

Міністерство освіти і науки України  
Український державний університет науки і технологій

Львівський інститут

(назва факультету)

Рухомий склад залізниць і колія

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

бакалавр

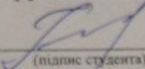
(ступінь вищої освіти)

на тему: «Удосконалення технології ремонту електричних машин в умовах Львівського ЛРЗ»

за освітньою програмою Локомотиви та локомотивне господарство  
зі спеціальності: 273 "Залізничний транспорт"

(шифр і назва спеціальності)

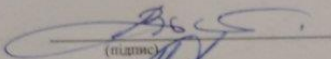
Виконав: студент групи: ЛГ 19117

  
(підпис студента)

/ Дмитро ГОВДИШ /

(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

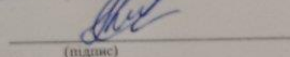
Керівник:

  
(підпис)

/ доцент Володимир ДЖУС /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Нормоконтролер:

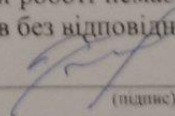
  
(підпис)

/ викладач Іван КРАВЕЦЬ /

(посада, Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Засвідчую, що у цій роботі немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент

  
(підпис)

Львів – 2022 рік

Ministry of Education and Science of Ukraine  
Ukrainian State University of Science and Technologies

Lviv Institute

(faculty)

Railway Rolling Stock and Tracks

(department)

Explanatory Note

to Master's Thesis

Bachelor

(higher education degree)

on the topic: Improving the technology of repair of electric machines in the  
conditions of Lviv LRZ

according to educational curriculum Locomotives and locomotive economy

in the Speciality: 273 "Railway transport"

(speciality and its code )

Done by the student of the group: ЛІГ 19117

/ Dmytro HOVDYSH /

(name, surname)

Scientific Supervisor:

/ docent Voldymyr DZHUS /

(position, name, surname)

Normative controller :





/ lecturer Ivan KRAVETS /

(position, name, surname)

Lviv – 2022

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ В ЦЕХУ .....	9
1.1 АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ В ЦЕХУ .....	9
1.2 РОЗРАХУНОК ОСНОВНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ ЦЕХУ .....	30
1.3 ВИЗНАЧЕННЯ НЕОБХІДНОЇ ВИРОБНИЧОЇ ПЛОЩІ ЦЕХУ .....	31
2 РОЗРОБКА ПРОЕКТУ ТЕХНІЧНОГО ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ЕЛЕКТРОМАШИННОГО ЦЕХУ .....	33
2.1 ТЕХНІЧНЕ ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ЕЛЕКТРОМАШИННОГО ЦЕХУ ЯК ШЛЯХ ЗБІЛЬШЕННЯ ВИРОБНИЧОЇ ПОТУЖНОСТІ ЛРЗ.....	33
2.2 ПРОПОЗИЦІЇ З РЕКОНСТРУКЦІЇ ЕЛЕКТРОМАШИННОГО ЦЕХУ .....	35
2.3 ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОСОЧУВАЛЬНОГО ВІДДІЛЕННЯ У ЕЛЕКТРОМАШИННОМУ ЦЕХУ .....	37
3 ПОКРАЩЕННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ ТЕХНІЧНОМУ ПЕРЕОСНАЩЕННІ ЕЛЕКТРОМАШИННОГО ЦЕХУ .....	40
3.1 АНАЛІЗ СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ У ЕЛЕКТРОМАШИННОМУ ЦЕХУ .....	40
3.2 РОЗРОБКА ЗАХОДІВ З ПОКРАЩЕННЯ СТАНУ ОХОРОНИ ПРАЦІ У ЕЛЕКТРОМАШИННОМУ ЦЕХУ ПРИ ЙОГО ПЕРЕОСНАЩЕННІ .....	42
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ .....	48
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	50
ДОДАТОК А .....	52
ДОДАТОК Б .....	53
ДОДАТОК В .....	54
ДОДАТОК Г .....	55

0041.190536.01.ВКР.ПЗ									
Зм	Арк	№ документа	Підпис	Дата	Удосконалення технології ремонтів електричних машин в умовах Львівського ЛРЗ	Літера	Аркуш	Аркушів	
Розробив		Д ГОВДИШ		13.06				5	55
Консульт									
Керівник		В ДЖУС		13.06					
Н. контр.		І КРАВЕЦЬ		13.06					
Зав. каф.		О БАЛЬ		13.06					
						ЛІ УДУНТ			

**(ЗАВДАННЯ НА РОБОТУ (ОКРЕМИЙ ДОКУМЕНТ, ОДИН ЛИСТ З  
ДВОХ СТОРІН ЗГІДНО ШАБЛОНУ)**

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи бакалавра:

(рівень освіти)

55 с., 3 рис., 4 табл., 4 додатки, 14 джерел.

Об'єкт розробки – технологія ремонту електричних машин у Львівському ЛРЗ.

Мета роботи – удосконалення технології ремонту електричних машин в умовах Львівського ЛРЗ.

Методи дослідження проявляються в удосконаленні процесу ремонту тягових електричних двигунів на Львівському локомотиворемонтному заводі шляхом реконструкції електромашинного цеху та удосконалення технології випробувань тягових електричних двигунів. Для досягнення вказаної мети у дипломному проекті проаналізовано технологічний процес ремонту тягових електродвигунів, запропоновано проект реконструкції та відповідне технологічне оснащення.

Розглянуто організацію виробничого процесу ремонту в цеху з основними показниками та необхідною виробничою площею цеху.

Опрацьовано проект технічного переоснащення електромашинного цеху, як можливості збільшення потужності ЛРЗ.

Ключові слова: ЯКІР, ЦЕХ, ТЯГОВИЙ ЕЛЕКТРОДВИГУН, ТЕХНОЛОГІЯ РЕМОНТУ, ВИРОБНИЧІ ПЛОЩІ

**ПЕРЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ,  
СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ**

ЛРЗ	локомотиво-ремонтний завод
УЗ	Укрзалізниця
СРСР	Союз Радянських Соціалістичних Республік
ЛЛРЗ	Львівський Локомотиво-ремонтний завод
КР	капітальний ремонт
ТЕД	тяговий електродвигун

						Арк.
						7
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

## ВСТУП

У сучасних ринкових економічних умовах, які склалися на залізницях України, гостро постала проблема реформування локомотиворемонтних підприємств.

