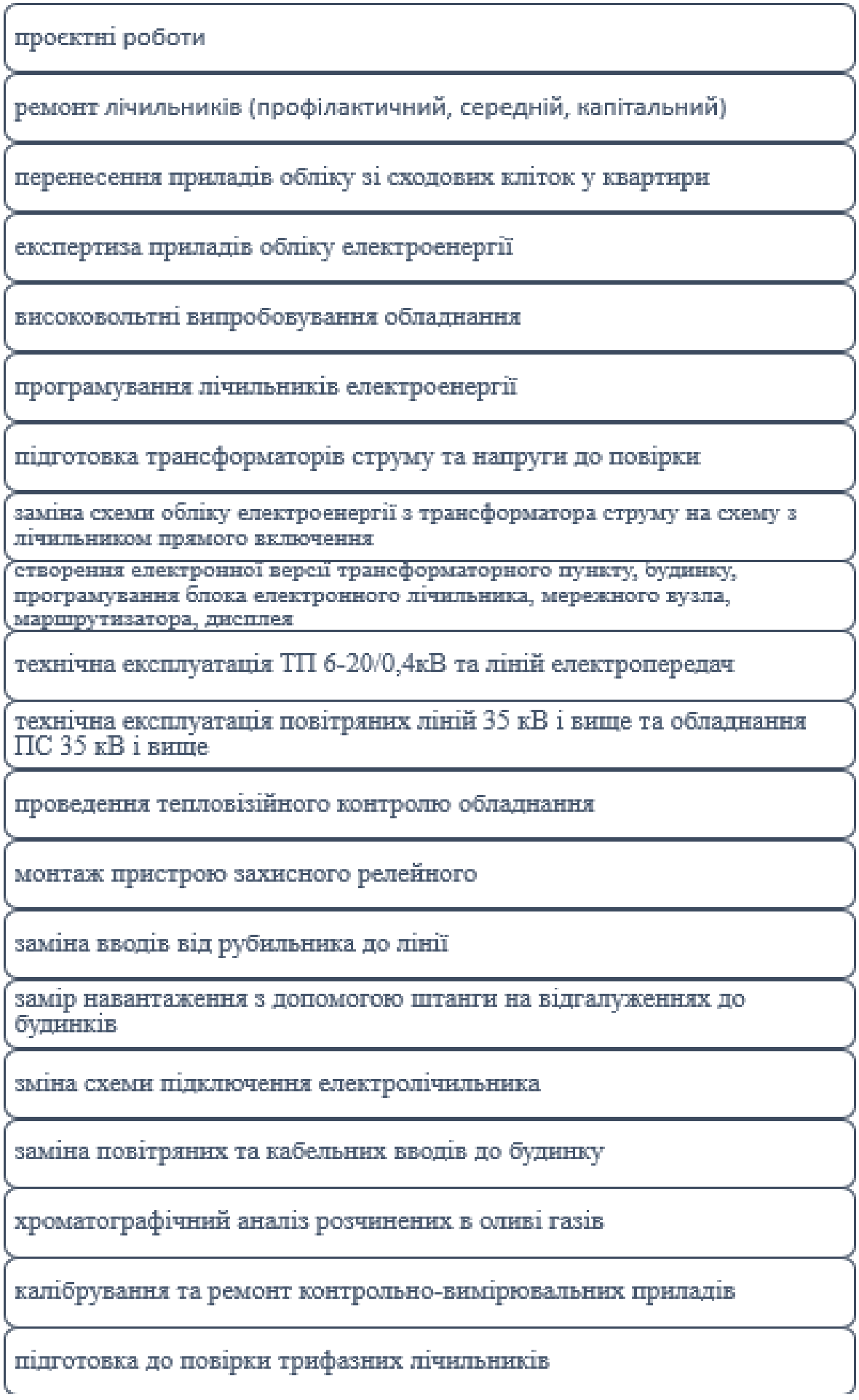


Рис. 1.5. Заходи з підвищення рівня електромереж

Також ПАТ Дніпрообленерго пропонує широкий спектр послуг:

- послуги з перевезення;
- підвищення кваліфікації кадрів;
- забезпечує харчування працівників;
- забезпечує безпеку та контроль за допомогою опломбування.

1.4. Аналіз технологічного процесу ремонту електроустаткування

Електроустаткування може ремонтуватися як на місці його експлуатації, так і в спеціалізованих сервісних центрах. Поточні ремонти, що не потребують значних зусиль та спеціального обладнання, виконуються виїзними бригадами на місці встановлення. Для складніших робіт, що потребують демонтажу та транспортування електроустаткування, використовується пункт технічного обслуговування або майстерня. Згідно з Правилами експлуатації та ремонту електроустановок (ППРЕ), до поточного ремонту електродвигуна належать такі роботи:

1. Очищення (видалення пилу та бруду з корпусу, обмоток та інших компонентів електродвигуна).

2. Від'єднання (від'єднання електродвигуна від електромережі та заземлення).

3. Демонтаж та розбирання (зняття електродвигуна з робочого місця та розбирання на окремі частини).

4. Очищення обмотки (видалення пилу, бруду, масла та інших забруднень з обмоток електродвигуна).

5. Діагностика обмотки (вимірювання опору ізоляції обмоток, сушка обмоток, якщо це необхідно).

6. Обслуговування підшипників (промивка підшипників електродвигуна, перевірка стану підшипників, заміна підшипників, якщо це необхідно).

7. Ремонт або заміна пошкоджених компонентів (ремонт або заміна пошкоджених вивідних проводів обмотки, ремонт або заміна клемної панелі, ремонт або заміна коробки виводів).

8. Збирання електродвигуна (збирання електродвигуна з нових або відремонтованих компонентів).

9. Змащення підшипників (змащення підшипників електродвигуна відповідним мастилом).

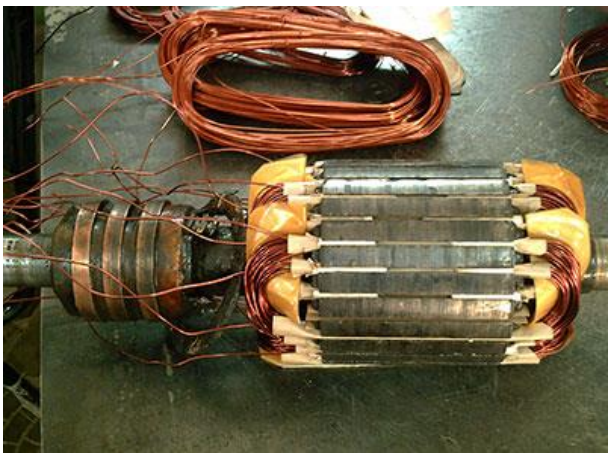
10. Випробування на холостому ходу (випробування електродвигуна без навантаження для перевірки його працездатності).

11. Фарбування (фарбування корпусу електродвигуна для захисту від корозії).

12. Установка та випробування під навантаженням (монтаж електродвигуна на робоче місце, випробування електродвигуна під навантаженням для остаточної перевірки його працездатності).

13. Центрування (центрування валу електродвигуна з валом робочої машини).

Робочі процеси ремонту електродвигунів наведено на рис. 1.6.



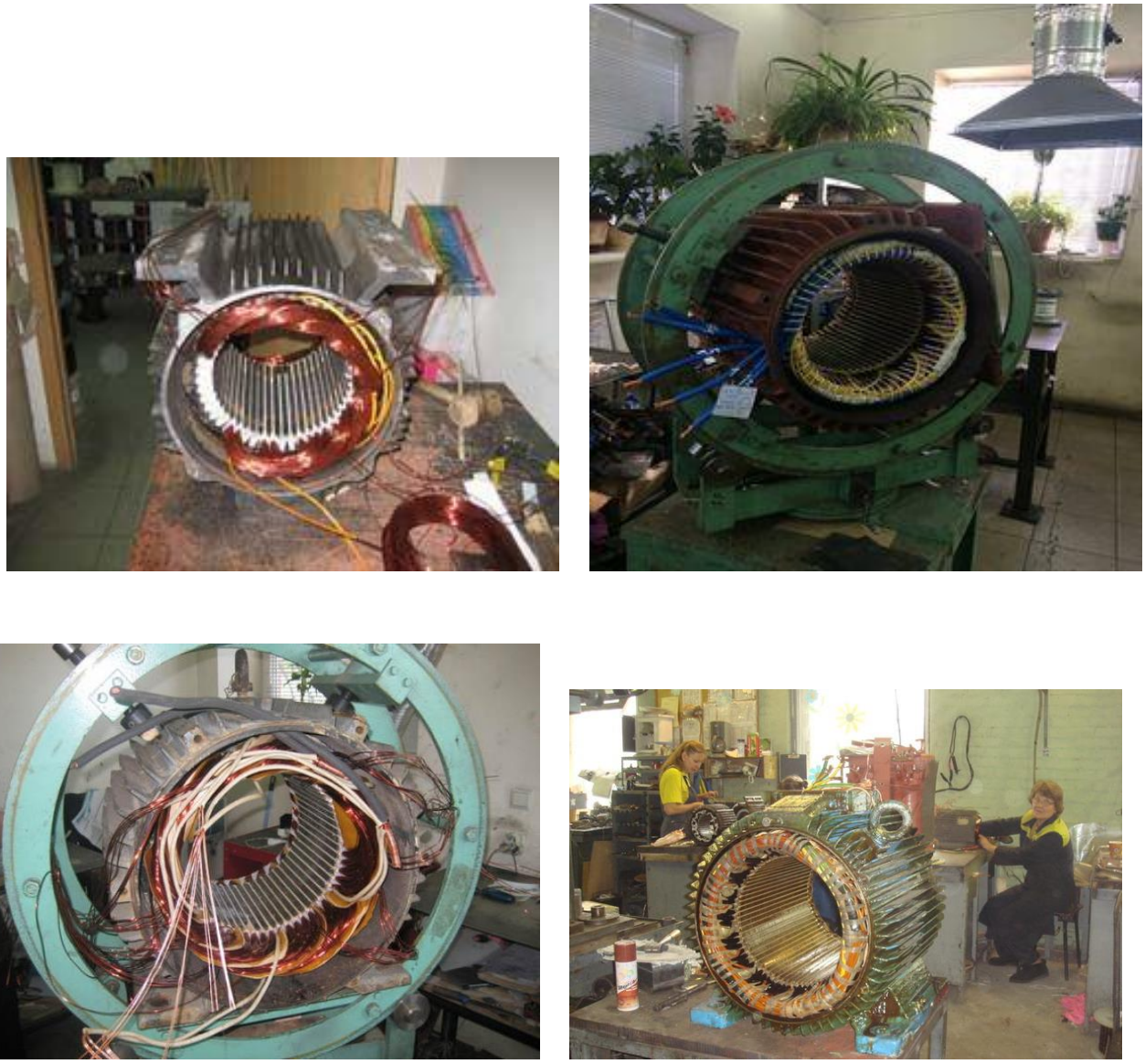


Рис. 1.6. Елементи технологічного процесу ремонту електричних машин

Система Правил експлуатації та ремонту електроустановок (ППРЕ) має ряд недоліків, пов'язаних з визначенням періодичності обслуговування та ремонту електродвигунів. Наприклад, вона не враховує вплив режиму роботи електродвигуна на його знос та старіння ізоляції обмотки, не враховує термін експлуатації, тобто, новий двигун і двигун, який вже багато років працює, матимуть однакову періодичність обслуговування, що не завжди відповідає дійсності, не регламентує ТО і ТР після капремонту/модернізації, а також недооцінює роль діагностики та можливості модернізації.

Тільки за допомогою діагностики можна визначити реальний стан електродвигуна та його потребу в обслуговуванні або ремонті. Модернізація

може значно підвищити надійність та енергоефективність двигуна, що може заощадити кошти в довгостроковій перспективі.

Як правило, завод, виготовляючи електродвигуни, застосовує дворазову пропитку первинної та вторинної обмоток. Але іноді ця технологія застосовується не в повному обсязі, що призводить до зниження надійності двигунів. Якщо застосувати не дворазове, а вже триразове просочення пропитки електродвигуна – то це буде найпростіша модернізація.

1.5. Обґрунтування теми дипломного проекту

Як зазначалось раніше підприємство має потужну ремонту базу, обладнання хоча і застаріле, але має роботоздатний стан і може виконувати свої функції.

Підприємство займається ремонтами ліній електропередач, трансформаторних підстанцій та іншої апаратури, а такий напрямок як ремонт електродвигунів, ремонт трансформаторів в умовах підприємства майже не проводиться.

Хоча підприємство володіє всіма можливостями для виконання такого виду ремонту він все одно не виконується, а якщо і виконується то разово.

Тому метою дипломного проекту є розробка дільниці з ремонту електродвигунів.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- розробити технологічний процес ремонту агрегатів з чітким розмежуванням по видам робіт;
- розрахувати програму ремонту та трудомісткість;
- розрахувати кількість робітників;
- визначити та відібрати обладнання для ремонту;
- визначити засоби технічного забезпечення;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки життєдіяльності;
- визначити техніко-економічну доцільність проекту.

2. ПРОЕКТУВАННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ ДІЛЬНИЦІ З РЕМОНТУ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

2.1. Технологічний процес ремонту

Технологічний процес розглянемо на прикладі ремонту електродвигунів. При капітальному ремонті електродвигун розбирають повністю, перемотують обмотки (статора, ротора, полюсів, якоря), ремонтують колектор і ізоляційні манжети з наступною проточкою й продорожуванням колектора, контактні кільця, підшипники, вали, вентилятори, зварювання підшипникових щитів і інші слюсарно-механічні роботи [6]. Схему технологічного процесу наведено на рис.2.1.

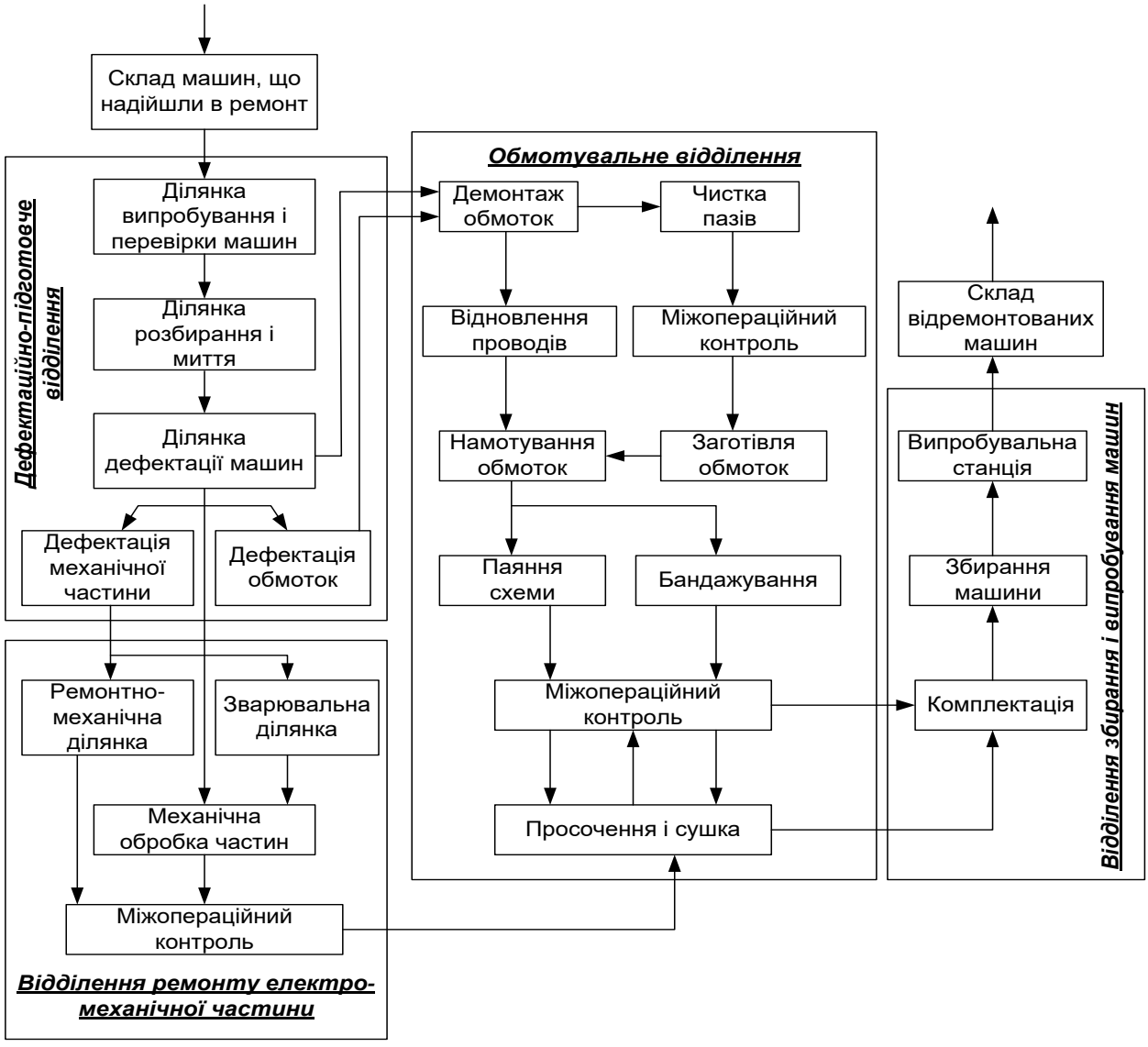


Рис. 2.1 - Схема технологічного процесу

Зовнішній огляд. Електричні двигуни, що потрапили в ремонт, повинні бути ретельно очищені від бруду й пили й підданий ретельному огляду на наявність тріщин у корпусі й підшипникових щитах.