Основними задачами транспорту є своєчасне, якісне і повне задоволення потреб народного господарства і населення в перевезеннях, підвищення економічної ефективності його роботи. Для цього необхідно забезпечити удосконалювання організації експлуатаційної роботи залізниць, ремонту й утримання колії і рухомого складу, значно підвищити продуктивність локомотивів і вагонів, збільшити швидкості руху поїздів, прискорити оборот вагонів; забезпечити подальший розвиток і технічне переозброєння локомотивних і вагонних депо, заводів по ремонті рухомого складу.

Ремонтна індустрія залізничного транспорту - це складна динамічна система з великою кількістю підприємств. Номенклатура виробництва заводів нараховує кілька тисяч різних виробів.

Підвищення ефективності виробництва на ремонтних заводах залежить від прискорення науково-технічного прогресу і насамперед від технічного переозброєння, удосконалювання організації виробництва і технології ремонту локомотивів, вагонів, шляхових машин, виготовлення запасних частин і заміни морально застарілого верстатного парку. В даний час технічна база локомотиворемонтних заводів підсилюється за рахунок оснащення їхніми автоматичними лініями, установки верстатів з числовим програмним керуванням, застосування спеціальних верстатів і сучасного ковальсько-пресового устаткування.

Важливий фактор підвищення ефективності ремонтного виробництва - ріст продуктивності праці. Економія і раціональне використання усіх видів ресурсів - також важливий фактор підвищення економічної ефективності при мінімумі витрат.

Реалізація поставлених перед залізничним транспортом і його ремонтною індустрією задач потребує від інженерно-технічних кадрів підприємств більш

						Арк.
						8
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

глибокого вивчення організації, планування, керування та економіки виробництва.

Перехід підприємств до ринкових умов дає колективам можливість посправжньому відчувати і свої нові права, і нелегкий тягар відповідальності. І хоча ринкова реформа робить лише перші кроки, а нові методи господарювання ще тільки освоюються, вони вже починають позитивно позначатися на рішенні багатьох виробничих і соціальних проблем, на всій обстановці на транспорті.

Метою даного дипломного проекту є удосконалення процесу ремонту тягових електричних двигунів на Львівському локомотиворемонтному заводі шляхом реконструкції електромашинного цеху та удосконалення технології випробувань тягових електричних двигунів. Для досягнення вказаної мети у дипломному проекті проаналізовано технологічний процес ремонту тягових електродвигунів, запропоновано проект реконструкції та відповідне технологічне оснащення.

У технологічному процесі роботи заводу важливе місце займають питання охорони праці, чому присвячений окремий розділ роботи.

Майбутній інженер повинний чітко уявляти собі, як краще, ефективніше організувати роботу на конкретній ділянці виробництва, як використовувати досягнення, науково-технічного прогресу, що потрібно зробити для підвищення продуктивності праці і зниження собівартості, як організувати роботу госпрозрахункових виробничих бригад, провести атестацію і раціоналізацію робочих місць, проаналізувати виробничо-господарську діяльність, як максимально використовувати людський фактор при організації праці.

						Арк.
						9
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

# 1 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧОГО ПРОЦЕСУ РЕМОНТУ В ЦЕХУ

## 1.1 Аналіз організації виробничого процесу ремонту тягових електродвигунів в цеху

Для тягових двигунів електрорухомого складу встановлений плановий заводський ремонт двох об'ємів: КР-1 – без зміни ізоляції обмоток і КР-2 – зі зміною ізоляції обмоток.

Коротко розглянемо технологію ремонту тягових електродвигунів на Львівському ЛРЗ.

Тягові електричні тягові двигуни повинні надходити в ремонт комплектно в зібраному стані без підміни деталей. Тягові двигуни повинні бути очищені від бруду ззовні. Польштери моторно-вісьових підшипників і постійні заглушки вентиляційних отворів повинні встановлюватись на обладнаних ними двигунах.

У комплект тягових двигунів, які надходять у ремонт, не входять: шестерні і кожухи зубчастих передач тягових двигунів, вкладиші і вовняне підбивання моторно-вісьових підшипників, вентиляційні патрубки, заземлюючі проводи.

Тягові електродвигуни надходять на завод з технічним паспортом. У технічному паспорті вказуються дані про виконаний пробіг від початку експлуатації і між ремонтами, про проведені раніше ремонти і модернізації, про несправності тягових двигунів, якщо вони мали місце, а також про причини відправлення тягових двигунів у ремонт. Приймати тягові двигуни в ремонт без технічних паспортів або з підміненими паспортами забороняється.

У виняткових випадках при втраті технічного паспорта за заявкою в депо на ремонтному підприємстві оформляти дублікат відповідно до вимог наказу №261 Міністерства транспорту України.

При відсутності даних про пробіг тягових двигунів після ремонту встановлюється вид ремонту по їх технічному стану (КР-1 або КР-2).

Після ремонту оформлений технічний паспорт разом з тяговим двигуном відправляють в депо. У паспорті повинен бути зроблений запис про вид зробленого ремонту основних вузлів (остова, якоря), модернізації і відомості про встановлені підшипники. До паспорта повинні бути прикладені результати

						Арк.
						10
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

випробувань електричних тягових двигунів.

Відповідальність за відомості, зазначені в паспорті, несе майстер електромашинного цеху і майстер ВТК.

При транспортуванні двигунів вони повинні бути захищені від попадання вологи, забруднення і механічних ушкоджень. Транспортування якорів тягових електродвигунів у ремонт і з ремонту на платформах та іншому транспорті необхідно проводити в упаковці, що забезпечує їхню схоронність. Зберігати тягові двигуни необхідно в закритому приміщенні.

Ремонт тягових двигунів виконується відповідно до «Правил ремонту електричних машин, електровозів і електропоїздів № ЦТ-0063» [1].

При ремонті локомотивів на заводі виконують просочування електричних тягових двигунів зі зняттям їх з рухомого складу і розбиранням.

Заводський ремонт електричних тягових двигунів без зміни ізоляції проводять одночасно із заводським ремонтом локомотивів першого об'єму. Мета цього виду ремонту - покращення ізоляції обмоток, оздоровлення вузлів і деталей, що забезпечують їх надійну роботу. При заводському ремонті електричних тягових двигунів першого обсягу розбирають тягові двигуни, знімають і ремонтують полюсні котушки з заміною покривної ізоляції, перевіряють та замінюють непридатні кабелі, компаундують котушки і покривають їх лаком. Зношені поверхні остова і його деталей наплавляють, а потім механічно обробляють. При необхідності замінюють вал, несправні дровові бандажі, пазові клини та інші деталі якоря, заміна яких не потребує перемотування обмотки. Ізоляцію якірної обмотки дворазово просочують, причому перше просочування обмоток якорів тягових двигунів проводять вакуумно-нагнітальним способом.