Ремонтування підшипникових щитів включає виправлення різних видів пошкоджень, а саме, найчастіше зустрічаються тріщини, які потребують заварювання. Дрібні тріщини у щитах можна виправити шляхом зварювання.

У разі ***пошкоджень валів***, їх може бути кілька видів: зігнутість, пошкодження поверхні шийок, зношеність, конусність або овальність шийок. Зігнуті вали можна виправити за допомогою гвинтового пресу. Дрібні подряпини, вм'ятини або шорсткості на поверхні шийок валу можна видалити шліфуванням та поліруванням вручну або за допомогою верстату. Якщо внаслідок механічної обробки діаметр шийок валу зменшується, його можна відновити за допомогою металізації, а потім провести обробку.

Ремонт підшипників ковзання, в основному, полягає в заміні зношених втулок або вкладишів. Для цього стару заливку виплавляють у спеціальній електричній печі, а потім поверхню вкладиша протравлюють кислотою і лудять, щоб забезпечити кращу адгезію нової заливки до вкладишів. Для заливки часто використовують бабіт Б16, який розплавляють у спеціальному тиглі.

Самий передовий метод заливки - відцентровий, що прискорює процес і забезпечує щільну структуру металу, не потребуючи великих припусків. Відцентрову заливку можна виконати на звичайному токарному верстаті за допомогою спеціального пристосування. Спочатку підготовлюють внутрішню поверхню вкладиша, потім скріплюють обидві його половини хомутами і нагрівають до температури 150…200 °С. Потім нагрітий вкладиш затискають в планшайбі токарного верстата так, щоб його вісь збігалася з центром планшайби. Після включення верстата перевіряють точність установки. Підготовлюють необхідну кількість розплавленого бабіту і заливають його через воронку під час обертання вкладиша. Завдяки відцентровій силі рідкий бабіт рівномірно розподіляється по внутрішній поверхні вкладиша. Після заливки обертання вкладиша продовжують для повного затвердіння бабіту. За

цим методом можна обмежити припуск на обробку бабіту до 2…2,5 мм на сторону.

Ремонтування підшипників кочення зазвичай не включає ремонт шарикових або роликових підшипників. При зносі робочих поверхонь кілець та тіл кочення підшипники зазвичай замінюють новими. Підшипник вважають зношеним, якщо зазор між кулькою (роликом) і обоймою перевищує такі значення: 0,1 мм - для валів діаметром до 80 мм і 0,3 мм - для валів діаметром більше 80 мм. Новий підшипник підбирають за номером старого або порівнюють їх розміри.

Щодо ***ремонту колектора і щіткотримачів***, незначні обгари колекторних пластин можна виправити шляхом обточування поверхні колектора і шліфуванням скляною шкіркою. Щоб уникнути утворення задирок між колекторними пластинами, колектор обточують різцем з твердого сплаву при високих швидкостях різання.

Під час експлуатації машини мідні пластинки поступово зношуються. Щоб запобігти порушенню контакту щіток з колектором через виступання ізоляційних прокладок, які виготовляються з твердого міканіту, їх ізоляцію зазвичай фрезерують на глибину приблизно 1 мм від поверхні пластин. Цей процес, відомий як продорожування колектора, здійснюється за допомогою полотна ножівки, закріпленої в рукоятці або спеціального пристосування з обертовими фрезами. Після продорожування непотрібних матеріалів, задирки піддають обробці трикутним напилком під кутом 45°.

У щіткотримачах часто виникають такі несправності: знос внутрішньої поверхні обойми через вібрацію щітки, оплавлення щіткотримачів, розслаблення пружини або пошкодження щіткового канатика.

Ремонт щіткотримачів включає в себе виправлення обойми, заміну канатика і підтягування контактів. При встановленні несправних щіток їх поверхню слід притерти до колектора за допомогою поперемінного перетягування наждачної шкірки за правий і лівий кінці. При цьому колектор залишається нерухомим.

Натиск окремих щіток на колектор не повинен відрізнятися більш ніж на 10% від середнього значення, оскільки це може призвести до нерівномірного зносу колектора і підвищеного нагріву щіток з більшим натиском. Ослаблення нажимних пружин у щіткотримачах відбувається під час роботи, і причиною може бути струм, який проходить через пружину або поганий контакт між наконечниками струмопровідних проводів щітки та брекетом або їх обрив. Глибокі обгари, кільцеві канавки та нерівномірна робоча поверхня колектора усуваються за допомогою проточки колектора, що вимагає зняття мінімального шару міді для отримання рівної поверхні. Колектори малих і середніх машин проточуються на токарних верстатах, а колектори крупних машин - при обертанні якоря у власних підшипниках, використовуючи спеціальні супорти, які встановлюються на траверсі або щиті після зняття частини щіткотримачів.

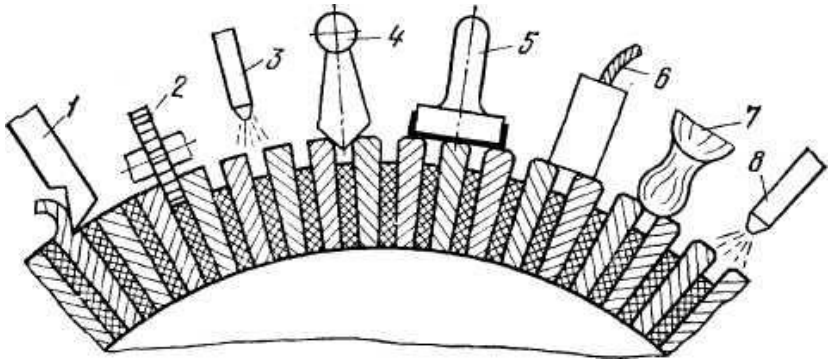


Рис.2.2. Етапи обробки робочої поверхні колектора:

1 - точіння, 2 - проточування, 3, 8 - продування стислим повітрям, 4 - зняття фасок, 5 - шліфування та полірування, 6 - притирання щіток, 7 - чищення дрантям.

Досягнення високої чистоти поверхні колектора забезпечується за рахунок остаточної обробки діамантовими різцями. Ця операція виконується при малій глибині різання та незначних подачах (0,02-0,05 мм/об), а також при високих швидкостях різання (200-100 м/хв). Важливо, щоб частота обертання під час обробки не перевищувала номінальну частоту обертання верстата, а якір був ретельно відбалансований для уникнення небажаних вібрацій і забезпечення точності обробки.

Після виконання проточки, колектор піддається шліфуванню дрібнозернистою скляною шкіркою та подальшому поліруванню для досягнення необхідної гладкості поверхні. Для процесу шліфування використовується спеціальне пристосування, в якому шкірка закріплюється на увігнутій поверхні дерев'яної колодки. Це пристосування встановлюється в супорт токарного верстата, де пружина забезпечує постійний тиск колодки на колектор, що гарантує рівномірність обробки та високу якість шліфування.

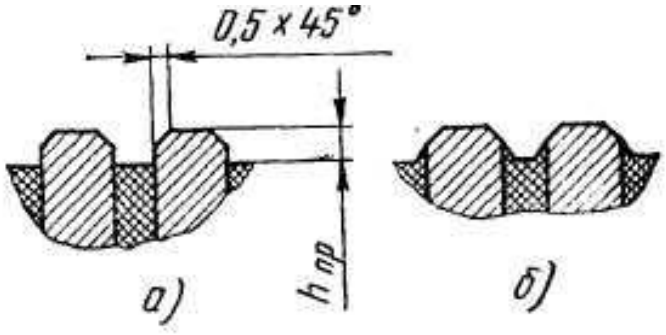


Рис.2.3. Вірне (а) й невірне (б) продорожування колектора

Шліфування проводять також за допомогою точильного бруска, який встановлюється в супорт токарного верстата як різець. Цей метод використовується для усунення неглибоких пошкоджень на поверхні колектора. Ізоляцію між пластинами, яка зношується і пошкоджується в процесі експлуатації та проточок, випилюють (продорожують) на задану глибину h пр (рис. 2.3 а), при цьому знімають фаски на краях пластин. Цю операцію виконують під час поточного ремонту спеціальною пилою.

Глибина продорожування залежить від розмірів машини: для малих машин вона складає від 0,5 до 0,8 мм, для середніх - від 1 до 1,5 мм, а для великих - до 2 мм. Видаляти ізоляцію на більшу глибину недоцільно, оскільки в глибоких канавках може накопичуватися щітковий пил, що призведе до короткого замикання колекторних пластин.

Переносні пристрої для продорожування дозволяють механізувати цей трудомісткий процес, роблячи його більш ефективним та точним. Ізоляцію між пластинами видаляють за допомогою дискової фрези, яка розташована в робочій частині спеціального пристрою. Фреза приводиться в обертання електродвигуном з редуктором через карданний або гнучкий вал. Для зручності

кнопка включення і відключення електродвигуна розміщена в правій рукоятці робочої частини, а магнітний пускач встановлений на електродвигуні.

Робоча частина пристрою оснащена метричною шкалою, яка дозволяє точно встановлювати дискову фрезу залежно від товщини колекторної пластини. Також є концентричний затиск, що дозволяє регулювати глибину продорожування. Ширина фрези підбирається в залежності від товщини ізоляції між колекторними пластинами.

Перед початком роботи електродвигун необхідно заземлити і підключити до мережі. За допомогою каретки і рухомих опор встановлюється необхідна глибина продорожування, а робоча частина пристрою налаштовується відповідно до товщини колекторної пластини.

Першу ізоляційну прокладку видаляють вручну. Потім робочу частину пристрою вставляють направляючим ножем у продорожену канавку, вмикають електродвигун і переміщують робочу частину вздовж колектора, щоб видалити другу ізоляційну прокладку. Після зупинки електродвигуна кнопкою, ніж встановлюють у щойно вибрану фрезою канавку і продовжують продорожувати наступну прокладку.

Використання переносного пристрою знижує трудові витрати на продорожування колектора в чотири рази порівняно з ручним видаленням ізоляції і значно підвищує якість виконання цієї операції, тому цей метод широко застосовується при ремонті електричних машин.

Для безпеки при виконанні продорожування за допомогою пристрою необхідно носити захисні окуляри, а рукави одягу зав'язувати на кистях рук. Фреза повинна обертатися за годинниковою стрілкою, якщо дивитися з боку лівої рукоятки, і напрям обертання вказаний на корпусі пристрою. Перед початком роботи потрібно перевірити правильність напряму обертання фрези та надійність її кріплення.

Для продорожування також використовують пневматичні пристосування. В таких пристроях приводом слугує пневматична дриль, яку вбудовують безпосередньо в робочу частину пристрою, що дозволяє відмовитися від карданного валу. Поряд із фрезою, на відстані, рівній товщині пластини,

встановлюється направляючий диск. Упори з текстоліту забезпечують стійке положення пристрою при його переміщенні уздовж колектора за допомогою рукояток. Гайки з накаткою дозволяють регулювати глибину урізування фрези, переміщуючи упори.

Першу прокладку видаляють вручну, щоб встановити між пластинами направляючий диск.

У разі великої кількості колекторних пластин, трудомістку операцію продорожування в умовах електроремонтного цеху виконують на спеціальних верстатах.

Для ремонту обмоток якоря спочатку знімають шарикопідшипник за допомогою гвинтового знімача, потім видаляють внутрішню кришку підшипника. Далі, вкрутивши в сталеву втулку вентилятора шпильки знімача, знімають вентилятор, таким чином отримуючи доступ до обмотки якоря.

Щоб замінити конденсатори, спочатку знімають кришку коробки затискачів. Відвернувши болти, що кріплять дошку до підшипникового щита, витягують дошку разом із конденсаторами з коробки.

При розбиранні синхронних електричних машин спочатку від'єднують проводи, що з'єднують збудник із щітковим апаратом. Потім відвертають гайку стопорного гвинта, що кріпить підшипниковий щит до капсули роликового підшипника, і викручують стопорний гвинт на 3-4 оберти. Після цього відвертають болти, що кріплять підшипниковий щит до станини, і виводять задній підшипниковий щит з розточення станини за допомогою віджимних болтів, знімаючи його з капсули підшипника.

Далі відвертають болти, що кріплять передній підшипниковий щит до станини, і виводять його з розточення станини за допомогою віджимних болтів. Після цього ротор опускають на статор, попередньо підклавши під ротор аркуш картону, щоб запобігти пошкодженню при контакті з поверхнею статора.

Після цього зрушують підшипниковий щит разом зі станиною збудника з капсули підшипника і витягують ротор синхронної машини разом з якорем збудника зі статора машини в бік вентилятора.

Якщо виникає потреба зняти вентилятор, відзначають його положення відносно втулки, щоб під час зворотного складання встановити його на попереднє місце, не порушуючи балансування ротора. Потім відвертають болти, що кріплять чашку вентилятора до втулки, і знімають вентилятор. Положення втулки вентилятора на валу також відзначають, після чого відвертають стопорний болт і знімають втулку з вала за допомогою гвинтового знімача.

При заміні переднього підшипника синхронної машини спочатку знімають з вала якір збудника з колектором, захоплюючи його за вирізи в торці втулки, попередньо відвернувши гайку на кінці вала. Далі викручують гвинти, що скріплюють кришки шарикопідшипника з капсулою, і знімають капсулу разом із зовнішньою кришкою підшипника. Після цього видаляють з вала контактні кільця і знімають підшипник.

Під час розбирання ротора синхронних машин з явнополюсною конфігурацією, спочатку виконують зняття з'єднань між котушками полюсів, а також відвертання гвинтів, які фіксують полюси до втулки. Потім видаляють полюси разом із котушками. До початку цього процесу розбирання рекомендується пронумерувати полюси та позначити на втулці їх місця кріплення, щоб уникнути порушення балансу ротора.

Часто під час ремонту синхронних машин виникає необхідність розбирати та відновлювати полюсну систему збудника. Для вилучення полюсів збудника, спочатку відвертають гвинти, які закріплюють полюси до станини. Після цього, після видалення котушок, вибирають траверсу із щіткотримачами зі станини, перед цим відзначивши її положення. Зрушення траверси з первісного положення під час складання може спричинити значне іскріння під щітками під час роботи збудника. Під час розбирання електричних машин важливо уникати пошкоджень справних обмоток, колектора, щіткового апарату, вентилятора та інших їх елементів.

Всі справні компоненти, вилучені під час розбирання, слід зберігати для подальшого використання.

При включенні електричних машин з ушкодженими обмотками на ремонт, демонтаж обмоток проводять після розбирання машини, використовуючи спеціальні пристосування та верстати.

При розбиранні машини важливо врахувати можливість відновлення та повторного використання проводів пошкодженої обмотки.

Ушкоджені обмотки статорів, роторів та якорів електричних машин видаляють шляхом безполум'яного випалювання ізоляції в спеціальних печах при температурі 350-400° С, а потім витягують проводи або стрижні з пазів сердечників або розрізають лобові частини обмотки з одного боку і витягують її вроздріб з протилежної сторони за допомогою спеціальних пристосувань для висмикування обмоток. Важливо зауважити, що цей метод не можна застосовувати до стрижневих обмоток.

При ремонті роторів зі стрижневими обмотками мідні стрижні ушкодженої обмотки, як правило, використовують повторно, тому стрижні з пазів виймають таким чином, щоб зберегти кожний стрижень і після відновлення ізоляції укласти його в той же паз, у якому він перебував до розбирання. Для цього роблять ескіз ротора і роблять записи по наступних елементах обмотки:

- бандажам - числу й розташуванню бандажів, витків і шарів бандажного дроту, діаметру бандажного дроту, числу скріпок (замків). і шарів, матеріалу подбандажної ізоляції;

- лобовим частинам - довжині вильотів, напрямку вигину стрижнів, кроку обмотки (передній і задній), переходам (перемичкам), до пазів яких встановлюються початки й кінці фаз;

- пазовим частинам - розмірам стрижня (ізольованого й неізольованого), довжині стрижня в межах паза й повній довжині прямолінійної ділянки;

- ізоляції - матеріалу розмірам і числу шарів ізоляції, із вилучених з пазів стрижнів, пазовій коробочці, прокладкам у пазу, у лобових частинах, виконанню ізоляції обмоткотримача і т. д.

- балансувальним вантажам - числу й розташуванню балансувальних вантажів;

- схемі - ескізу повної схеми обмотки з нумерацією пазів і вказівкою її відмінних рис.