Крім цього, ремонтують або замінюють якірні підшипники, щіткотримачі та їх кронштейни, кришки колекторних люків, кріпильні та інші деталі. Після ремонту деталей і вузлів електричні тягові двигуни збирають, випробовують на стенді та фарбують.

Заводський ремонт електричних тягових двигунів зі зміною ізоляції, як

						Арк.
						11
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

правило, проводять одночасно із заводським ремонтом локомотивів другого обсягу. Мета цього виду ремонту - відновлення деталей і вузлів, заміна основної корпусної ізоляції обмоток якоря і полюсних котушок. При заводському ремонту електричних тягових двигунів застосовують єдині норми допусків і зносів вказаних в [1].

Також проводять необхідні роботи з модернізації аварійних вузлів, що забезпечують надійну роботу тягових двигунів до наступного заводського ремонту.

При заводському ремонті другого обсягу тягові двигуни розбирають, знімають полюсні котушки і обмотки якоря, замінюють корпусні, а при необхідності міжшарову і міжвиткову ізоляцію котушок. Після перемотування і заміни непридатних вивідних проводів котушки дворазово покривають лаком. При ремонті остова заварюють тріщини, наплавляють і обробляють зношені поверхні. Підшипникові щити, кришки щитів, букси моторно-вісьових підшипників, сердечники полюсів, кришки колекторних люків та інші деталі остова ремонтують або замінюють.

Механічну частину якоря ремонтують при необхідності з повним розбиранням осердя, заміною вала, натискних шайб і пакета сталі. Колектор розбирають і ремонтують зі зніманням міді. Замінюють несправні міканітові манжети, циліндри, ізоляційні і мідні колекторні пластини. Обмотку якорів ремонтують з повною заміною ізоляції і в разі потреби замінюють мідь секцій. Ізоляцію обмотки якоря відновлюють або замінюють і дворазово просочують.

Якірні роликові підшипники ремонтують або замінюють новими. Щіткотримачі і кронштейни розбирають, відновлюють і замінюють несправні деталі. Після ремонту і збирання тягових двигунів випробовують на стенді і фарбують.

Для електровозів постійного струму встановлені такі норми пробігу: КР1 - 700 тис. км, КР2 - 2100 тис. км. Терміни, порядок ремонту та заміни ізоляції обмоток електричних тягових двигунів встановлює Укрзалізниця.

При процесі ремонту тягових двигунів дотримуються наступних правил.

						Арк.
						12
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Тягові двигуни, які поступають в ремонт, продувають сухим стисненим повітрям 0,2...0,3 МПа. Очищення тягових двигунів у зібраному стані виконують в мийних установках, у яких миючою рідиною повинен бути засіб для обмивки ізоляції. При використанні інших миючих засобів приймають заходи, що виключають попадання рідини у середину двигуна. Також використовують шкребки, обтирання і т.д. Розбирання і ремонт неочищених тягових двигунів забороняється. Остов і деталі електричних тягових двигунів, які не мають ізоляційних покриттів, промиваються і продуваються.

Очищення якоря, статора і полюсних котушок від експлуатаційних забруднень допускається проводити в миючих установках за допомогою синтетичних миючих засобів із забезпеченням схоронності ізоляції і наступного сушіння від можливого зволоження. При цьому не допускають тривалого (більше 0,5 години) відстою між очищенням і сушінням.

Випресування і запресування підшипникових щитів, роликів і кулькових підшипників або підшипників ковзання проводять за допомогою спеціальних пристроїв, пресів, індукційних нагрівачів або віджимних болтів з рівномірним тиском без перекосів, ударів і ушкоджень. Забороняється піднімати і пересувати котушки полюсів тягових двигунів за вивідні проводи.

Прохідні отвори під болти і заклепки при відносному їхньому зсуві у сплучних деталях, який не допускає постановку болта або заклепки відповідного розміру, виправляють розсверлюванням, розгортанням, або заплавою з наступним виготовленням нових. Збільшення діаметра отворів оплавленням не допускається.

При кріпленні деталей тягових двигунів забороняється залишати або встановлювати заново болти і гайки, що мають зношену, або пошкоджену різьбу, забиті грані головок або тріщини. Нарізку болтів, гайок і отворів для кріплення полюсів, моторно-вісьових букс, підшипникових щитів, кронштейнів щіткотримачів, вентиляторів, натискних шайб, деталей карданної передачі, колекторів, металевих фланців, кожухів зубчатих передач і кронштейнів підвіски перевіряють різьбовими калібрами зі ступенем точності 7Н і 8д згідно

						Арк.
						13
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

ГОСТ16093-81.

Підшипникові щити і букси моторно-вісьових підшипників тягових двигунів встановлюють в горловини остова з натягом. Підшипникові щити повинні щільно прилягати до торцевої поверхні остова, загальна довжина місцевих нещільностей допускається не більше  $1/8$  довжини окружності.

Задири, задирки і забоїни на привалочних поверхнях не допускаються. Радіальний і осьовий зазори в підшипниках повинні знаходитися в межах норм.

Підшипники кочення перед установкою необхідно промити і змастити мінеральним маслом. Консистентне мастило в підшипники закладати між роликками і сепаратором, а також між сепаратором і буртами зовнішнього кільця. Зовнішнє лабіринтове ущільнення і камеру підшипникового вузла з каналом заповнюють мастилом повністю; другу камеру заповнюють на  $1/3 - 2/3$  її обсягу (на  $1/3$ , якщо вона менше, і на  $2/3$ , якщо вона більше першої камери, на  $1/2$  - при камерах рівного обсягу). Внутрішнє ущільнення промащують. Атмосферні камери і канали продувають, мастилом не заповнюють.

Ремонт підшипників виконують відповідно до [2].

Щіткотримачі встановлюють так, щоб відстань від них до робочої поверхні колектора і до півників була витримана відповідно до норм від 3 до 12 мм, а щітки в обох крайніх положеннях якоря залишаються на робочій частині колектора.

У випадках, коли при налаштуванні комутації й установці щіток на нейтралі виникає необхідність заміни кронштейнів або щіткотримачів, проводять підбір їх по установочних розмірах, забезпечуючи установку щіток на колишнє місце на колекторі. Паралельність поздовжніх осей вікон щіткотримачів і колекторних пластин на довжині пластини не повинна перевищувати 1 мм.

Забороняється зміна букс моторно-вісьових підшипників без припасування їх по посадкових площинах до горловини остова.

У процесі складання або на зібраних електротягових двигунах перевіряють:

- радіальні зазори в підшипниках;
- розбіг якоря в осьовому напрямку;

						Арк.
						14
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

- зазори між щітками і щіткотримачем, рівномірність розміщення щіток по окружності колектора і натискання на щітки (рукою);
- відстань від корпусу щіткотримача до робочої поверхні колектора;
- зазор між півниками колектора і щіткотримачем (при найбільшому зсуві якоря убік щіткотримача);
- биття колектора;
- відстань по діаметру між серединами сердечників полюсів і розміщення полюсів по окружності якоря (за винятком тягових двигунів, де така перевірка неможлива);
- відповідність кресленню положення отворів під болти кронштейнів щодо осей полюсів тягових двигунів (при необхідності);
- наявність зазору між щитами і кришками підшипникових щитів при роликових підшипниках;
- зазори між кришкою підшипникового щита й упорною втулкою, між кришкою підшипникового щита і лабіринтовим кільцем;
- щільність прилягання підшипникового щита до остова;
- відстань від торця моторно-вісьової горловини до торця вала;
- торцеве биття підшипників тягових двигунів;
- відстань між валом і отворами для кріплення кожуха зубчастої передачі (перевіряється кондуктором або шаблоном);
- міцність кріплення болтових з'єднань, натяг і міцність кріплення вентилятора.

Після приймання тягових двигунів, головки полюсних болтів, де це передбачено конструкцією, заливають розплавленою компаундною масою або іншим матеріалом відповідно до креслення. На вивідні проводи тягових двигунів електровозів і електропоїздів надягають пожежні рукави або захисні рукави, просочені вогнестійким і вологостійким складом і покриті емаллю відповідно до креслення.

Покриття електричних тягових двигунів лаками або емаллями проводять відповідно до вимог креслення.

						Арк.
						15
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Заводи по ремонту електровозів, тепловозів, електропоїздів, а також спеціалізовані заводи з ремонту електричних тягових двигунів мають у електромашинному цеху відділення з розбирання та дефектування тягових двигунів. До розбірно-дефектувального відділення пред'являють значні вимоги щодо високоякісного розбирання електричних тягових двигунів, що забезпечує збереження максимальної кількості деталей і вузлів для подальшого їх використання при ремонті.

Якість розбирання тягових двигунів безпосередньо впливає на процент заміни деталей, а відповідно, на трудоемність і собівартість ремонту.

Електричні тягові двигуни, працюють у важких експлуатаційних умовах. Тому багато деталей і вузлів електродвигунів скріплені між собою не тільки різьбовими з'єднаннями, але і за допомогою нерухомих посадок.

Основна трудоемність розбирання електричних тягових двигунів полягає в розділенні деталей, зв'язаних між собою перехідними посадками (напружена, туга, глуха) і посадка з натягом (пресова, гаряча).

В цих випадках застосовують великі зусилля для подолання опору при зміщенні однієї деталі відносно другої. Наприклад для зняття лабіринтної втулки з валу якоря тягового двигуна НБ-406 прикладають зусилля, що досягає 600–700 кН.

Розбірно-дефектувальне відділення на Львівському ЛРЗ оснащено всіма необхідними сучасними механізмами, нестандартним обладнанням і спеціальними пристосуванням, яке забезпечує максимальну механізацію розбірних процесів і виключає псування деталей при розбиранні електричних тягових двигунів. Відділення має наступне основне обладнання:

- кран мостовий вантажопідйомністю 10 т і консольно поворотні кран-балки вантажопідйомністю 0,5 т;
- самохідні рейкові візки для перевезення міжцехових деталей;
- продувну камеру для очищення двигунів і якорів стисненим повітрям;
- установку для попереднього миття тягових двигунів перед розбиранням;
- конвеєрну лінію для розбирання тягових двигунів і демонтажу магнітної

						Арк.
						16
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

системи;

- мийні тягові двигуни для очищення остовів, якорів та інших деталей;
- установку для механічного обертання якорів в процесі їх дефектування;
- індукційні нагрівачі для знімання внутрішніх кілець роликів підшипників з валів якорів і лабіринтових кілець кришок підшипникових щитів;
- горизонтальний гідравлічний прес для зняття з валів якорів лабіринтових втулок;
- верстат-автомат для випресовки текстолітових клинів з пазів якорів тягових двигунів;
- верстат для виїмки обмоток якорів відцентровим способом та інше.

У розбірне відділення електричні тягові двигуни надходять зі складу ремонтного фонду. Ці склади не мають опалення, тому в зимовий час добовий запас електричних тягових двигунів розміщують безпосередньо в розбірному відділенні, щоб тягові двигуни прогрілися до температури навколишнього середовища цеху перед очищенням і подальшим розбиранням.

Остови тягових двигунів під час дефектування піддають зовнішньому огляду для виявлення тріщин, відламів кронштейнів та інших видимих дефектів. Тріщини виявляють за допомогою лупи 4-6-кратного збільшення.

Перевірці підлягають всі різьбові і гладкі отвори. Останні в залежності від діаметра перевіряють пробками, скобами, калібрами або універсальним вимірювальним інструментом. Відповідальні різьбові отвори (для кріплення підшипникових щитів, кришок, кожуха зубчастої передачі та ін.) перевіряють прохідними і непрохідними різьбовими калібрами третього класу точності.

Незалежно від виду ремонту двигуна штіхмасом перевіряють діаметри горловин під моторно-вісьові підшипники і підшипникові щити, при цьому букси моторно-вісьових підшипників повинні бути щільно прикручені до остову. Наявність еліптичності визначають за різницею двох взаємно перпендикулярних діаметрів, а конусності - з різниці діаметрів на початку і наприкінці горловин. Довжину остова по торцях горловин під підшипникові

						Арк.
						17
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

щити вимірюють спеціальною мікрометричною скобою. Товщину привалочних виступів для кріплення букс і товщину горловини для кріплення підшипникових щитів перевіряють штангенциркулем. Знос пластин опорних кронштейнів встановлюють зовнішнім оглядом, вимірюванням їх товщини і перевіркою відстаней між верхнім і нижнім кронштейнами. Крім того, перевіряють цілісність і міцність заклепок.