Ці ескізи й запис особливо ретельно повинні бути зроблені при ремонті машин старих конструкцій.

Сушіння й просочення обмоток. Застосовувані в обмотках деякі ізоляційні матеріали (електрокартон і ін.) здатні вбирати вологу, що втримується в навколишньому середовищі. Такі матеріали називають гігроскопічними. Наявність вологи в електроізоляційних матеріалах перешкоджає глибокому проникненню просочувальних лаків у пори й капіляри ізоляційних деталей при просоченні обмотки, тому перед просоченням обмотки сушать.

Сушіння обмоток статорів, роторів до просочення проводиться в спеціальних печах при 100-120 °С [8]. Останнім часом сушіння обмоток (до просочення) стали робити інфрачервоними променями, джерелами яких є спеціальні лампи розжарювання. Ці лампи відрізняються від звичайних ламп розжарювання тим, що на їхній внутрішній поверхні є відбивний шар, що сприяє великий віддачі й рівномірному розподілу теплоти.

Просушені обмотки просочують у спеціальних просочувальних ваннах, установлюваних в окремому приміщенні обладнаному приточно-витяжною вентиляцією й оснащеному необхідними засобами пожежогасіння.

Просочення здійснюється зануренням частин електричної машини у ванну, заповнену лаком, тому розміри ванни повинні бути розраховані на габарити ремонтованих машин. Ванни (просочення статорів і роторів великих електричних машин обладнані пневмоважільним механізмом, що дозволяє поворотом рукоятки розподільного крана плавно й без зусиль відкривати закривати важку кришку.

Для просочення обмоток застосовують масляні, масляно-бітумні й поліефірні просочувальні лаки, а в особливих випадках кремній-органічні лаки. Просочувальні лаки повинні мати малу в'язкість із гарною проникаючою здатністю, що забезпечує глибоке проникнення в усі пори ізоляції, що просочується, у лаку не повинно бути речовин, що виявляють; шкідливий

вплив на проведення й ізоляцію обмотки, а також вони повинні тривалий час протистояти впливу робочої температури, втрачаючи при цьому ізолюючих властивостей.

Обмотки електричних машин просочують один, два або три ази залежно від умов Їх експлуатації, вимог електричної міцності, навколишнього середовища, режиму роботи і т. д. Просочення обмоток безупинно перевіряють в'язкість і густоту у ванні, тому що розчинники лаків поступово улетучуються й лаки густіють. При цьому сильно знижується їхня здатність поникати в ізоляцію проводів обмотки, розташованих у пазах сердечника статора або ротора. Особливо вона знижується в густому лаку при щільному укладанні проводів у пазах. Недостатня ізоляція обмоток за певних умов може привести до пробою їх ізоляції й аварійному виходу електричної машини з ладу.

Обмотки, як правило, просочують лаками БТ-980, БТ-987, ВТ-988 і ін. [6, 7, 8]. При швидкісних ремонтах і в аварійних випадках обмотки просочують і покривають швидковисихаючим лаком повітряного сушіння, К-961П, який висихає при 20°С протягом 4-5 год і створює плівку, що володіє значною вологостійкістю й високою ізолюючою здатністю.

Складання електродвигунів.

1. За допомогою кран-балки або вручну, якщо дозволяє вага вставити ротор у статор. Надягти на вал ротора із двох сторін підшипники.

2. Вставити підшипниковий щит з боку привода й закріпити його гайками.

3. Вставити фланець у розточення підшипникового щита й закріпити його.

4. Перевірити обертання ротора від руки.

5. На задню частину двигуна надягти вентилятор і закріпити його.

6. Надягти кожух вентилятора й закріпити його.

7. Перевірити обертання ротора вручну, а потім при підведеній напрузі.

8. На двигуні закріпити паспорт.

Випробування після ремонту. Електричні машини після капітального ремонту повинні зазнати приймально-здавальних випробувань.

Вимір усіх величин (електричних), крім опору ізоляції й опору обмоток при постійному струмі для електричних машин до 100 кВт можуть проводитися електровимірювальним приладом класу 1,5 вимір опору обмоток при постійному струмі повинен проводитися приладами класу точності не нижче 0,5, опору ізоляції – приладом класу точності не нижче 2,5.

Випробування й перевірку зібраної після ремонту машини проводять у наступній послідовності:

1. Виміряти опір ізоляції обмоток статора щодо корпуса й між фазами й опір ізоляції обмоток ротора щодо корпуса.

Опір ізоляції обмоток (МОм) потрібно виміряти в холодному стані (температура обмотки не повинна відрізнятися від температури навколишнього середовища більш, ніж на 3℃). Для того, щоб температура обмотки рівнялася температурі навколишнього середовища або була близька до неї, необхідно витримати двигун у неробочому стані протягом 5…8 годин [6].

2. Виміряти опір обмоток постійному струму методом вольтметра-амперметра. При цьому:

а) сила постійного струму не повинна перевищувати 20 % номінального струму машини,

б) температура обмотки не повинна відрізнятися від температури навколишнього середовища більш, ніж на 3℃,

в) якщо обмотку можна роз'єднати, то необхідно виміряти опір кожної фази.

При з'єднанні трьох фаз усередині електродвигуна в зірку необхідно виміряти опір двох послідовно з'єднаних фаз між кожною парою вивідних кінців.

При з'єднанні трьох фаз усередині електродвигуна в трикутник повинне бути обмірюваний опір між кожною парою вивідних кінців.

При контрольних випробуваннях досить зробити один вимір для кожного ланцюга. Опори обмоток окремих фаз повинні відрізнятися друг від друга не більш, ніж на 3 %.

3. Дослідження на трансформацію після ремонту проводять для виявлення несправностей в обмотках статора й ротора й випробування виткової ізоляції обмоток у двигунах з фазним ротором.

4. Дослідження холостого ходу проводять при номінальній синусоїдальній і практично симетричній напрузі. При цьому визначають струм холостого ходу й втрати потужності холостого ходу.

Дослід холостого ходу потрібно проводити в наступному порядку:

а) перевірити наявність змащення в підшипниках,

б) зібрати схему,

в) закоротить обмотку ротора, подати живлення через індукційний регулятор і підтримувати номінальна напруга,

г) перевірити нагрівання підшипників при роботі двигуна,

д) перевірити роботу змащувального кільця в підшипниках ковзання,

е) перевірити осьовий зсув ротора (на холостому ходу підшипника) і визначити осьовий розбіг при обертовому валу. Ротор працюючого двигуна повинен зміщатися в обидва боки приблизно однаково,

ж) виміряти підведені лінійні напруги (вони повинні бути рівні номінальним), струм статора в кожній фазі, спожиту потужність і частоту обертання.

5. Дослідження короткого замикання після ремонту дозволяє визначити стан струмових ланцюгів статора й ротора. Збільшені втрати короткого замикання вказують на дефекти при виконанні схеми обмотки.

Дослідження короткого замикання потрібно проводити при замкненому й загальмованому роторі в наступному порядку:

а) установити мінімальна напруга на виході індукційного регулятора,

б) зібрати схему й вмикати двигун у мережу, попередньо загальмувавши ротор,

в) підвищувати напруга індукційним регулятором до встановлення у фазі статора номінального струму.

6. Відповідно до ДСТУ, випробуванню електричної міцності корпусної ізоляції потрібно по черзі піддавати кожне електричне коло. Під час

цього процесу один полюс джерела іспитової напруги повинен бути підключений до виводу випробовуваної фази, а інший - до заземленого корпуса електричної машини. При цьому до корпусу машини підключаються інші, що не беруть участь у випробуваннях, на час проведення іспитів.

Випробувальну напругу не можна прикладати миттєво. Стандарт вимагає, щоб іспитування починалося з напруги, яка не перевищує 30% від кінцевого значення, і піднімання напруги від половини до повного значення мало б тривати не менше 10 секунд. Результати тестів вважаються задовільними, якщо під час проведення випробувань не відбувається пробиття ізоляції.

2.2. Розрахунки річної програми електроремонтного цеху

Розрахуємо час роботи у проміжку між капітальним $T_{пл}$, та поточним $t_{пл}$, ремонтами

Час робіт між ремонтами ремонтами [9]:

$$T_{пл} = T_{табл} \cdot \beta_k \cdot \beta_p \cdot \beta_u \cdot \beta_o \cdot \beta_c, \quad (2.1)$$

$$T = \cdot \beta_k \cdot \beta_p \cdot \beta_u \cdot \beta_o' \cdot \beta_c. \quad (2.2)$$

де $\beta_к$ – коефіцієнт, що побічно враховує реальний характер навантаження - для електричних машин, = 1;

$\beta_р$ – коефіцієнт враховуючий змінність роботи машини й обумовлений числом змін,= 2,= 1;

β_0 - коефіцієнт для електричних машин, віднесених до допоміжного устаткування, $\beta_0 = 0{,}85, \beta_0' = 0{,}7$;

β - коефіцієнт використання, обумовлений залежно від відношення фактичного коефіцієнта $К_{ф.с.}$ попиту до нормованого $К_с$, $\beta_u = 0{,}8$;

$\beta = 1$ для електричних машин, установлених на стаціонарних установках.

$$T_{пл} = 16 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}85 \cdot 1 = 10{,}88 \text{ міс}$$

$$t_{пл} = 9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}7 \cdot 1 = 5{,}04 \text{ міс.}$$

$$T_{пл} = {}^{10{,}88}/_{12} = 0{,}9 \text{ року}$$

$$t_{пл} = {}^{5{,}04}/_{12} = 0{,}42 \text{ року}$$

2.3. Визначення трудомісткості ремонту й чисельності ремонтного персоналу

Розрахуємо кількість електромашин [9, 10]:

$$a_{i\,КР} = {}^{A_i}/_{T_i}, \tag{2.3}$$

$$a_{i\,тр} = {}^{A_i}/_{T_i}, \tag{2.4.}$$

де A_i – кількість електричних машин у кожній групі, шт.;

T_i – середня тривалість капітального ремонтного циклу в рік;

t_i – середня тривалість поточного ремонтного періоду в рік.

Розраховуємо число електромашин, для груп електродвигунів з Р = 0,55 кВт, n = 3000 хв -1.

$$a_{0{,}55\,КР} = {}^{46}/_{0{,}9} = 51{,}1 \quad \text{машин}$$

$$a_{0{,}55\,ТР} = {}^{46}/_{0{,}42} = 109{,}5 \text{ машин}$$

Для інших груп електродвигунів розрахунки аналогічний і наведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Кількісний склад електромашин які підлягають ремонту в області

Потужність ел.двигуна Р, кВт	Число обертів двигунів n, $хв^{-1}$	Кількість машин, що проходять капітальний ремонт $a_{КР}$, шт.	Кількість машин, що проходять поточний ремонт $a_{ТР}$, шт.
1	2	3	4
Для електродвигунів з n=3000 об/хв			
0,55		51,1	109,5
0,75		52,2	111,9
1,10		53,3	114,3
1,50		54,4	116,7
2,20		55,6	119,1
3,00		56,7	121,4
4,00		57,8	123,8
5,50		58,9	126,2
7,50		60,0	128,6
11,0		61,1	130,9
15,0		62,2	133,9
18,5		63,3	135,7
22,0		64,4	138,1
30,0		65,6	140,5
37,0		66,7	142,9
Для електродвигунів з n=1500 об/хв			
0,55		66,7	142,9
0,75		65,6	140,5
1,10		64,4	138,1
1,50		63,3	135,7

2,20		62,2	133,9
3,00		61,1	130,9
4,00		60,0	128,6
5,50		58,9	126,2
7,50		57,8	123,8
11,0		56,7	121,4
15,0		55,6	119,1
18,5		54,4	116,7
22,0		53,3	114,3
30,0		52,2	111,9
37,0		51,1	109,5
Для електродвигунів з n=1000 об/хв			
0,55		40,0	85,7
0,75		41,1	88,1
1,10		42,2	90,5
1,50		43,3	92,9
2,20		44,4	95,2
3,00		45,6	97,6
4,00		46,7	100,0
5,50		47,8	102,4
7,50		48,9	104,8
11,0		50,0	107,1
15,0		51,1	109,5
18,5		52,2	111,9
22,0		53,3	114,3
30,0		54,4	116,7
37,0		55,6	119,1
Для електродвигунів з n=750 об/хв			
0,55		55,6	119,1
0,75		54,4	116,7

1,10		53,3	114,3
1,50		52,2	111,9
2,20		51,1	109,5
3,00		50,0	107,1
4,00		48,9	104,8
5,50		47,8	102,4
7,50		46,7	100,0
11,0		45,6	97,6
15,0		44,4	95,2
18,5		43,3	92,9
22,0		42,2	90,5
30,0		41,1	88,1
37,0		40,0	85,7
Разом:		3200,0	6857,1

Визначимо загальну кількість електромашин, які ремонтуються на протязі року [8]:

$$a_P = \sum a_{i\,KP} + \sum a_{i\,TP}. \quad (2.5)$$

$$a = 3200{,}0 + 6857{,}1 = 10057{,}1 \text{ машин}.$$

Але це кількість машин, що є у наявності у споживачів і звісно вони самі вирішують де ремонтувати агрегати. Так за даними підприємства, кількість власних агрегатів, що проходять ремонт становить 1023 шт. і можна розраховувати на 20 % від усієї кількості машин

Таким чином ми можемо розраховувати мінімум на 20…25 % від загального числа агрегатів.

2.4. Визначення трудомісткості ремонту

Розрахуємо об'єм ремонтів, які виконуються на протязі року [8]:

$$M_i = M_{i\ баз} \cdot K_n, \tag{2.6}$$

$$Mm_{i\ баз} \cdot K_n \tag{2.7}$$

де $M_{ібаз,}m_{ібаз}$ – норми трудомісткості для капітального й поточного ремонту відповідно, люд.·год.

K_n - коефіцієнт, що враховує частоту обертання електродвигунів. Значення K_n залежно від частоти обертання наведені в таблиці Б додатків.

Визначимо трудомісткість капітального М і поточного m ремонтів для груп електродвигунів з Р = 0,55 кВт, n = 3000 хв$^{-1}$:

$$M_{0,55} = 11 \cdot 0,8 = 8,8$$

$$M = 20,8 = 1,6$$

Для інших груп електродвигунів розрахунки аналогічні і наведено в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Трудомісткість капітального М і поточного m ремонтів для електродвигунів

Потужність Р, кВт	Число обертів двигунів n, хв$^{-1}$	Трудомісткість капітального ремонту М, люд.·год.	Трудомісткість поточного ремонту m, люд.·год.
1	2	3	4
Для електродвигунів з n=3000 об/хв			
0,55		8,8	1,6
0,75		8,8	1,6

1,10		9,6	1,6
1,50		9,6	1,6
2,20		10,4	2,4
3,00		10,4	2,4
4,00		12,0	2,4
5,50		12,0	2,4
7,50		16,0	3,2
11,0		21,6	4,8
15,0		21,6	4,8
18,5		25,6	5,6
22,0		25,6	5,6
30,0		32,0	6,4
37,0		37,6	8,0
Для електродвигунів з n=1500 об/хв			
0,55		12,1	2,2
0,75		12,1	2,2
1,10		13,2	2,2
1,50		13,2	2,2
2,20		14,3	3,3
3,00		14,3	3,3
4,00		16,5	3,3
5,50		16,5	3,3
7,50		22,0	4,4
11,0		29,7	6,6
15,0		29,7	6,6
18,5		35,2	7,7
22,0		35,2	7,7
30,0		44,0	8,8
37,0		51,7	11,0
Для електродвигунів з n=1000 об/хв			

0,55	1000	12,1	2,2
0,75		12,1	2,2
1,10		13,2	2,2
1,50		13,2	2,2
2,20		14,3	3,3
3,00		14,3	3,3
4,00		16,5	3,3
5,50		16,5	3,3
7,50		22,0	4,4
11,0		29,7	6,6
15,0		29,7	6,6
18,5		35,2	7,7
22,0		35,2	7,7
30,0		44,0	8,8
37,0		51,7	11,0
Для електродвигунів з n=750 об/хв			
0,55		13,2	2,4
0,75		13,2	2,4
1,10		14,4	2,4
1,50		14,4	2,4
2,20		15,6	3,6
3,00		15,6	3,6
4,00		18,0	3,6
5,50		18,0	3,6
7,50		24,0	4,8
11,0		32,4	7,2
15,0		32,4	7,2
18,5		38,4	8,4
22,0		38,4	8,4
30,0		48,0	9,6

37,0		56,4	12,0

2.5. Визначення річної трудомісткості робіт з ремонту

Визначимо річну трудомісткість робіт капітального $ТР_{КР}$, люд.·год, й поточного $ТР_{ТР}$, люд.·год, ремонтів по формулах [8]:

$$ТР_{КР} = a_{КРі} \cdot М_i, \quad (2.8)$$

$$ТРm_i, \quad (2.9)$$

$$m = ТР + \sum ТР_{ТР.} \quad (2.10)$$

де $К_{пр}$ - коефіцієнт приведення.