Для контролю централі беруть середні значення радіусів горловин моторно-вісьових підшипників, горловин під підшипникові щити й додають розмір перемички між ними.

Знос посадочних поверхонь букс, в результаті якого порушується їх туга посадка в остов, перевіряють спеціальною скобою з мікрометричним гвинтом. Вимірювання роблять на початку і наприкінці замкових з'єднань кожної букси. Тріщини в листі стінок масляних камер виявляють перевіркою на непроникність гідравлічною опрессовкою.

Під час дефектування підшипникових щитів і кришок обов'язковій перевірці підлягають діаметри посадкових поверхонь щитів у остов і кришок в щити; їх вимірюють мікрометричними скобами. Діаметр гнізда під підшипники перевіряють прохідними і непрохідними калібрами. Діаметр і довжину лабіринтових отворів, а також глибину канавок перевіряють спеціальними шаблонами.

При огляді і дефектуванні осердь полюсів особливу увагу звертають на міцність заклепок, відсутність тріщин та зломів в боковинах головних полюсів і в діамагнітних кутниках додаткових полюсів. Обов'язковій перевірці підлягають різьбові отвори для кріплення полюсів до остову. При зриві різьби більш ніж двох ниток або невідповідність вимогам калібрів третього класу точності різьблення бракують і стержень головного полюса замінюють новим. До виходу з ладу полюсів відносять значні забоїни на поверхні прилягання до остову і на поверхні, зверненій до якоря. Особливу увагу звертають на розпушення і розшарування листів осердя головного полюса.

Електричну міцність ізоляції кронштейнів щіткотримачів перевіряють

						Арк.
						18
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

мегомметром. Пошкоджену ізоляцію з підгорами та обвуглювання бракують. До ізоляторів висувають вимоги цілісності глазурі, відсутність тріщин і відколів; при зазначених дефектах ізолятори замінюють.

При дефектуванні щіткотримачів вікна під щітки перевіряють прохідними і непрохідними калібрами. Щіткотримачі, що мають зрив ниток різьби, змінання гребінок, тріщини в корпусах, розроблені отвори під болти і осі, підлягають відновленню при ремонті. Дрібні деталі щіткотримачів - осі, обойми, натискні пальці, пружини - у разі їх несправності не ремонтують, а замінюють новими.

Перед зняттям полюсів з остову вимірюють омичний опір кіл головних і додаткових котушок в холодному стані, а також перевіряють їх електричну міцність ізоляції. Пробій ізоляції котушок полюсів виявляють мегомметром (при пробі ізоляції мегомметр дає нульове показання).

Обрив шин і надломи витків котушок визначають за завищеним опором, який вимірюється мостом. Цим же методом виявляють і розпаювання вивідних кінців в патронах. На відсутність міжвиткових замикань, котушки перевіряють спеціальним приладом, принцип роботи якого засновано на подачі високої імпульсної напруги. Котушки тягових двигунів, що мають пробі ізоляції, міжвиткові замикання, обгари ізоляції, злами затискачів та інші дефекти, передають в ремонт. Котушки допоміжних тягових двигунів, виготовлені з тонких провідників і мають який-небудь із зазначених дефектів, бракують і не ремонтують.

Для попередження випуску на лінію електричних тягових двигунів з валами, які мають приховані тріщини чи інші дефекти, що порушують їх механічну міцність, проводять магнітну дефектоскопію валів, що дозволяє своєчасно виявити і вилучити бракований вал. Магнітного контролю по всій довжині підлягають вали тягових двигунів ДК-103 після пробігу 550 тис км, для чого вал випрессовують з осердя якоря. Вали інших тягових двигунів перевіряють, не випрессовуючи їх з якорів, але знявши попередньо кільця роликів підшипників, упорні і лабіринтові втулки. Для магнітної дефектоскопії валів використовують круглий ексцентричний або сідлоподібний магнітний

						Арк.
						19
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

дефектоскоп системи Геккера. Для виявлення дефекту застосовують магнітну суміш із трансформаторного масла, керосину і залізного порошку.

Дефектоскоп встановлюють на перевіряючу ділянку валу, включають намагнічуючу котушку дефектоскопа і поливають контрольовану ділянку валу струменем добре розмішаної магнітної суміші. При цьому порошок накопичується по контурах тріщин і дає чіткий вигляд дефектного місця. Щоб уникнути помилок частину валу, на якому виявлено скупчення металічного порошку, перевіряють вдруге. Контроль виконують послідовним переміщенням дефектоскопа по ділянках вала довжиною 150-200 мм. Після перевірки валу по всій довжині його двічі повертають на  $120^\circ$  і в кожному з цих положень також перевіряють зазначеним способом.

Результати магнітного контролю записують в Журнал реєстрації перевірки валів магнітним контролем і в Ремонтний лист. У тих випадках, коли тріщин не виявлено, вимірюють мікрометром діаметри шийок валу під посадку роликів кілець, а також ущільнюючих і лабіринтових втулок для визначення їх зносу. Крім того, спеціальним калібром заміряють діаметр і довжину конусу валу.

Роликові кільця і лабіринтові втулки знімають з валу, оглядають і вимірюють за зовнішнім, внутрішнім діаметром і довжиною. Роликові кільця маючі тріщини, виробку по біговій доріжці, риски, раковини та інші дефекти, не дозволяючи виправити кільце в межах норм, бракують і повторно не використовують.

Електричну міцність ізоляції обмоток якорів перевіряють мегомметром, нульове показання якого вказує на наявність пробою.

На деяких якорях при зовнішньому огляді виявляють підгари колекторних пластин і виплавлення припою з їх півників. Сліди вигорання ізоляції між двома діаметрально протилежними парами сусідніх колекторних пластин при хвильовій обмотці свідчать про наявність повного або часткового обриву витків обмотки якоря. У процесі дефектування перевіряють обмотку якоря на міжвиткові замикання, цілісність електричного кола та якість пайки котушок.

При заводському ремонті першого обсягу перевіряють якість пайки

						Арк.
						20
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

металевих бандажів, а також цілісність і міцність посадки текстолітових клинів в пазах осердя якоря. Колектор при дефектуванні піддають зовнішньому огляду і вимірюють діаметр його робочої поверхні, діаметр по півнику та довжину півників в осьовому напрямку. Отримані результати вимірювань записують у ремонтний лист.

Коли оглядають осердя якоря особливу увагу звертають на наступні дефекти: ослаблення та розпушений пакет сталі, пошкодження поверхні зубцевого шару, криволінійність пазів, пропали і злами зубців, тріщини в натискних шайбах і вентиляторах. При виявленні перелічених дефектів осердя якоря підлягає перебиранні з ремонтом або заміною несправних деталей [3, 4].

У електромашинному цеху ремонтують електричні машини для електровозів, що проходять ремонт на заводі а також для потреб депо залізниць (на лінію). Таким чином, виробнича програма електромашинного цеху визначається кількістю електричних машин, які ремонтуються для потреб заводу та для потреб мережі.

Процес ремонту електричних машин необхідно організовувати у відповідності з мережевими графіками, що розробляються на кожен вид машини. Відремонтовані тягові електродвигуни у відповідності зі строками, що встановлені заводським графіком, передають у візковий цех а допоміжні машини - у електроапаратний цех.

Тепер розглянемо рекомендації по організації процесу ремонту електромашинного цеху, що наведені у [5] та порівняємо їх з фактичним станом справ на Львівському ЛРЗ.

У електромашинному цеху повинні бути організовані спеціалізовані ділянки, які призначені для виконання певної частини робіт виробничого процесу ремонту машин. Головна задача ділянок - проводити ремонт окремих деталей відповідно до технологічного процесу і вчасно подавати їх на зборку.

У склад електромашинного цеху повинні входити наступні дільниці: розбирально-дефектувальна, якірна, секційна, сушильно-просочувальна з котушечним відділенням, механічна, збиральна з випробувальною станцією.

						Арк.
						21
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

На розбирально-дефектувальній дільниці повинні проводитись розбирання машин, очищення та миття деталей, їх дефектування з наступною передачею на спеціалізовані ділянки для ремонту та монтажу. Ці роботи бажано проводити на комплексно-механізованій поточно-конвеєрній лінії, яка працює з заданим тактом. Лінія повинна мати чотири чотири спеціалізовані позиції. На першій позиції знімають люки, сітки, чохла з виводів та інші захисні пристрої. На другій позиції демонтують підшипниковий щит, щіткотримачі та виймають якір з остова. На третій позиції розбирають з'єднання магнітної системи. На четвертій позиції на спеціальному кантувачі демонтують головні та додаткові полюси. Розбирання машин повинно проводитись таким чином, щоб забезпечити збереження деталей для їх повторного використання.

Якірна ділянка призначена для ремонту якоря та повина мати спеціалізовані позиції по ремонту колектора, осердя якоря, укладанню секцій обмотки, паяння та бандажування, механічної обробки після просочування та сушіння.

На секційній дільниці повинно проводитись формування та ізолювання секцій (котушок) якірної обмотки. Технологія виготовлення секцій складна та вимагає чіткого її дотримання, оскільки від якості виготовлення секцій та вкладання їх в пази якоря залежить надійність та довговічність тягового електродвигуна.

На сушильно-просочувальній дільниці з відділенням по ремонту котушок має виконуватись просочування, сушіння та фарбування якорів та полюсних котушок. У котушечному відділенні ремонтують та виготовляють нові котушки та виводи.

Механічна дільниця, до складу якої повинно входити зварювальне відділення, призначена для наплавлення, зварювання та механічної обробки деталей електричних машин, у тому числі таких, як остов, вал, шайби та втулки колектора, щити та кришки і т.і. На даній дільниці також можуть виготовлятися нові деталі по номенклатурі, що встановлена для цеху. Зварювальне відділення може бути виділене у самостійну дільницю.

На збиральній дільниці рекомендується проводити ремонт остовів та

						Арк.
						22
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

щіткотримачів. Бажаним є використання поточно-конвеєрної лінії для збирання тягових електродвигунів.

На першій позиції цієї лінії на спеціальному стенді, який обладнаний кантувачем та маніпулятором, проводять встановлення та кріплення головних та додаткових полюсів. На другій та третій позиціях проводять збирання міжкотушечних з'єднань та виводів. На четвертій позиції збирають щіткотримачі та надягають чохла на виводи. На п'ятій позиції магнітну систему випробовують на пробивній установці та проводять внутрішнє фарбування магнітної системи. На шостій та сьомій позиції встановлюють якір, монтують підшипникові щити.

Зібраний тяговий електродвигун після обкатки на холостому ходу передається на випробувальну станцію. Після випробування, що проводиться під навантаженням по спеціальній програмі, тяговий двигун подають на восьму позицію поточно-конвеєрної лінії, де усувають недоробки та здійснюють доведення тягового електродвигуна. Зібраний тяговий електродвигун після обкатки на холостому ходу передається на випробувальну станцію. Після випробування, яке має проходити під навантаженням по спеціальній програмі, тяговий двигун подають на восьму позицію поточно-конвеєрної лінії, де усувають недоліки та проводять роботи по доведенню тягового електродвигуна. Зібраний тяговий двигун приймають працівники вихідного контролю, потім його передають у візковий цех або відправляють у депо.

Для виконання складного комплексу робіт по ремонту електричних машин з виготовленням нових деталей, таких, як осердя якоря, колектор, полюсні котушки, секції обмотки якоря, електромашинний цех повинен мати достатній парк технологічного обладнання - обмивальні установки, гідравлічні преси, автоклави, сушильні печі, установки для паяння та лудження, станки для накладення корпусної ізоляції секцій якоря та полюсних котушок, різноманітні кантувачі, збиральні стенди, металоріжучі станки.

Для розбирання тягових електродвигунів та обмивання деталей необхідно застосовувати мийні машини прохідного типу та зі столом, який обертається,

						Арк.
						23
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

вिवарочні ванни, гідравлічні преси зусиллям 2000 кН, клиновибивний станок, відцентрову установку для видалення секцій обмотки з пазів осердя якоря, індукційний нагрівач для демонтажу підшипників та лабіринтних ущільнень.

На якірній ділянці повинні бути станки для обробки колекторних пластин після штампування, преси для формування виробів з міканіту, установки для перевірки діелектричної міцності, печі для нагрівання якорів, колекторів, стенд з механізованим приводом для укладання секцій, установки для осаджування секцій перед бандажуванням, клинозабивні станки, установки для паяння півників, станки для накладення бандажа, для продорожування та балансування. Ділянка повинна бути обладнана потужними пресами (200-400кН) для виконання пресових робіт при збиранні заліза осердя якоря та напрусування колектора на вал якоря.

На секційній ділянці, на якій виготовляють секції котушок якоря, повинні бути станки для рубання проводів, станок для гнуття проводів на ребро, станок для зачищення кінців, ванна для лудження кінців проводів, станок для механізованого формування секцій, піч для сушіння, прес для опресування, ванна для просочування, станки для механізованого ізолювання, станок для перемотування скляної стрічки.