Визначимо річну трудомісткість робіт з ремонту для електродвигуна з Р=0,55 кВт, n=3000 хв $^{-1}$:

$$ТР_{КР} = 51,1 \cdot 8,8 = 449,8 \text{ люд.год.}$$

$$ТР_{ПР} = 109,5 \cdot 1,6 = 175,2 \text{ люд.год.}$$

Для інших груп електродвигунів розрахунки аналогічний і наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3-Річна трудомісткість робіт з ремонту електродвигунів

Потужність Р, кВт	Число обертів двигунів n, хв$^{-1}$	Трудомісткість капітального ремонту $ТР_{КР}$, люд.·год.	Трудомісткість поточного ремонту $ТР_{ТР}$, люд. год.
1	2	3	4

Для електродвигунів з n=3000 об/хв			
0,55		449,8	175,2
0,75		459,6	179,0
1,10		512,0	182,9
1,50		522,7	186,7
2,20		577,8	285,7
3,00		589,3	291,4
4,00		693,3	297,1
5,50		706,7	302,9
7,50		960,0	411,4
11,0		1320,0	628,6
15,0		1344,0	640,0
18,5		1621,3	760,0
22,0		1649,8	773,3
30,0		2097,8	899,0
37,0		2506,7	1142,9
Для електродвигунів з n=1500 об/хв			
0,55		806,7	314,3
0,75		793,2	309,0
1,10		850,7	303,8
1,50		836,0	298,6
2,20		889,8	440,0
3,00		873,9	432,1
4,00		990,0	424,3
5,50		971,7	416,4
7,50		1271,1	544,8
11,0		1683,0	801,4
15,0		1650,0	785,7
18,5		1916,4	898,3
22,0		1877,3	880,0

30,0		2297,8	984,8
37,0		2642,4	1204,8
Для електродвигунів з n=1000 об/хв			
0,55		484,0	188,6
0,75		497,4	193,8
1,10		557,3	199,0
1,50		572,0	204,3
2,20		635,6	314,3
3,00		651,4	322,1
4,00		770,0	330,0
5,50		788,3	337,9
7,50		1075,6	461,0
11,0		1485,0	707,1
15,0		1518,0	722,9
18,5		1838,2	861,7
22,0		1877,3	880,0
30,0		2395,6	1026,7
37,0		2872,2	1309,5
Для електродвигунів з n=750 об/хв			
0,55		733,3	285,7
0,75		718,7	280,0
1,10		768,0	274,3
1,50		752,0	268,6
2,20		797,3	394,3
3,00		780,0	385,7
4,00		880,0	377,1
5,50		860,0	368,6
7,50		1120,0	480,0
11,0		1476,0	702,9
15,0		1440,0	685,7

18,5		1664,0	780,0
22,0		1621,3	760,0
30,0		1973,3	845,7
37,0		2256,0	1028,6
Разом:		72218,7	32170,5
∑ТР		104389,1	

Так як це загальна трудомісткість всіх робіт і звісно на долю проектованого підприємства сто відсотків якої не припаде. проектоване підприємство буде виконувати лише поточні ремонти, і лише 10 % капітального. трудомісткість яка припадає на підприємство 22000 люд. год.

2.7. Визначення кількості виробничих робітників для виконання річної програми:

Кількість основних робітників *N*, визначимо по формулі [11]:

$$N = \frac{\text{Твід}}{\Phi \cdot \text{К}'} \tag{2.11}$$

де Ф – дійсний річний фонд часу, Ф = 1820 год;

$K_{сп}$ – коефіцієнт попиту, $K_{сп} = 1{,}1$.

$$N = \frac{22000}{1820 \cdot 1{,}1} = 10{,}98,$$

Ухвалюємо 11 робітників.

Кількість допоміжних робітників $N_{доп}$, людей, визначимо по формулі [11]:

$$N_{доп} = (0{,}15 \ldots 0{,}18) \cdot N \tag{2.12}$$

$$N_{\text{доп}} = 0{,}15 \cdot 11 = 1{,}65$$

Ухвалюємо 2 робітника.

Кількість інженерно-технічного персоналу $N_{\text{ітр}}$, людей, визначимо по формулі [11]:

$$N_{\text{ітр}} = (0{,}08 \dots 0{,}12)\left(N + N_{\text{доп}}\right). \quad (2.13)$$

$$N = 0{,}1(11 + 2) = 1{,}3$$

Ухвалюємо 1 робітника.

Кількість службовців $N_{\text{сл}}$, визначимо по формулі [11]:

$$N_{\text{сл}} = (0{,}015 \dots 0{,}025)\left(N + N_{\text{доп}}\right). \quad (2.14)$$

$$N = 0{,}02(11 + 2) = 0{,}26$$

Ухвалюємо 0,25 ставки службовця яку буде суміщувати один допоміжний робітник.

Кількість молодшого обслуговуючого персоналу $N_{\text{мло}}$, людей визначимо по формулі [11]:

$$N_{\text{мло}} = (0{,}01 \dots 0{,}015)\left(N + N_{\text{доп}}\right). \quad (2.15)$$

$$N = 0{,}015(11 + 2) = 0{,}2$$

Ухвалюємо 1 робітника який буде виконувати також свої функції на інших ділянках підприємства.

2.8. Розподіл основних робітників по професіях

Таблиця 2.5 – Розподіл основних робітників по професіях

Професії	Кількість, в %	Робітників, чол.
Електрообмотчики	40	5
Електрослюсарі	37	5
Електромонтери іспитової станції	3	1
Верстатники	5	1
Пропитчики	4	1
Інші	11	1

2.9. Розрахунки й добір обладнання відділення, що проектує

Розрахуємо число мийних машин [12]

$$S_M = \frac{Q \cdot t}{\Phi_{до} \cdot g \cdot \eta_0 \cdot \eta_t}, \qquad (2.16)$$

де Q – загальна маса деталей, що підлягають мийці за планований період у даній машині, кг;

t – час мийки однієї партії деталей складальних одиниць, t = 0,5 год;

$\Phi_{до}$ – дійсний фонд часу встаткування за планований період,г.

g – маса деталей одному завантаження,кг, g = 750 кг;

η_0 – коефіцієнт, що враховує одночасне завантаження мийної машини по масі, залежить від конфігурації й габаритів деталей,

η_t – коефіцієнт використання мийної машини за часом,

$$Q = \beta \cdot N_p, \qquad (2.17)$$

де β – коефіцієнт, що враховує частку маси деталей, що підлягають мийці, від загальної маси двигуна,

$Q_р$ – маса найбільшого двигуна, кг,

$N_р$ – число ремонтів двигуна.

$$S_M = \frac{0,7 \cdot 430 \cdot 10057,1 \cdot 0,5}{2020 \cdot 750 \cdot 0,8 \cdot 0,8} = 1,6$$

Ухвалюємо 2 мийних машини.

Число мийних ван [11, 12]

$$S_B = \frac{Q_B}{\Phi_{до} \cdot q_B \cdot \eta_0 \cdot \eta_t}, \qquad (2.18)$$

де $Q_в$ – 5% від загальної маси двигунів;

$\Phi_{д.о}$ – дійсний фонд часу встаткування за планований період,

$q_в$ – маса деталей яку можна виварити у ванні за годину.

$$S_B = \frac{931041,4 \cdot 0,05}{2070 \cdot 100 \cdot 0,8 \cdot 0,8} = 0,4$$

Приймаємо одну мийну вану.

Визначаємо число металорізальних верстатів [12]

$$S_{ст} = \frac{T_{ст} \cdot K_H}{\Phi_{до} \cdot \eta_0}. \qquad (2.19)$$

S – річна трудомісткість верстатних робіт 13% від загальної трудомісткості тобто 2860 люд. год;

K - коефіцієнт нерівномірності завантаження підприємства $K_H = 1,2$;

η_0 - коефіцієнт використання верстатного встаткування $\eta_0 = 0{,}86$.

$$S_{cm} = \frac{2860 \cdot 0{,}13 \cdot 1{,}2}{2070 \cdot 0{,}86} = 0{,}25$$

Ухвалюємо 4 верстати для забезпечення технологічного процесу.

Таблиця 2.6 – Кількість металорізальних верстатів по призначенню

Призначення верстата	Кількість верстатів
Вертикальний свердлильний	1
Токарно-гвинторізний	1
Точильно-шліфувальний	1
Фрезерний	1

Визначимо число допоміжного устаткування

Іспитові стенди [12]

$$S_{\text{П}} = \frac{a_{\Sigma} \cdot t_u \cdot c}{\Phi_{\text{до}} \cdot \eta_{\text{сд}}}. \qquad (2.20)$$

де a_{Σ} - число двигунів, що проходять обкатування й випробування в розрахунковому періоді;

t_u - час обкатування й випробування, з, $t_u = 0{,}5$ г;

с - коефіцієнт враховуючий можливість повторного обкатування й випробування двигуна с = 1,1;

$\eta_{\text{сд}}$ - коефіцієнт використання стендів $\eta_{\text{сд}} = 0{,}9$.

$$S_{\text{П}} = \frac{10057{,}1 \cdot 0{,}5 \cdot 1{,}1}{2070 \cdot 0{,}9} = 1{,}5$$

Ухвалюємо 2 стенда. Один для діагностування, а другий для обкатування.

Визначення числа печей

$$S = \frac{T_s}{\Phi_{до}}, \quad (2.21)$$

$$T_s = T \cdot 0{,}075. \quad (2.22)$$

$$S = \frac{22000 \cdot 0{,}075}{1987} = 0{,}83$$

Ухвалюємо 1 піч.

Визначимо кількість термічного встаткування

Визначення числа печей для нагрівання обмоток

$$S = \frac{T_s}{\Phi_{до}}, \quad (2.23)$$

$$S = \frac{22000 \cdot 0{,}075}{1987} = 0{,}83$$

Ухвалюємо 1 пічь.

Визначення числа столів для розбирання й складання електродвигунів

$$S = \frac{T_s}{\Phi_{до}}, \quad (2.24)$$

$$T_s = TP \cdot (0{,}1 + 0{,}092). \quad (2.25)$$

$$S = \frac{22000 \cdot 0{,}192}{2070} = 2{,}04$$

Ухвалюємо 2 столи.

Визначення балансувальних столів

$$S = \frac{T_s}{\Phi_{до}}, \quad (2.26)$$

$$T_s = ПР \cdot 0{,}025. \quad (2.27)$$

$$S = \frac{22000 \cdot 0{,}025}{2070} = 0{,}26$$

Ухвалюємо 1 стіл.

2.10. Розрахуємо кількість верстаків на яких проводять складання електродвигунів

$$S = \frac{T_s}{\Phi_{до}}, \quad (2.28)$$

$$T_s = ПР \cdot 0{,}925. \quad (2.29)$$

$$S = \frac{22000 \cdot 0{,}925}{2070} = 9{,}8$$

Ухвалюємо 10 столів.

Визначення числа напівавтоматів які намотують котушки

$$S = \frac{a_\Sigma}{\Phi_{до}}. \quad (2.30)$$

$$S = \frac{10057{,}1}{2070} = 4{,}8$$

Ухвалюємо 5 напівавтоматів.

Визначення кількості намотувальних верстатів ТТ-22

$$S = \frac{a_{\Sigma}}{\Phi_{до}}. \quad (2.31)$$

$$S = \frac{10057,1}{2070} = 4,8$$

Ухвалюємо 5 верстатів.

Визначення числа бандажирувальних верстатів

$$S = \frac{TP_{КР} \cdot 0,45}{\Phi_{до}}. \quad (2.32)$$

$$S = \frac{22000 \cdot 0,45}{2070} = 4,8$$

Ухвалюємо 5 верстатів.

Визначення числа пристосувань для продорожування

$$S = \frac{TP_{КР} \cdot 0,075}{\Phi_{до}}. \quad (2.33)$$

$$S = \frac{22000 \cdot 0,075}{2070} = 0,78$$

Ухвалюємо 1 пристосування.

Визначення числа масляних ванн для підігріву підшипників до 90 ^{0}С

$$S = \frac{TP_{КР} \cdot 0,14}{\Phi_{до}}. \quad (2.34)$$

$$S = \frac{22000 \cdot 0,14}{2070} = 1,48$$

Ухвалюємо 2 масляні ванни.

2.11. Визначення площ ремонтних підприємств по площі займаній устаткуванням

Площа ділянки [11]

$$F_{діл} = F_{об} \cdot \sigma; \quad (2.35)$$

$F_{об}$ – площа зайнята встаткуванням, м^2;

σ – коефіцієнт враховуючий робочі зони й проходи $\sigma 3$.

$$F_{діл} = 61{,}2 \cdot 3{,}5 \approx 214{,}6 \text{ м}^2$$

2.12. Висновок

Було виконано розрахунки річної програми електроремонтного цеху з ремонту електричних машин. Спроектовано виробничі приміщення з ремонту електродвигунів. Спроектували майстерню з необхідним набором устаткування для ремонту й підібрали персонал для ефективної роботи. Наша майстерня розрахована на виробничу потужність в 22000 люд. год., який виконують 14 кваліфікованих робітників на площі 214 м^2 без урахування дільниці обкатування та випробування.

3. ПРОЕКТУВАННЯ СТЕНДУ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ ТА СКЛАДАННЯ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ

Розбирання та складання електродвигунів досить кропіткий та трудомісткий процес. Це пов’язано з габаритами двигунів та їх вагою. Також при розбиранні чи складанні двигунів необхідно виконувати пресові роботи.

Сьогодні на більшості ремонтних підприємств розбирання електродвигунів виконують в кращому випадку на верстаку, а в більшості випадків на підлозі, особливо якщо двигун важкий. Це призводить до зниження якості ремонту та травмування робітників. Тому розробка спеціальних пристосувань є необхідністю.

3.1. Призначення та область застосування розробленої конструкції

Розроблена конструкція стенду - кантователю призначена для поліпшення проведення розбирально-складальних та дефектаційних робіт електродвигунів та їх статорів.

Дана конструкція стенда застосовується при капітальному ремонті електродвигунів, на спеціалізованих ремонтних підприємствах, також використання даного стенду можливе і в майстернях загального призначення. Конструкція стенду проста та універсальна так як може використовуватись для розбирання і складання електродвигунів різних розмірів.

Стенд використовується на дільниці розбирання та складання електродвигунів.

3.2. Проведення аналізу наявних устаткувань і врахування зроблених висновків

На значній частині підприємств, що ремонтують техніку, розбирання та складання електродвигунів проводять на столах дефектувальника або на слюсарному верстаті, при цьому електродвигун необхідно вручну обертати та

перевертати з боку на бік. Вага сягає 50 кг і більше, що робить операцію дефектування та розбирання і складання небезпечною для здоров’я слюсаря.

Щоб механізувати операцію дефектації, та розбирання і складання застосовують підйомно-транспортне обладнання але це займає багато часу, що робить такі операції малоефективні і трудомісткі.

Найбільш поширеним є пристосування для повороту ротора чи статора електродвигуна УПС1 рис. 3.1 а. [13].

Рис. 3.1. Пристосування для повороту ротора чи статора електродвигуна УПС1

Пристосування для повороту ротора чи статора електродвигуна УПС1. Для зручності укладання обмотки в процесі роботи статор і ротор доводиться періодично повертати навколо горизонтальної осі на деякий кут, для того щоб пази, у які укладається обмотка в статора, перебували внизу, а в ротора - угорі.

Поворот важких статорів легко здійснюється за допомогою пристосування на рис. 3.1 б. Статор із пригвинченим до нього з обох торців дисками 2 установлюється на роликові опори пристосування, дві з яких гладкі 2, а дві 3 — мають конічну канавку для кращого зчеплення з диском, що мають обід такої ж форми. Ролик 3 насаджений на одну вісь із черв'ячним колесом 5. Поворот статора здійснюється в результаті передачі руху за рахунок сил тертя диска 2 про ролик 5, що приводиться в обертання рукояткою 4 через черв'ячну пару (черв'як 6 і черв'ячне колесо 5).