Складне технологічне обладнання повинна мати сушильно-просочувальна ділянка. Для виконання просочування, сушіння, фарбування якорів та полюсних котушок застосовують вакуум-нагнітальні баки, автоклави, вакуум-сушильні та індукційні нагрівальні печі, комплекс складного обладнання для приготування та зливу лаку. Враховуючи те, що при просочуванні, фарбуванні якорів та полюсних котушок застосовують речовини (лаки, емалі, компаунди), які виділяють під час сушіння вибухонебезпечну пару та газу, усе електрообладнання відділення повинно виконуватись у вибухобезпечному виконанні, а приміщення відділення повинно відповідати вимогам вибухо- та пожежобезпечності виробництва. Значний ефект на сушильно-просочувальних ділянках може бути досягнутий за рахунок застосування напівавтоматичних

						Арк.
						24
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

ліній просочування та сушіння якорів тягових електродвигунів та полюсних котушок. Ці лінії являють собою комплекс пов'язаних в одне ціле засобів механізації переміщення у процесі просочування та сушіння якорів та котушок, ванн, електронагрівачів повітря, натяжних пристроїв ланцюга конвеєра, приладів контролю температури та часу.

На розбиральній, якірній, збиральній дільницях повинні бути високовольтні випробувальні стенди для перевірки діелектричної міцності секцій, колекторів, якорів, котушок. Електричні машини, особливо тягові електродвигуни, потребують підвищеної експлуатаційної надійності. Тому особливу увагу у електромашинному цеху необхідно приділяти випробувальним стендам, контрольно-вимірювальним приладам та інструменту.

Контрольний апарат цеху, який здійснює поопераційне приймання якості виконаних робіт, повинен мати у розпорядженні нові та ефективні засоби контролю. З цією метою цех необхідно обладнати високовольтними пробивними установками для випробування імпульсною напругою, стендами випробувальної станції, на яких зібрані електричні машини випробовуються за програмою приймально-здавальних випробувань.

На кожную електричну машину, яка ремонтується у цеху, повинен заповнюватись ремонтний паспорт, у якому відмічають усі дефекти, які вимагають усунення, а також усі роботи, що були виконані у процесі ремонту та результати випробування машини.

Електромашинний цех повинен бути обладнаний достатньою кількістю мостових, напівкозлових, консольно-поворотних, настінних кранів та пристосувань для кантування крупногабаритних та важких деталей. Раціональне виконання підйомно-транспортних операцій забезпечується оптимальним плануванням цеху.

Електромашинний цех Львівського ЛЛРЗ являє собою окрему будівлю, розташовану неподалік складального цеху. Особливістю організації ремонтного

						Арк.
						25
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

процесу у цеху є те, що якорі тягових електродвигунів ремонтуються у будівлі цеху допоміжних електричних машин, де розміщені відповідні відділення електромашинного цеху.

Теперішній склад цеху та роботи, що виконуються у відповідних відділеннях наведений у таблиці 1.1. Розміщення будівель цеху на плані заводу показано.

Переміщення тягових електродвигунів та деталей здійснюється у наступній послідовності.

Несправні двигуни поступають у електромашинний цех з відкритої площадки, де вони знаходяться в очікуванні ремонту після зняття з електровоза. Подача електродвигунів у цех здійснюється транспортним візком. Відкрита площадка обладнана козловим краном.

У приміщенні цеху тягові електричні двигуни поступають на першу позицію поточної лінії по розбиранню, де розпочинається їх розбирання. По мірі просування по поточній лінії зняті з двигуна деталі поступають на ремонт у відповідні відділення, перелік яких і роботи, що там проводяться, наведені вище.

Якорі тягових електродвигунів транспортним візком подаються за приміщення цеху, де козловим краном навантажуються на автомобіль марки ЗИЛ 130 і перевозяться до цеху допоміжних машин на ремонт.

Остова тягових електродвигунів поступають на дільницю дефектації, проходять магнітну, ультразвукову та кольорову дефектоскопію. З остовів знімають деталі гарнітури та подають у відповідне відділення.

Полюсні котушки розбираються у відповідному відділення. Їх деталі ремонтуються або замінюються новими. Аналогічно ремонтуються або замінюються новими деталі кріплення остова у відповідному відділенні.

						Арк.
						26
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 - Склад цеху і виконувані роботи

Назва відділення (дільниці)	Роботи, що виконуються
1	2
Будівля електромашинного цеху	
Дільниця по ремонту роликів підшипників	Ремонт роликів підшипників та підшипникових щитів.
Дільниця ремонту гарнітури та деталей кріплення остова	Ремонт деталей моторно-осьових підшипників та системи кріплення остова до візка
Дільниця розбирання тягових електродвигунів	Механізоване розбирання тягових електродвигунів на поточній лінії
Дільниця дефектації остова з деталями	Магнітна, ультразвукова та кольорова дефектоскопія деталей остова
Дільниця зварювання та наплавлення остова з деталями	Відновлення остова зварюванням та наплавленням на напівавтоматизовані поточній лінії та ручними апаратами.
Дільниця механічної обробки остова	Розточування та розгортка циліндричних отворів, відновлення різьби.
Дільниця по ремонту осердь полюсів та механічної обробки щіткотримачів.	Дефектація, розбирання, збирання та відновлення полюсів. Механічна обробка щіткотримачів
Дільниця по ремонту траверс зі щіткотримачами	Ремонт траверс, збирання щіткового вузла
Дільниця слюсарного ремонту і виготовлення кабелів, котушок полюсів та індуктивних шунтів	Ремонт та виготовлення кабелів, полюсних котушок та індуктивних шунтів.
Дільниця ізолювання котушок полюсів та компенсаційних обмоток	Покриття котушок полюсів та компенсаційних обмоток ізоляцією, підготовка кінців обмоток та котушок до збирання тягового електродвигуна
Дільниця складання тягових електродвигунів.	Механізоване складання тягових електродвигунів на поточній лінії
Дільниця випробування тягових електродвигунів.	Випробування механічної міцності, електричної міцності ізоляції, обкатка колісно-моторних блоків
Будівля цеху допоміжних електричних машин.	
Механічне відділення	Ремонт валу та осердя якоря
Колекторне відділення	Ремонт елементів кріплення колектора, колекторних пластин та прокладок
Відділення паяння і зварювання якірних обмоток електричних машин	Підготовка якірних обмоток до збирання якоря

						Арк.
						27
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Далі остов, полюсні котушки, деталі кріплення остова поступають на збиральну дільницю. Туди ж поступають відремонтовані та просочені у цеху допоміжних електричних машин якорі тягових електродвигунів. На дільниці збирання відбувається механізоване збирання тягових електродвигунів.