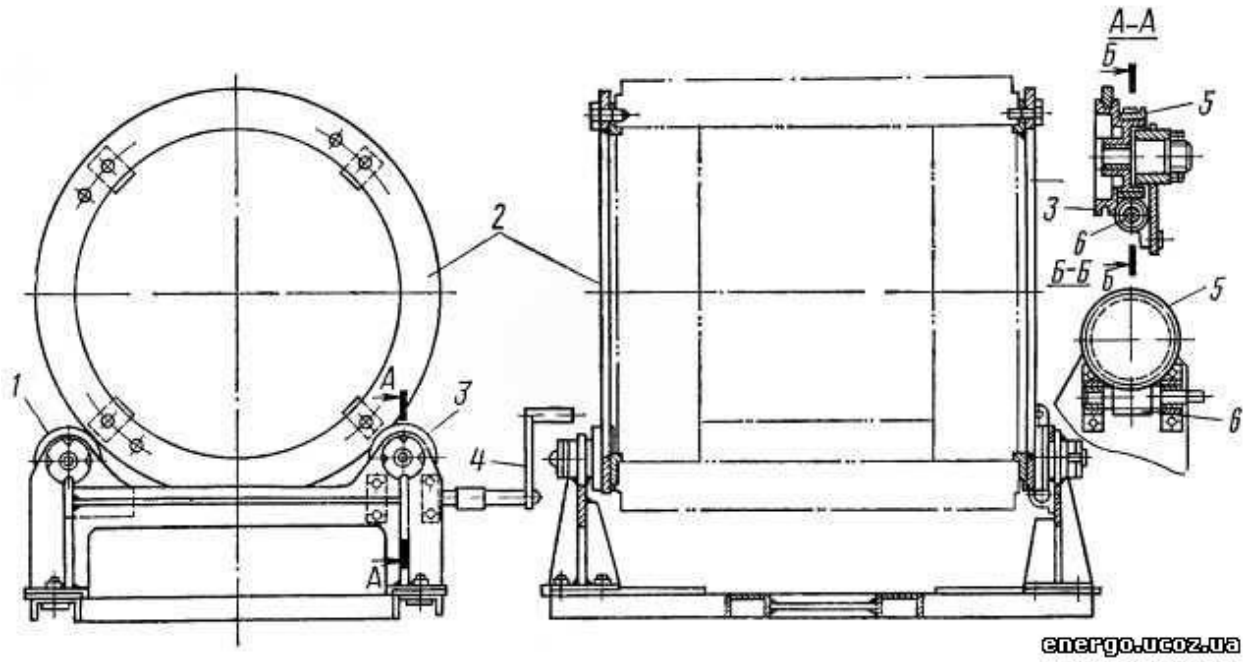


Рис. 3.2. Пристосування для повороту ротора чи статора електродвигуна УПС1

Пристосування для повороту роторів складається із двох циліндричних вільно обертових опор, на яких легко від руки повертається ротор, що обмотується. При укладанні обмотки статори й ротори доводиться повертати також навколо вертикальної осі для зручності виправлення й ізоляції лобових частин їх із протилежної сторони. Для цієї мети в столи обмотки вбудовуються рухливий і нерухливий диски, між якими в кільцевій канавці насипані кульки. На верхній поворотний диск установлюють пристосування з роторами, що перемотуються.

Недоліком даного пристосування є те, що основне його призначення зручність укладання обмоток, а розбирання та складання проводити досить важко так як відсутня фіксація ротора. Стенд виготовлено для певного типорозміру електродвигунів.

В установці повороту статора електродвигуна УПСЭ-1 (рис. 3.2.) цей недолік усунуто але використано досить складну систему підгону під заданий розмір електродвигуна [14].

Рис. 3.2. Установка УПСЭ-1

Установка УПСЭ-1 входить у комплекс устаткування з ремонту електродвигунів і призначена для механізації робіт при укладанні обмоток у пази статора обертових електричних машин з габаритами відповідним до габаритів статорів електродвигунів серії 4А и АИР. Установка УПСЭ-1 забезпечує поворот статора навколо осі, розташованої в горизонтальній площині на будь-який необхідний кут проти або за годинниковою стрілкою з фіксацією в заданому напрямку.

Недоліки:

- не пристосований для проведення розбирально-складальних робіт;

- складна система підгоки під заданий розмір електродвигуна;

Кантувач 04.03.35 призначений для механізованого повороту статорів електродвигунів з висотою центрів 315…355 мм при укладанні обмоток рис. 3.3. [14].

Рис. 3.3. Кантувач 04.03.35

Кантувач призначений для ремонту електродвигунів потужністю більше 100 кВт.

Недоліки такі ж як і у попереднього стенду, а також велика маса та габарити.

Стенд для розбирання та складання електродвигунів модель 04.02.34. Стенд призначений для знімання підшипникових щитів і знімання підшипників з вала ротора (рис. 3.4) [14].

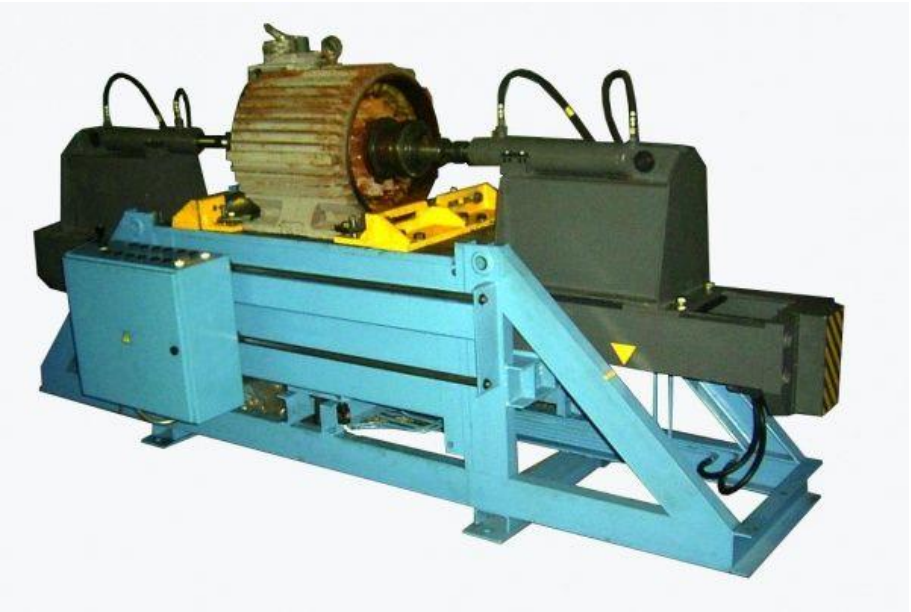


Рис. 3.4. Стенд для розбирання та складання електродвигунів модель 04.02.34.

Стенд використовується для проведення пресових робіт і при проведенні розбирально - складальних робіт виникають труднощі.

Верстат універсальний ЦАЕИ 04.02.29 рис. 3.5. [14] призначений для знімання підшипників і висмикування всипних обмоток зі статорів електродвигунів з висотою центрів до 315 мм.

Рис. 3.5. Верстат універсальний ЦАЕИ 04.02.29

Найбільш вдалою є конструкція є стенд ЦАЕИ 04.03.36 для складання ротора зі статором рис. 3.6. Призначений для складання електродвигунів 7...13 габаритів методом вдягання статора на консольно закріплений ротор.

Рис. 3.6. Стенд ЦАЕИ 04.03.36 для складання ротора зі статором

Саме цей стенд приймемо за прототип.

3.3. Описання конструкції та принцип її роботи

Вдосконалена нами конструкція стенду для розбирання та збирання електродвигунів включає в себе основу на якій закріплено стійку, механізм фіксації положення агрегату, рукоятку, блоку підшипників, корпусу втулки, поворотного валу, змінних плит, фіксуючого механізму та лотків для інструменту та вимірювальних пристроїв.

Перед проведенням розбирання електродвигун встановлюється на плиту В, закріплюється на ній фіксаторами зверху і збоку. Закріплений електродвигун при необхідності можна обертати за допомогою гідромотуру.

Для обертання електродвигуна, що ремонтується необхідно вімкнути електродвигун . Двигун обертає насос який в свою чергу забирає оливу з баку і подає на розподільник. Слюсар повертаючи рукоятку розподільника направляє потік рідини яка в свою чергу обертає гідромотор. Гідромотор обертає плиту з блоком, що підлягає ремонту. Після закінчення розбирально-складальних робіт

електродвигун знімається зі стенду і відправляється далі на ремонт, збирання чи в утиль.

3.4. Розрахунки підтверджуючі роботоздатність конструкції

Самою навантаженою деталлю стенду являється вісь на якій закріплено плиту. В зв'язку з цим проведемо розрахунки, які підтверджують міцність та жорсткість осі.

Крутним моментом, що передається від редуктора зневажаємо, так як він дуже малий. основне навантаження, що сприймає вісь це навантаження згину від дії змінної плити з встановленим на ній агрегатом. Розрахунки проведемо для ваги в 1000Н. Для початку розрахунку накреслимо ескіз валу та складемо розрахункову схему і побудуємо епюри сил та моментів.

Розрахункова схема приведена на рис. 3.7.

1. Визначаємо реакції в опорах (рис. 3.7) в вертикальній площині [15, 16]

$$\Sigma Y = 0; \quad R_A + R_B - F = 0; \tag{3.1}$$

$$\Sigma M_B = 0; \qquad R_A \cdot 160 + F \cdot 80 = 0 \tag{3.2}$$

Звідки:

$$R_A = \frac{F \cdot 80}{160} = -500\text{Н}; \tag{3.3}$$

Знаючи реакцію R_A знайдемо реакцію R_B:

$$R_B = R_A + F = 500 + 1000 = 1500 \text{ Н}. \tag{3.4}$$

Робимо перевірку правильності визначення чисельних значень реакцій

$$\Sigma Y = 0; \; R_A + R_B - F = -500 + 1500 - 1000 = 0 \tag{3.5}$$

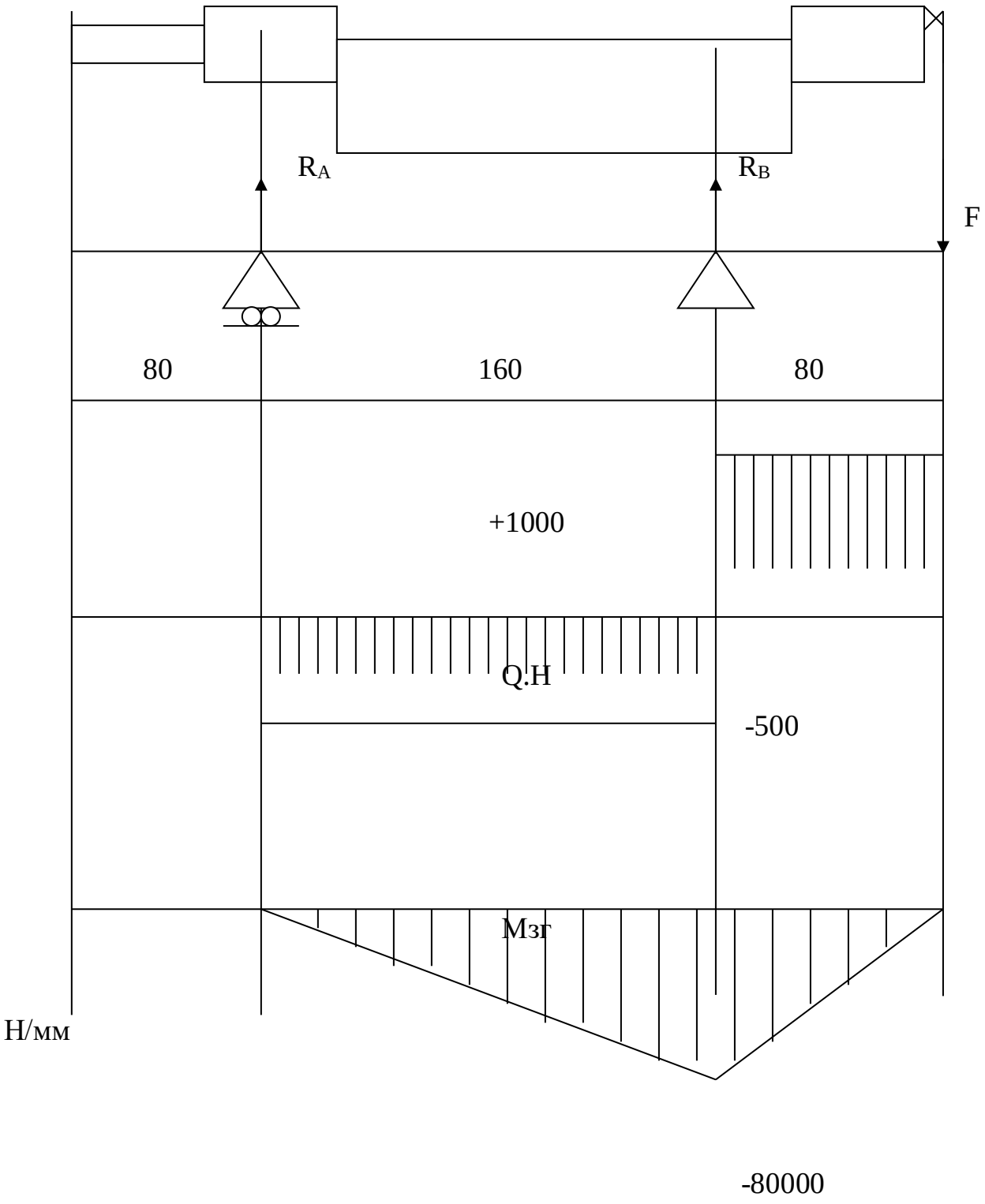


Рис. 3.7 Схема розрахунку реакцій в опорах валу та визначення небезпечного перерізу

Таким чином рівняння реакцій складено вірно і реакції визначені теж вірно.

Визначаємо згинаючий момент від сили

$$M_{згВ1} = 160 \cdot R_A = 160 \cdot -500 = 80000 \text{ Н} \cdot \text{мм}; \quad (3.6)$$

$$M_{згВ2} = 80 \cdot F = 80 \cdot 1000 = 80000 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad (3.7)$$

По цим значенням моментів будуємо епюру згинаючих моментів (рис. 3.1).

Проаналізувавши епюри поздовжніх сил та згинальних моментів приходимо до висновку, що найбільш небезпечний переріз валу знаходиться в точці В, саме для цієї точки визначаємо діаметр валу.

Діаметр валу визначається з умови міцності на згин [11, 15]:

$$\sigma = \frac{M_{зг}}{w_x} \le [\sigma_{зг}], \quad (3.8)$$

де $M_{зг}$ – згинаючий момент в точці В ($M_{зг}$ = 80000 Н/мм);

w_x – полярний момент інерції, мм^3;

$$w_x = \frac{\pi d^3}{32} \approx 0{,}1d^3 \quad (3.9)$$

Підставляючи значення w_x в формулу (3.8) отримаємо:

$$\Theta = \frac{M_{зг}}{0{,}1 \cdot d^3} \le [\sigma_{зг}]; \quad (3.10)$$

Звідси діаметр валу дорівнює:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{зг}}{0{,}1 \cdot [\sigma_{зг}]}} \qquad (3.11)$$

де $[\sigma_{зг}]$ – допустиме напруження згину, Н/мм^2; для валу виготовленого зі сталі 20 $[\sigma_{зг}] = 167$ Н/мм^2.

$$d = \sqrt[3]{\frac{80000}{0{,}1 \cdot 167}} = \sqrt[3]{4790} = 17{,}1 \text{ мм}$$

Таким чином діаметр валу становить 17,1 мм.

Але виходячи з конструкції стенду, найбільш вигідним є діаметр, що дорівнює Ø 40 мм.

Вал встановлено на двох радіальних однорядних підшипниках типу 000 № 307 з параметрами d = 35 мм, D = 80 мм, B = 21 мм та на втулці d = 40мм, D = 48 мм, B = 40 мм.

Перевіримо зварний шов, що з'єднує траверсу з валом стенду. Перевірку робимо по умові міцності на розтяг [15]:

$$\sigma_р = \frac{M}{w} \le [\sigma_р], \qquad (3.12)$$

Згинальний момент M дорівнює:

$$M = F \cdot l = 1000 \cdot 300 = 300000 \text{ Н} \cdot \text{мм} \qquad (3.13)$$

де F – вага блоку циліндрів та плити, Н;

l – відстань від центру валу до горизонтальної плити, мм

$[\sigma_р]$ – допустиме напруження розтягу, для сталі 20 $[\sigma_р] = 144$ Н/мм^2.

w – момент опору перерізу, мм^2

$$w = \frac{2 \cdot i'_{шв}}{d + 2k}; \qquad (3.14)$$

де d – діаметр валу, мм;

k – катет шва, мм;

$i'_{шв}$ – розрахунковий момент інерції шва; мм^4;

$$w = \frac{2 \cdot 94 \cdot 26 \cdot 10^4}{40 + 2 \cdot 5} = 31{,}4 \cdot 10^3 \text{ мм}^3$$

Підставивши значення w в формулу 3.12 отримаємо:

$$\sigma = \frac{300000}{31{,}4 \cdot 10^3} = 9{,}6 \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_р = 9{,}6 \text{ Н/мм}^2 \leq [\sigma_р] = 144 \text{ Н/мм}^2$$

Таким чином умова міцності зварного шва виконується.

Розрахуємо діаметри болтів, що з'єднують траверсу зі змінною плитою.

Розрахунок ведемо по умові міцності на розтяг : [15, 16]

$$\sigma_р = \frac{4F_{зат}}{\pi d^2} \leq [\sigma_р], \qquad (3.15)$$

де $F_{зат}$ – зусилля затяжки болтів, Н;

$$F_{зат} = k\frac{F_B}{f}; \qquad (3.16)$$

де k – коефіцієнт запасу деталей по зсуву деталей (k = 1,3 ... 2,0);

$F_в$ – навантаження на болт ($F_в$ = 500Н);

f – коефіцієнт тертя в стикі (f = 0,15).

$$F_{зат} = 1{,}5\frac{500}{0{,}15} = 5000\text{Н}$$

$[\sigma_р]$ – допустиме напруження розтягу

$$[\sigma_р] = \frac{\sigma_т}{[s]}, \qquad (3.17)$$

де $\sigma_т$ – межа текучості, для сталі 20 $\sigma_т$ = 235 Н/мм;

[s] – коефіцієнт безпеки, ([s] = 5)

$$[\sigma_р] = \frac{235}{5} = 47 \text{ Н/мм}^2$$

Діаметр болтів знайдемо з виразу (3.17) [16]:

$$d = \sqrt{\frac{4F}{\pi[\sigma_р]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5000 \cdot 1{,}3}{3{,}14 \cdot 47}} = 13{,}6\,\text{мм} \qquad (3.18)$$

З конструктивних міркувань приймаємо діаметр болтів рівним 20 мм.

Параметри болтів такі: $d_{вн}$ = 16,33 мм, $d_{сер}$ = 17,294 мм, $d_{зов}$ = 18,376 мм, Р = 2,5 мм.

3.5. Опис функціональних особливостей стенду

В табл. 3.1 показаний детальний опис структури стенду.

Таблиця 3.1-Опис структури стенду

Найменування	Показник
Механізм	складений за допомогою з'єднання та зварювання
Конфігурація	непересувна
Загальні розміри, мм:	
висота	1750

ширина	600
довжина	900
Вага (електродвигуна), кг	350

3.6. Висновок

Впровадження розробленого стенду для розбирально-складальних робіт дозволить зменшити складність роботи на 10-15 відсотків.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Оцінка стану безпеки праці

В ПАТ ЕК Дніпрообленерго ефективна система охорони праці ґрунтується на чітко структурованому управлінні. Це означає, що всі аспекти безпеки та гігієни праці на підприємстві ретельно організовані, контролюються та координуються.

Донбаська паливно енергетична компанія ДПЕК входить до складу групи компаній СКМ (Сістем Кепітл Менеджмент) і має розгалужену структуру, а саме головне управління компанії, виробничі підрозділи, обласні компанії та районні РЕМи.

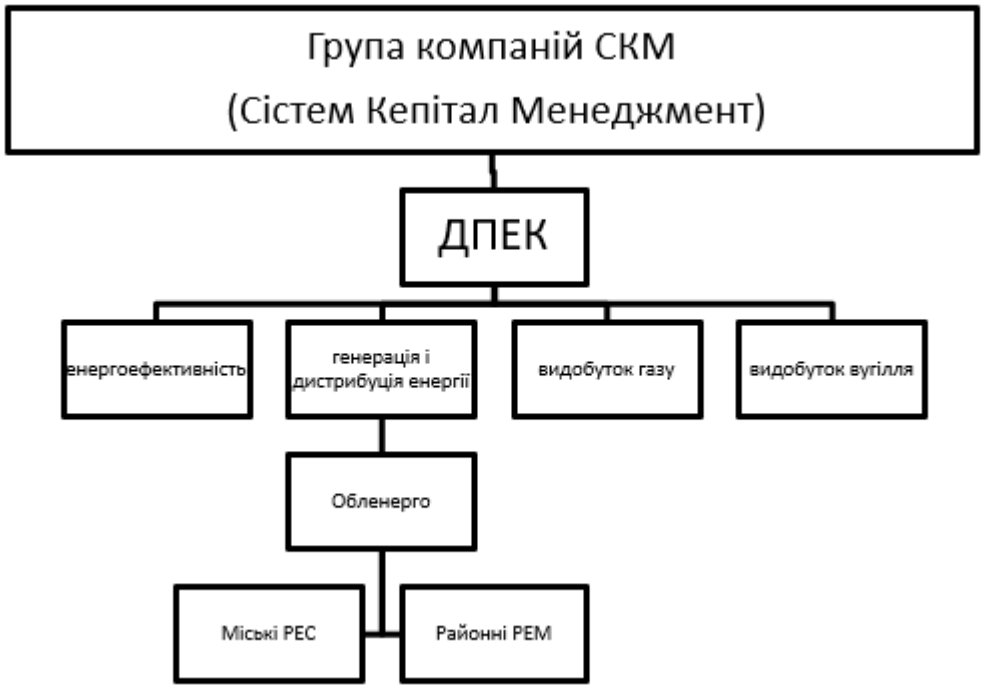


Рис. 4.1. Схема керування та організації служби охорони праці компанії

Директор РЕМ відповідає за охорону праці в РЕМ, він своїм наказом призначає спеціаліста з охорони праці. Спеціаліст з охорони праці керується методиками та пропозиціями, які розроблює центральна служба охорони праці яка базується в головному офісі у м. Дніпро. Він розробляє заходи з безпечної роботи, проводить заходи з працівниками та розглядає недоліки в роботі.

Директор має обов'язок забезпечити створення сприятливих умов праці в усіх підрозділах та на кожному робочому місці, відповідно до законодавства про права працівників у сфері охорони праці. По суті, він повинен:

- Створювати спеціальні служби та призначати осіб, які відповідають за конкретні аспекти безпеки праці.
- Затверджувати інструкції, що регламентують обов'язки, права та відповідальність цих осіб, і контролювати їх виконання.
- Розробляти та впроваджувати комплексні заходи з підвищення рівня безпеки праці, спільно з представниками колективу.
- Застосовувати передові технології та наукові досягнення для забезпечення безпеки праці.
- Проводити аудити та оцінку умов праці, а також здійснювати постійний контроль за дотриманням правил безпеки праці працівниками.

Також в РЕМ передбачено постійні медичні комісії, на яких працівники підтверджують стан свого здоров'я.

Працівники проходять навчання та здають іспити на категорію (категорія допуску по роботі з напругою).

4.2 Вимоги безпеки при використанні електроінструментів

Умови для самостійної роботи з електроінструментом передбачають, що таку можливість мають особи, які володіють відповідною кваліфікацією, досягли повнолітнього віку, пройшли вступний інструктаж з охорони праці та первинний навчальний курс на місці роботи, а також пройшли перевірку знань щодо користування конкретним видом електроінструменту. Щодо безпечної експлуатації, слюсарі повинні мати усвідомлення про те, що на виробництві належить враховувати основні небезпечні та шкідливі фактори, а саме:

- Ураження електричним струмом;

- Травми, спричинені робочими інструментами (наприклад, дрилями, дисковими різаками, шліфувальними кругами).

Електроінструменти класифікуються. Наприклад, електроінструменти класу I (з металевими частинами корпусу) повинні бути підключені до заземлювача, а II та III не заземлюються.

Здійсніть заземлення корпусу електроінструменту шляхом підключення спеціального провідника кабелю живлення до заземлювальної точки. Використовуйте інший провідник (не нульовий), призначений спеціально для цієї мети, і підключіть його до заземлювальної точки.

Штепсельна вилка повинна бути забезпечена необхідною кількістю робочих контактів та окремим контактом для заземлення. Важливо, щоб у механізмі штепсельної вилки була забезпечена така конструкція, яка гарантує, що при увімкненні електричного пристрою контакт для заземлення спочатку буде з'єднаний, а потім робочий контакт, а при вимиканні, навпаки, контакт для заземлення буде роз'єднаний після робочого контакту.

Вимоги безпеки перед початком роботи.

Одягніть захисне спорядження, застебніть куртку, покладіть краї одягу так, щоб вони не звисали, і надіньте головний убір.

Підготуйте електроінструменти до роботи.

Привести у відповідний робочий стан допоміжне обладнання та змінні робочі інструменти (свердла, фрези, шліфувальні круги).

Візуально огляньте пристрій, захисні пристосування та робочі інструменти на наявність очевидних пошкоджень.

Відрегулюйте прибори подачі світла таким чином, аби там, де потрібно працювати було якісно освітлено.

Перевірте роботу обладнання на холостому ходу:

Переконайтеся, що органи управління (наприклад, рух робочого інструменту, механізми запуску, зупинки та резервного відключення) знаходяться в робочому стані.

Переконайтеся, що всі гвинтові з'єднання надійно закріплені.

Легкість і плавність ходу рухомих частин.

Справність коробки передач. При зупиненому двигуні слід кілька разів провернути вал електроінструменту рукою.

Якщо редуктор справний, вал повинен обертатися легко і не заїдатись. При виявленні дефекту в інструменті або електроінструментальному обладнанні обов’язково потрібно повідомити керівництво.

Вимоги безпеки під час роботи

До безпечної роботи з електроінструментом працівники допускаються тільки відповідно до інструкцій.

Щоб гарантувати безпеку під час різання (свердління, точіння, відрізання тощо), необхідно неухильно дотримуватися вимог, чітко викладених у технологічній документації. Ці вимоги слугують основою для безпечного та ефективного виконання будь-якої операції різання. Кожен інструмент та приладдя має свою специфічну функцію і призначене для певного виду роботи. Використання інструменту не за призначенням може призвести до його пошкодження, травм або небезпечних ситуацій.

Використання їх працівниками заборонено:

Підключення електроінструментів з напругою 12 В і менше до мережі за допомогою автотрансформаторів, резисторів або потенціометрів.

Якщо електроінструмент виявляє найменші ознаки несправності або якщо оператор раптом відчув слабкий удар електричним струмом, забороняється продовжувати роботу з електроінструментом.

При роботі з електричним інструментом можуть виникнути аварійні ситуації та нещасні випадки:

- Ураження електричним струмом,
- Пожежі
- Падіння з висоти
- Несправність електроприладу,
- Задимлення,
- Посилений стукіт, шум,
- Різкий запах горілої ізоляції.
- Вібрація тощо.

При виникненні будь-якої з цих умов негайно припиніть роботу і відключіть електроінструмент від електромережі.

Якщо стався нещасний випадок або виникла ситуація, яка може призвести до нещасного випадку, негайно відключіть електроінструмент від мережі (витягніть вилку з розетки), припиніть роботу, повідомте про це особу, відповідальну за проведення робіт, і не допускайте сторонніх осіб до небезпечної зони.

При отриманні травм надайте першу допомогу і, при необхідності, викличте швидку допомогу.

У разі пожежі викликати пожежну команду і приступити до гасіння пожежі за допомогою наявних засобів пожежогасіння.

Усунути небезпеку за вказівкою керівника робіт.

Вимоги безпеки після закінчення роботи

Вимкніть електроприлади та відключіть їх від електромережі.

Утримувати робочу зону в чистоті:

Приберіть стружку і залишки обробки.

Розмістіть вимірювальні прилади та інструменти (свердла, шліфувальні круги тощо) відповідно до їх розмірів.

Доглядайте за інструментами:

- Ретельно очищайте електроінструменти від бруду, мастила та пилу, а іржаві частини протирайте ганчіркою, злегка змащеною мастилом.

- Протріть кабелі сухою ганчіркою і ретельно обмотайте їх.

Покладіть електроінструменти на місце зберігання.

Зніміть спецодяг, вимийте обличчя і руки з милом і, якщо можливо, прийміть душ.

Не мийте руки парафіном або бензином і не витирайте їх брудною ганчіркою.

Про всі несправності, що виникли під час роботи, повідомте керівника робіт.

4.3. Пропозиції щодо поліпшення умов праці на підприємствах

Керівникам підприємств рекомендується більш ретельно та відповідально підходити до організації охорони праці на своїх підприємствах. З цією метою рекомендується вирішити низку питань

- Розробка навчальних програм з охорони праці для керівників та спеціалістів різних підрозділів підприємства;

- Організація роботи, наприклад, по створенню основ сучасного законодавства та нормативно-правових актів з охорони праці.

Фахівці з охорони праці повинні виконувати наступні завдання

- Регулярно організовувати різні інструктажі з охорони праці;

- Контроль за дотриманням умов охорони праці.

- Видання довідників Охорона праці на підприємстві, різноманітних плакатів, попереджувальних знаків тощо;

- розробка заходів щодо запобігання нещасним випадкам та контроль за їх виконанням;

- перевіряти технічний стан будівель, споруд та обладнання, ефективність роботи вентиляційних систем та стан санітарно-технічного обладнання в санітарно-побутових приміщеннях;

залучати профспілковий комітет підприємства до розробки заходів щодо безпечних умов праці.

4.4 Висновки

Аналіз діяльності підприємств показує, що стан охорони праці на підприємствах знаходиться на задовільному рівні. Однак у більшості випадків це стосується електриків та водіїв. Дещо гірша ситуація у механізаторів, оскільки вони не дотримуються правил безпечної роботи та ігнорують засоби індивідуального захисту.

З метою підвищення безпеки праці при використанні нестандартного обладнання пропонується розробити вимоги до безпечної роботи при використанні електроінструменту.

5. ЕКОНОМІКА

В умовах стрімкого розвитку ринку ТОВ Дніпрообленерго прагне підвищити свою конкурентоспроможність та ефективність діяльності. Це може бути досягнуто шляхом впровадження нових технологій, оптимізації виробничих процесів та пошуку нових ринків збуту. Техніко-економічна оцінка є важливим інструментом, який дозволяє оцінити доцільність нових проектів та інвестицій, а також приймати обґрунтовані управлінські рішення.

Метою даного дослідження є проведення техніко-економічної оцінки проекту для ТОВ Дніпрообленерго. Це дозволить оцінити економічну доцільність проекту, його очікувану рентабельність та термін окупності інвестицій.

Вихідні дані для розрахунків наведено у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані проекту

Показники	Позначення показників	Значення показників
Об'єм робіт з ремонту та ТО, ум. рем.	Q	73,3
Штат робітників за основним місцем роботи, чол	$К_{пр}$	11
Заробітна плата виробничих робітників, грн.	$ЗП_{ср}$	15000,00
Витрати коштів на придбання обладнання, грн.	$Б_{пр}$	1500000,00
Об'єм електроенергії, що витрачається за рік, кВт/год.	$Q_{ел}$	65000
Вартість однієї кВт/години, грн.	$Ц_{ел}$	6,00
Вартість одного умовного ремонту, грн.	$Ц_{ум.рем.}$	52200,00

При визначенні економічної доцільності дипломного проекту визначимо такі показники як: вартість проведених ремонтних робіт, експлуатаційні витрати, та строк окупності капіталовкладень [19]:

1. Для визначення вартості проведених ремонтів $B_{пр}$ ми можемо скористатися такою формулою, грн.:

$$В_{пр} = Q \cdot Ц_{ум.рем.}, \quad (5.1)$$

$$В_{пр} = 73{,}3 \cdot 52200{,}00 = 3826260{,}00 \text{грн.}$$

$Ц_{ум.рем.}$ - кількість коштів (ціна) витрачених на виконання одного умовного ремонту, грн.

2. Експлуатаційні витрати, що пов'язані з керуванням господарством та обслуговуванням виробництвом

$$ЕВ = ЗП + А + В_{ел} + В_{рем} + ІВ, \quad (5.2)$$

де $ЗП$ – зарплата виробничих робітників, грн.;

$А$ – відрахування на амортизацію обладнання та будівель і споруд, грн.;

$В_{ел}$ – витрати на оплату використаної електроенергії, грн.;

$В_{рем}$ – витрати на оплату ремонтних матеріалів, грн.;

$ІВ$ – інші невраховані витрати коштів, грн.

$$ЗП = ЗП_{ср} \cdot К_{пр} \cdot 12, \quad (5.3)$$

$$ЗП = 15000 \cdot 11 \cdot 12 = 1980000{,}00 \text{ грн},$$

де 12 - кількість робочих місяців за рік.

Відрахування на амортизацію будівель, споруд та обладнання:

$$A = \frac{Б \cdot \lambda}{100}, \quad (5.4)$$

λ – норма амортизації, %;

$$A = \frac{1500000,0 \cdot 21,93}{100} = 328950,00 \text{ грн.};$$

Витрати на оплату використаної електроенергії, грн..:

$$B_{ел} = Q_{ел} \cdot Ц_{ел}, \quad (5.5)$$

$$B_{ел} = 65000 \cdot 6,00 = 390000,0 \text{ грн};$$

Витрати на оплату ремонтних матеріалів, а саме на проведення поточного ремонту та номерних технічних обслуговувань. Ці витрати як правило складають 30 % від амортизаціїї.

$$B_{рем} = \frac{A \cdot 30}{100}, \quad (5.6)$$

$$B_{рем} = \frac{328950,00 \cdot 30}{100} = 98685,00 \text{ грн},$$

Інші невраховані витрати

Як правило невраховані витрати приймають 3 % від загальних витрат на експлуатацію,

$$\text{ІВ} = \frac{\left(\text{ЗП} + \text{А} + \text{В}_{\text{ел}} + \text{В}_{\text{рем}}\right) \cdot 3}{100}, \quad (5.7)$$

$$IB = \frac{(1980000,00 + 328950,0 + 390000,0 + 98685,0) \cdot 3}{100} = 83929,05 \text{ грн.};$$

Розрахуємо експлуатаційні витрати:

$$EB = 1980000,00 + 328950,0 + 390000,0 + 98685,0 + 83929,05 = 2881564,05 \text{, грн;}$$

Розрахуємо собівартість ремонтних робіт у господарстві

$$ПС = EB \cdot 1,02 \text{,} \qquad (5.8)$$

$$ПС = 2881564,05 \cdot 1,02 = 2939195,33 \text{ грн;}$$

Таким чином річний прибуток господарства від ТО та ремонтів складе

$$П = B_{пр} - ПС \text{,} \qquad (5.9)$$

де $B_{пр}$ – витрати на проведення ремонтних робіт, грн.

$$П = 3826260 - 2939195,33 = 887064,67 \text{ грн;}$$

Визначаємо рентабельність підприємства

$$P = \frac{П \cdot 100}{ПС} = \frac{887064,67 \cdot 100}{2939195,33} = 30,2\% . \qquad (5.10)$$

3. Розраховуємо термін окупності додаткових капіталовкладень

$$T_o = \frac{Б}{П} = \frac{1500000,0}{887064,67} = 1,69 \text{ років},$$

(5.11)

Основні результати розрахунків заносимо до додатку С.

Висновок. Проведена економічна оцінка проекту вказує на його доцільність, так як рентабельність ремонтних робіт складає 30,2 %, а термін окупності складає майже 2 роки.

ВИСНОВОК

Проаналізовано роботу підприємства Дніпрообленерго і встановлено значні можливості підприємства в плані надання послуг з ремонту електродвигунів. Слюсарі підприємства володіють необхідними знаннями та в більшості випадків виконують ремонти електродвигунів, трансформаторів, пускових реле та інших приладів.

Виконувані роботи носять випадковий характер та незабезпечені необхідним обладнанням.

В проекті спроектовано дільницю з ремонту промислового електрообладнання і визначено програму ремонту та її трудомісткість, так трудомісткість ремонтних робіт складає 22000 люд. год., що відповідає 73,3 умовним ремонтам.

Площа дільниці розрахована за площею зайнятого обладнання та коефіцієнта, що враховує робочі зони та проходи, так площа дільниці становить 216 м^2, площа дільниці пропитки лаком 54 м^2, площа випробувальної дільниці 36 м^2.

Кількість робітників необхідних для виконання даного об'єму робіт становить 14 чоловік 11 з яких основні робітники, що виконують безпосередньо ремонтні роботи, а 4 робітники це допоміжні, обслуговуючий персонал та один інженерно-технічний працівник.

Розроблено конструкцію стенду для проведення розбирально-складальних робіт. Так на стенді можливе як розбирання та складання електродвигуна, а також дефектовка статору та корпусу електродвигуна.

Таким чином результати техніко - економічної оцінки проектних рішень показують, що удосконалення організації технології ремонту та обслуговування електроприладів дозволяє отримати річний прибуток підприємства 887065 грн, при цьому термін окупності капітальних витрат складає 1,7 років.

ЛІТЕРАТУРА

1 Інтегрований звіт ДТЕК 2016 Фінансові та нефінансові результати, [Електронний ресурс]: режим доступу http://www.dtek.com/ 101 с.

2. [Електронний ресурс]: режим доступу http://kartagoroda.com.ua/.

3. [Електронний ресурс]: режим доступу Центральний район (Дніпро) https://ru.wikipedia.org/wiki

4. Бондар В.М. Практична електротехніка для робітничих професій: [Підруч. для учнів проф.-навч. закладів з різноманіт. галузей пром.-сті та побут, обслуг] / Бондар В.М., Гаврилюк В.А., та ін. - К.: Веселка, 1997. - 191 с.

5. Єгоров Г.П. Пристрій, монтаж, експлуатація та ремонт промислових електроустановок [Підручник для професійно-технічних учбових закладів та підгот. робітників на виробі] / Єгоров Г.П., Коварський О.І. М., "Вища школа", 1972 (І кв.) 352 с. з ілл.

6. Ктиторов А.Ф. Електрослюсар будівельний [Навч. для проф.-тех. училищ] / Ктиторов А.Ф. - М.: Будовидав, 1990. - 383 с: іл.

7. Кисаримов Р.А. Довідник електрика / Кисаримов Р.А. К.: Веселка, 1998. - 253 с.

8. Крючков І.П. Електрична частина електростанцій і підстанцій. Довідкові матеріали для курсового та дипломного проектування [Навч. посібник для електроенергетичних спеціальностей ВНЗ] / Крючков І.П., Кувшинський М.М., Неклепаєв Б.М.; За ред. Б.М. Неклепаєва - 3-тє изд., перераб. и доп. - М.: Энергия, 1978 - 300 с.

9. Калганков Є. В. Особливості фрактального аналізу поверхні руйнування гумових футерівок, що працюють в умовах абразивно-втомного зносу / Є. В. Калганков. // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. — Дніпропетровск: ІГТМ НАНУ. – 2017. – №133. – С. 66–74.

10. Калганков Є.В. Деякі проблеми гідроабразивно-втомного зносу деталей об’ємного гідроприводу мобільних машин / Є.В. Калганков // Геотехнічна механіка: Міжвід. зб. наук. праць. — Дніпропетровск: ІГТМ НАНУ. – 2013. – №108. – С. 133-142.

11. Ремонт машин. Дипломне проектування: навчально-методичний посібник / [Кобець А.С., Дирда В.І., Сокол С.П та ін.]. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2016. – 284 с.

12. Проектування сервісних підприємств ремонту машин та агрегатів АПК: навчальний посібник / [Дирда В.І., Калганков Є.В., Мельянцов П.Т. та інші] – Д.: «Герда», 2014. – 100 с.

13. [Електронний ресурс]: режим доступу http://energo.ucoz.ua/publ/32-1-0.

14. [Електронний ресурс]: режим доступу http://electromash.com/catalog/oborudovanie-dlya-remonta-elektrodvigatelej-do-100-kvt/04.02.29-stanok-universalnyj

15. Кагадій С.В. Основи механіки матеріалів і конструкцій: навчальний посібник / Кагадій С.В., Демяненко А.Г., Гурідова В.О. – Дніпропетровськ : Вид-во Свідлер А.Л., 2011. – 416 с.

16. Деталі машин: підручник / [Дирда В.І., Овчаренко Ю.М., Рижков Є.І. та ін.]. – Луганськ: Вид-во ДЗ «ЛНУ імені Тараса Шевченка», 2010. – 308 с.

17. Годяєв С. Г. Методичні вказівки до написання розділу «Охорона праці» в дипломних роботах студентів інженерно-технологічноного факультету, ОКР бакалавр за напрям підготовки: 6.100102 «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва». / С.Г. Годяєв, Л.Д. Устимович. Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 21 с.

18. Лебеденко О.В. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних проектів і робіт для студентів факультету механізації сільського господарства, (кафедра надійності і ремонту машин) за напрямом підготовки "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва" / Лебеденко О.В. Дніпропетровськ: ДДАУ, 2011. – 16 с.

19. Калганков Є.В. Прпоектування ремонтно-технологічної документації / Є.В. Калганков, М.Г. Зайцев. Дніпро. ДДАЕУ, 2016. – 48 с.

20. Пат. № 144310 Україна, G01N 3/56 (2006.01) Машина тертя / Калганков Є.В.; Грачова В.М.; Косенко А.В. - u202001408; заявл. 20.03.2020; опубл. 25.09.2020, бюл. № 18; 4 с.

ДОДАТКИ

Форма	Зона	Поз	Позначення	Найменування	Кіл-сть.	Помітки
				Документація		
			46ДП 082 102 000 СК	Підшипниковий вузол		
				Деталі		
		1	46ДП 082 103 001	Основа	1	
		2	46ДП 082 103 003	Проставка	1	
		3	46ДП 082 100 004	Корпус	1	
		4	46ДП 082 103 005	Розпірна втулка	1	
		5		Кришка	1	
		6		Вал	1	
				Стандартні вироби		
		7		Манжета 50х60 ГОСТ 8752-79	1	
		8		Болт М8х1,25 ГОСТ 7798-70	4	
		9		Кульковий підшипник 306 ГОСТ 8338-75	1	
		10		Кульковий підшипник 307 ГОСТ 8338-75	1	

Изм	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	49ДП. 082 102 000 СК		
Розроб		*Литвин Д*			Підшипниковий вузол	Літер.	Лист / Листів
Перевір.		Калганков Є					
Тех.котр						ДДАЕУ	
Н.контр		Івлєв В.В					
Затв.		Дудін В.Ю					

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра інжинірингу технічних систем

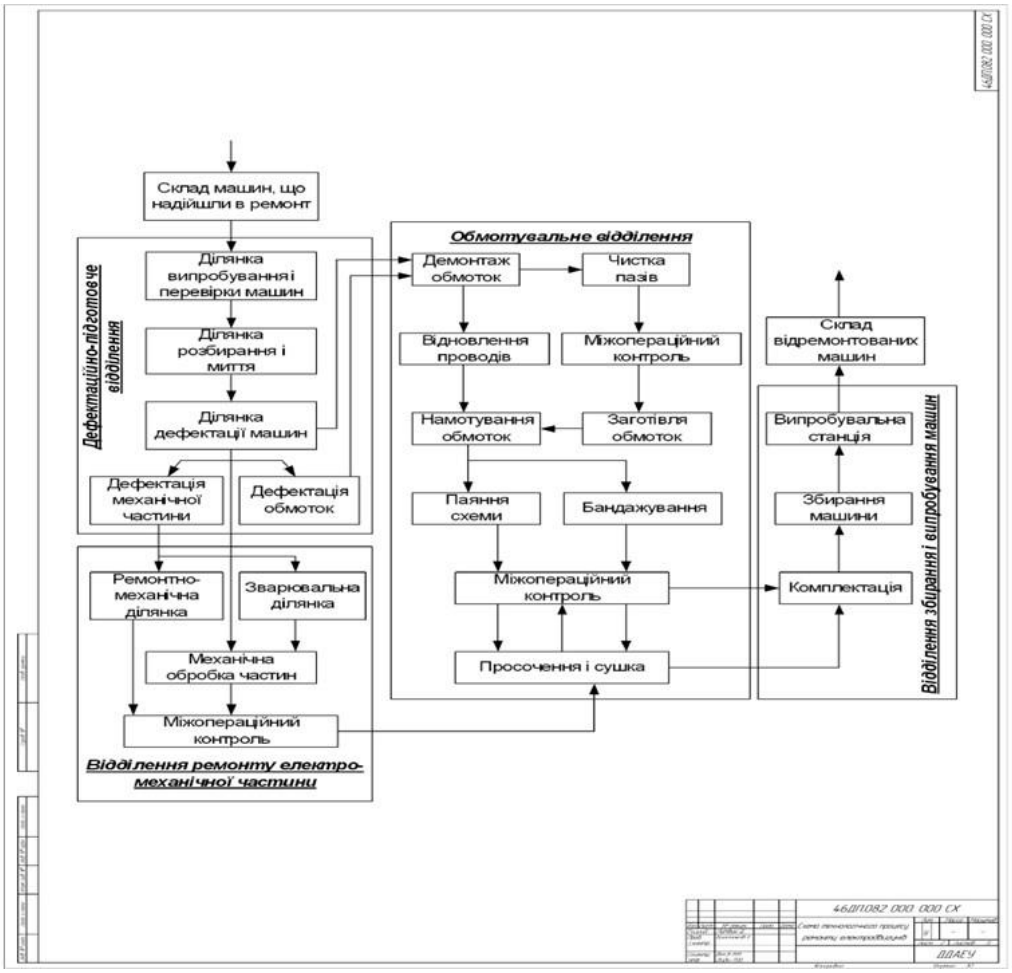
ПРОЄКТ ЕЛЕКТРОРЕМОНТНОГО ЦЕХУ З РЕМОНТУ ЕЛЕКТРИЧНИХ МАШИН

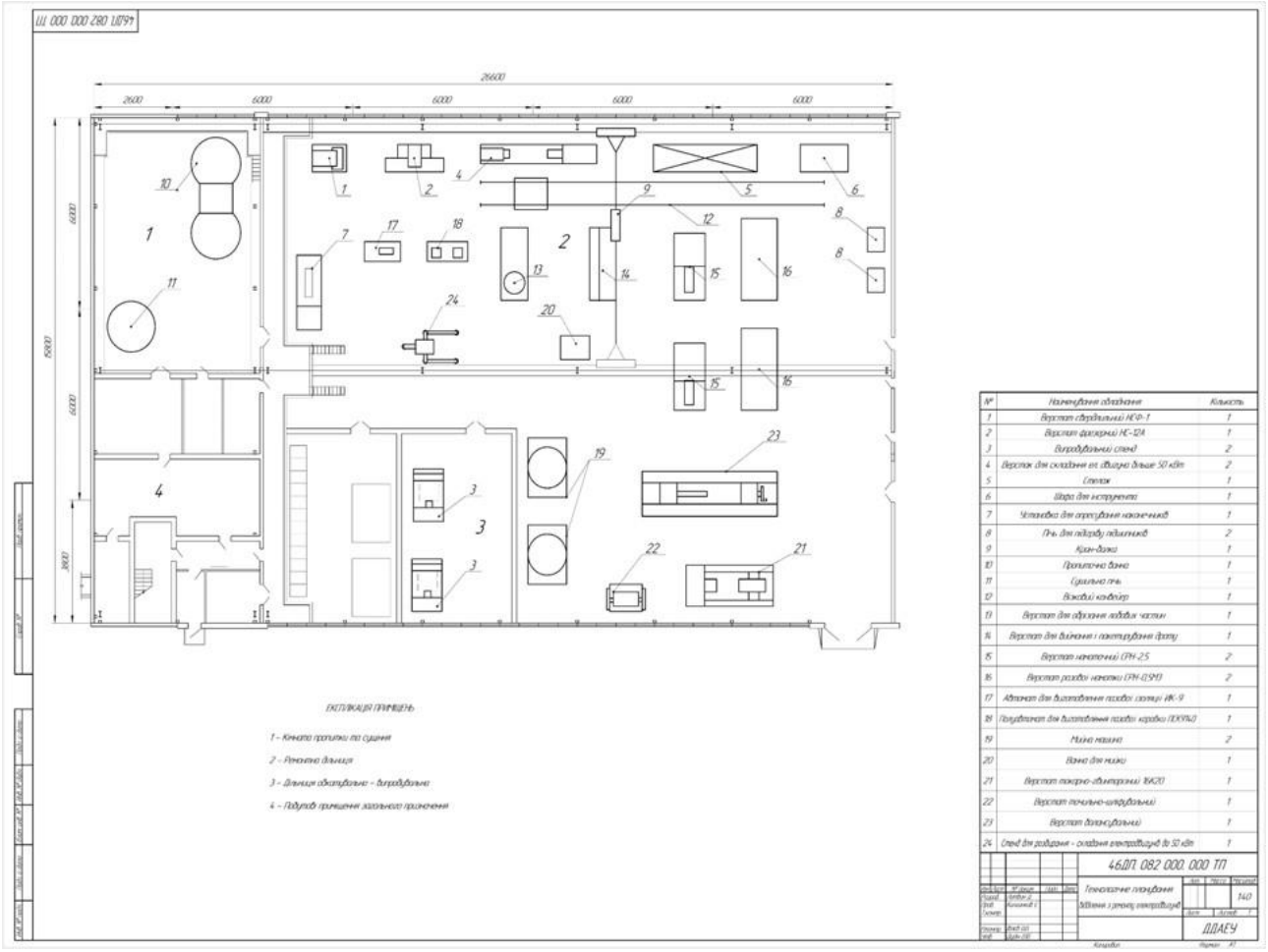
демонстраційний матеріал до дипломної роботи освітнього ступеня «Бакалавр»

Виконав: студент 3го курсу, групи АІС-1-21
Литвин Дмитро Олегович

Керівник: ст. викладач
Калганков Євген Васильович

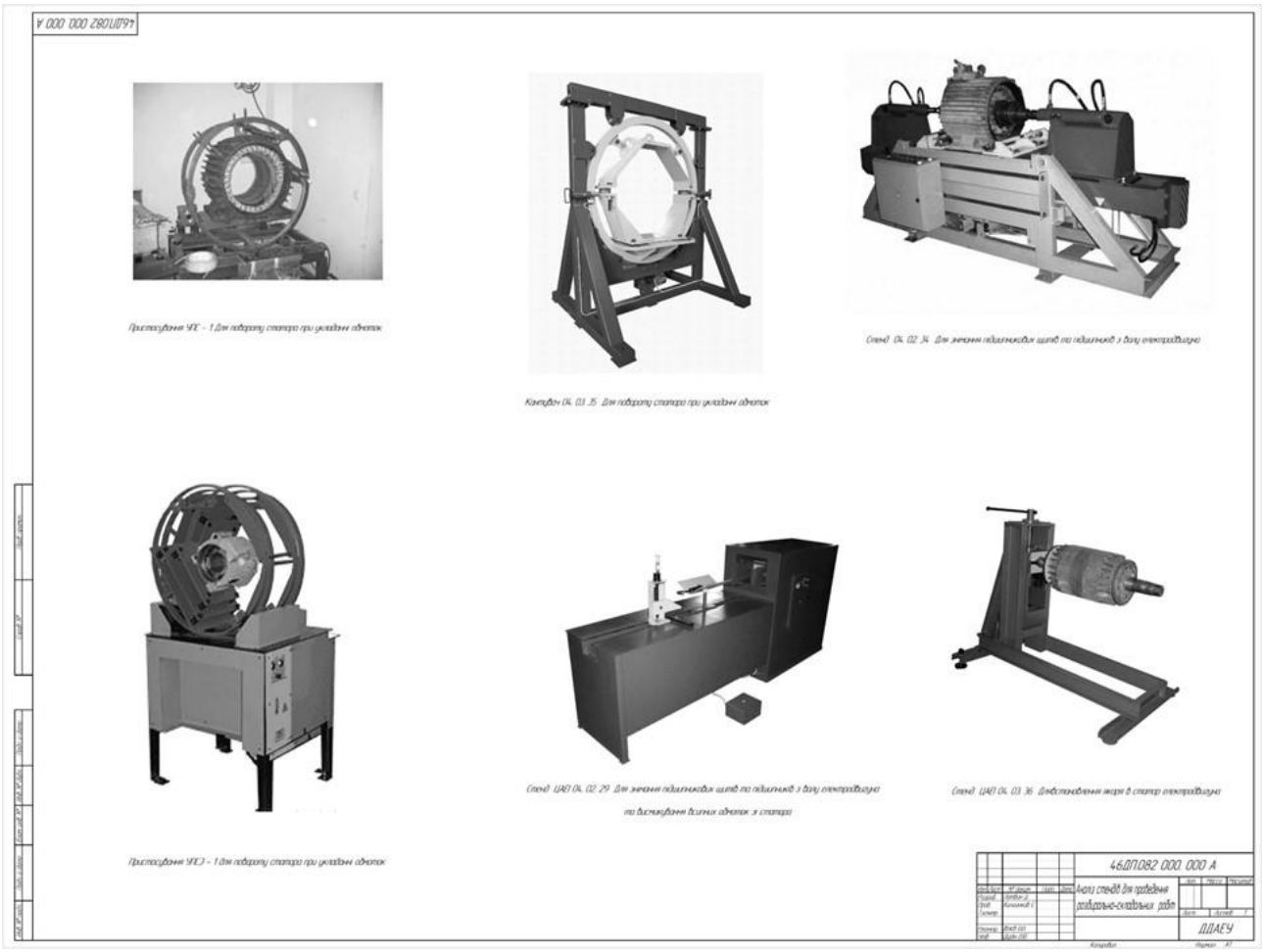
Дніпро - 2024

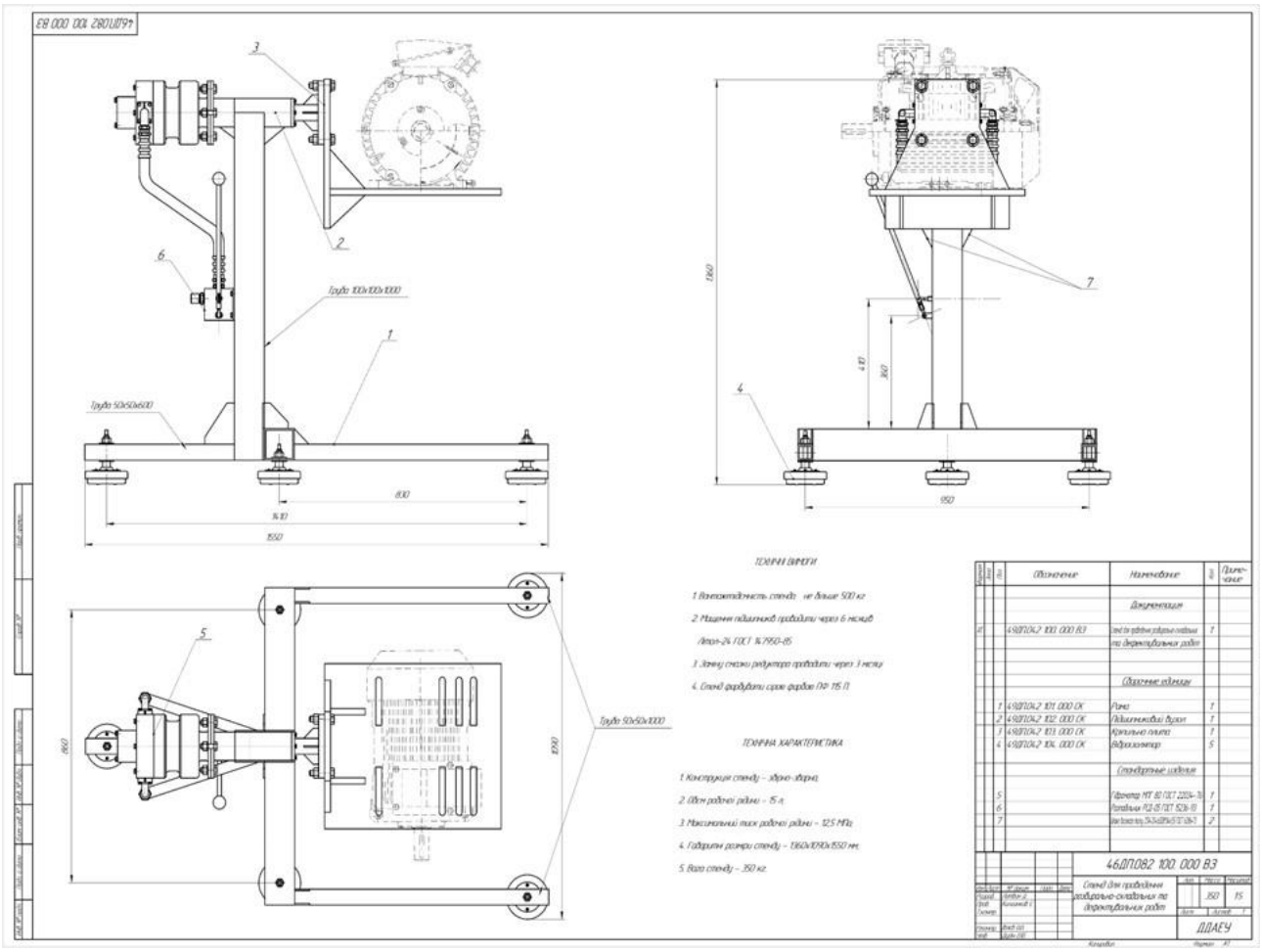

Склад машин, що надійшли в ремонт
Дефектаційно-підготовче відділення
Ділянка випробування і перевірки машин
Ділянка розбирання і миття
Ділянка дефектації машин
Дефектація механічної частини
Дефектація обмоток
Відділення ремонту електро-механічної частини
Ремонтно-механічна ділянка
Зварювальна ділянка
Механічна обробка частин
Міжопераційний контроль
Обмотувальне відділення
Демонтаж обмоток
Чистка пазів
Відновлення проводів
Міжопераційний контроль
Намотування обмоток
Заготівля обмоток
Паяння схеми
Бандажування
Міжопераційний контроль
Просочення і сушка
Склад відремонтованих машин
Випробувальна станція
Збирання машини
Комплектація
Відділення збирання і випробування машин
46ДП082 000 000 СХ
ДДАЕУ

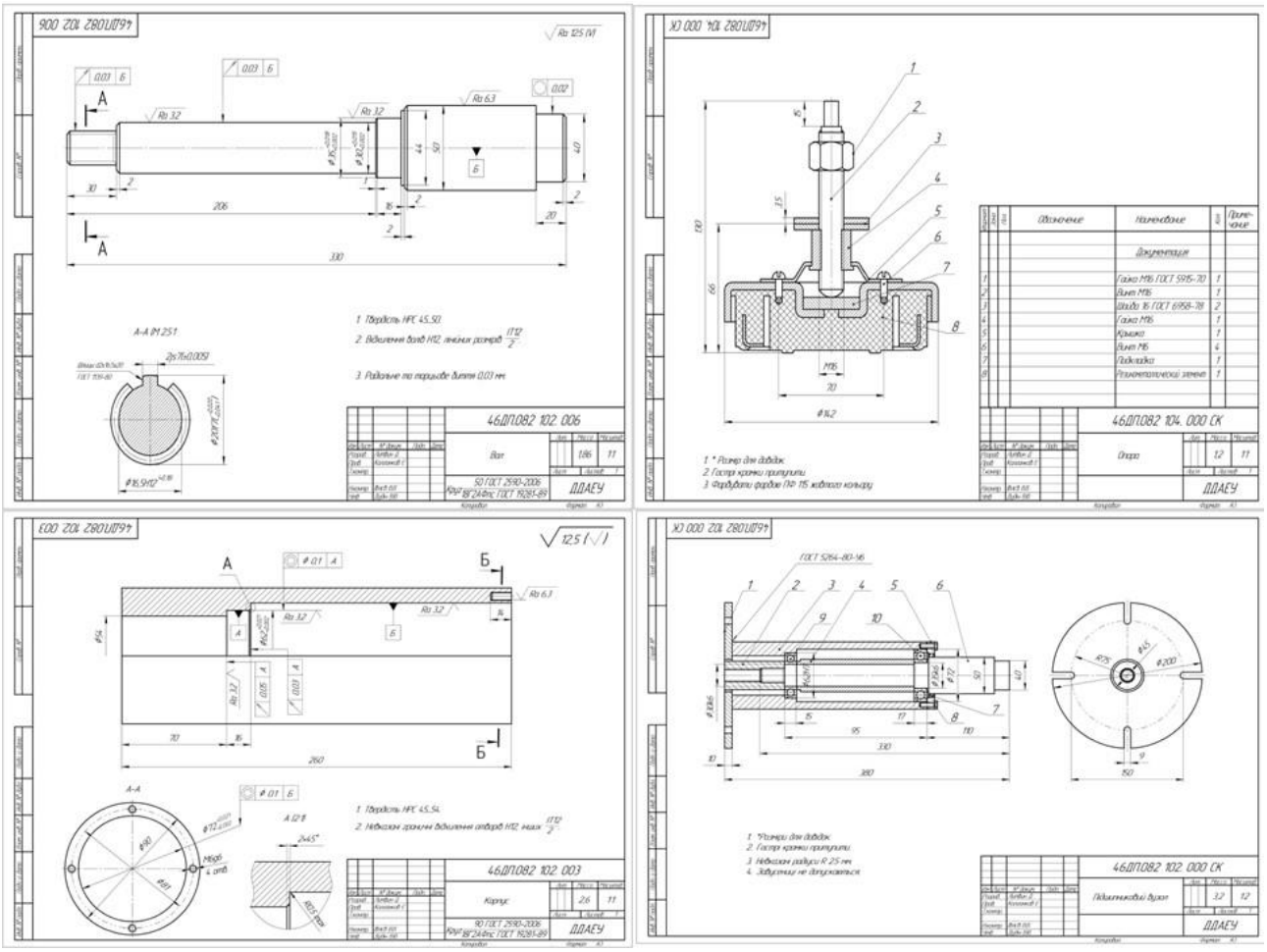


№	Найменування обладнання	Кількість
1	Верстат стругальний НСФ-1	1
2	Верстат фрезерний НС-12А	1
3	Випробувальний стенд	2
4	Верстак для складання коробок вагою більше 50 кВт	2
5	Стелаж	1
6	Шафа для інструменту	1
7	Установка для опресування наконечників	1
8	Піч для підігріву підшипників	2
9	Кран-балка	1
10	Пропарочна камера	1
11	Сушильна піч	1
12	Вихровий кондиціонер	1
13	Верстат для обрізання ходових частин	1
14	Верстат для вимірювання і контролювання фланцю	1
15	Верстат намотувальний ГРН-2,5	2
16	Верстат розбору намотки ГРН-1(5М)	2
17	Абразивний для балансування пакетів статорів ИК-9	1
18	Полуавтомат для балансування пакетів коротких (ПКЗ9А)	1
19	Мийна машина	2
20	Ванна для мийки	1
21	Верстат токарно-гвинторізний 1К620	1
22	Верстат точильно-шліфувальний	1
23	Верстат фрезерувальний	1
24	Стенд для розбирання - складання електродвигунів до 50 кВт	1

				46.ДП. 082.000.000 ТП	
Розроб.	ПІБ студ.		Літера	Маса	Масштаб
Перевір.	Шифтан Р.				1:40
Н. контр.	Кононенко І.		Технологічне планування		
Затверд.			Зібрання з ремонту електродвигунів		
Пров.	Дмитрієв І.			Аркуш	Аркушів 1
Н. контр.	Дмитрієв І.			ДДАЕЧУ	
Копіював				Формат А1	


46ДП082 000 000 А
Пристосування УПС - 1 Для повороту статора при укладанні обмоток
Кантовач 04. 03. 35 Для повороту статора при укладанні обмоток
Стенд 04. 02. 34 Для змінення підшипникових щитів та підшипників з валу електродвигуна
Пристосування УПЕЗ - 1 для повороту статора при укладанні обмоток
Стенд ЦАЕ 04. 02. 29 Для змінення підшипникових щитів та підшипників з валу електродвигуна та висмикування всіх обмоток зі статора
Стенд ЦАЕ 04. 03. 36 Для встановлення якоря в статор електродвигуна
46ДП082 000 000 А
Аналіз стендів для проведення розбірально-складальних робіт
ДДАЕУ


46ДП082 100 000 ВЗ
Труба 100х100х1000
Труба 50х50х600
Труба 50х50х1000
1060
410
360
950
830
1410
1550
860
1090
ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ
1. Вантажопідомність стенду не більше 500 кг
2. Мащення підшипників проводити через 6 місяців
Літол-24 ГОСТ 14790-85
3. Заміну смазки редуктора проводити через 3 місяці
4. Стенд фарбувати сірою фарбою ПФ 115 П
ТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА
1. Конструкція стенду – зборно-зварна
2. Обсяг робочої рідини – 15 л
3. Максимальний тиск робочої рідини – 12,5 МПа
4. Габаритні розміри стенду – 1360х1090х1550 мм
5. Вага стенду – 350 кг
Обозначение
Наименование
Примечание
Документация
Сборочные единицы
Стандартные изделия
46ДП082 100 000 ВЗ
Стенд для проведення розбирально-складальних та дефектувальних робіт
ДДАЕУ



Показники	Проектний варіант
Об'єм ремонтних робіт, умовних ремонтів	73,30
Вартість одного умовного ремонту, грн.	52200,00
Витрати на проведеня ремонтів, грн.	3826260,00
Число робітників, чол.	11
Витрати коштів на придбання обладнання, грн.	1500000,00
Експлуатаційні витрати, грн..	2881564,05
- зарплата виробничих робітників, грн.	1980000,00
- відрахування на амортизацію обладнання та будівель і споруд, грн.	328950,00
- витрати на оплату використаної електроенергії, грн.	390000,00
- витрати на оплату ремонтних матеріалів, грн.	98685,00
- інші невраховані витрати коштів, грн..	83929,05
Собівартість ремонтних робіт, грн	2939195,33
Річний прибуток господарства від ТО та ремонтів, грн.	887064,67
Рентабельність підприємства, %	30,20
Приріст прибутку, грн.	1705936,89
Термін окупаємості додаткових капіталовкладень, років	1,69

46ДП.082 000 000 38

Проаналізовано роботу підприємства Дніпрообленерго і встановлено значні можливості підприємства в плані надання послуг з ремонту електродвигунів. Слюсарі підприємства володіють необхідними знаннями та в більшості випадків виконують ремонти електродвигунів, трансформаторів, пускових реле та інших приладів.

Виконувані роботи носять випадковий характер та незабезпечені необхідним обладнанням.

В проекті спроектовано дільницю з ремонту промислового електрообладнання і визначено програму ремонту та її трудомісткість, так трудомісткість ремонтних робіт складає 22000 люд. год., що відповідає 73,3 умовним ремонтам.

Площа дільниці розрахована за площею зайнятого обладнання та коефіцієнта, що враховує робочі зони та проходи, так площа дільниці становить 216 м^2, площа дільниці пропитки лаком 54 м^2, площа випробувальної дільниці 36 м^2.

Кількість робітників необхідних для виконання даного об'єму робіт становить 14 чоловік 11 з яких основні робітники, що виконують безпосередньо ремонтні роботи, а 4 робітники це допоміжні, обслуговуючий персонал та один інженерно-технічний працівник.

Розроблено конструкцію стенду для проведення розбирально-складальних робіт. Так на стенді можливе як розбирання та складання електродвигуна, а також дефектовка статору та корпусу електродвигуна.

Таким чином результати техніко – економічної оцінки проектних рішень показують, що удосконалення організації технології ремонту та обслуговування електроприладів дозволяє отримати річний прибуток підприємства 887065 грн, при цьому термін окупності капітальних витрат складає 1,7 років.

46ДП.082 000 000 38

Залізні висновки

ДДАЕУ