Після збирання тягові електричні двигуни поступають на дільницю випробувань де піддаються механічним та електричним випробуванням і прийманню представником Укрзалізниці.

Як уже було відзначено, якорі тягових електродвигунів на Львівському локомотиворемонтному заводі ремонтують у цеху допоміжних електричних машин. Після подачі якорів у цех за допомогою транспортного візка проводиться механізоване розбирання якорів. Деталі якоря подаються у відповідні відділення: механічне, колекторне, паяння і зварювання якірних обмоток.

Після проведення ремонту розпочинається збирання якоря, яке закінчується у відділенні вкладання обмоток якоря у пази осердя і підготовкою якоря до просочування.

Просочування відбувається у просочувальному відділенні, обладнаному застарілим устаткуванням для просочування та сушіння виробництва колишнього СРСР.

Після високовольтних випробувань якорів вони приймаються представником Укрзалізниці та подаються у електромашинний цех.

Як видно з опису технологічного процесу ремонту тягових електродвигунів наведеного вище, основним недоліком технологічного процесу у електромашинному цеху Львівського локомотиворемонтного заводу є відсутність прямоочності та поточності.

Відсутність прямоочності полягає у тому, що деталі тягового електродвигуна у процесі ремонту хаотично переміщуються між різними

						Арк.
						28
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

відділеннями які розташовані не за порядком виконання робіт. Більше того, деякі з відділень розбиті на частини і розміщуються у різних частинах цеху. Основна проблема - необхідність переміщення якорів у будівлю цеху допоміжних машин, де проводиться їх ремонт.

Відсутність поточності полягає у відсутності поточних ліній. Фактично у цеху є лише одна поточна лінія - лінія розбирання тягових електродвигунів.

Виробничу потужність цеху характеризує його виробнича площа, кількість робочих змін, кількість працюючих, величина основних фондів у гривнях, енергозбросення. Ефективність використання виробничої потужності співставляється з річним випуском продукції у натуральному і грошовому виразі, тривалістю простою агрегатів у ремонті, цеховою собівартістю їх ремонту, фондівіддачею, коефіцієнтом змінності роботи обладнання.

Основними техніко-економічними показниками електромашинного цеху є: випуск товарної продукції, продуктивність праці, собівартість продукції, фонд заробітної плати, контингент працюючих в цеху (по групах працюючих), номенклатура продукції, середньомісячна заробітна плата.

Програма ремонту для електромашинного цеху планується в кількості тягових електродвигунів за номенклатурою. Замовниками продукції та послуг заводу є залізниці України.

Стан виконання програми ремонту тягових електродвигунів за період з 2016 по 2020 роки наведена в таблиці 1.1. Динаміка програми ремонту наведена на рис. 1.1.

Як видно з рисунок 1.1 річна виробнича програма у останні роки має загальну тенденцію до скорочення, хоча у 2020 році вона дещо зросла у порівнянні з 2019 роком.

						Арк.
						29
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1 - Стан виконання програми ремонту тягових електродвигунів за період з 2016 по 2020 роки

Тип двигуна, вид ремонту	Програма ремонту по роках									
	2016		2017		2018		2019		2020	
	остов	якір	остов	якір	остов	якір	остов	якір	остов	якір
НБ 406:										
КР-1	125	125	169	169	179	179	105	105	79	74
КР-2	182	182	230	230	249	249	99	99	204	209
КР-1	134	134	91	91	82	82	50	50	89	93
КР-2	114	114	108	108	111	111	69	69	104	100
НБ 418:										
КР-1	0	0	8	8	9	9	16	19	16	20
КР-2	42	42	40	40	21	21	41	38	24	20
НБ 412:										
КР-1	58	57	19	20	8	7	8	8	6	6
КР-2	29	30	16	15	4	5	4	4	6	6
ЕД-118 (ТЕ 006): КР-2	0	0	73	73	0	0	78	78	34	34
Всього КР-1	317	316	288	289	278	277	179	182	190	193
Всього КР-2	367	368	467	466	385	386	291	288	342	369

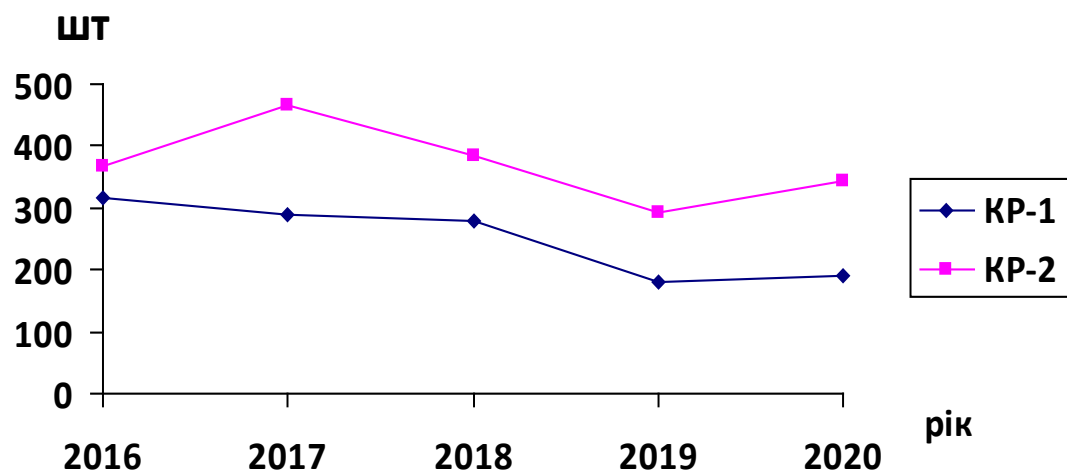


Рисунок 1.1 - Динаміка річної виробничої програми електромашинного цеху

## 1.2 Розрахунок основних показників роботи цеху

Режим роботи цеху визначається видом робочого тижня, кількістю робочих змін в добу і тривалістю робочої зміни з врахуванням технологічної безперервності і інших особливостей виробництва. На основі прийнятого режиму роботи розглядаються річний номінальний і дійсний фонди часу цеху, робочого місця (виробничої позиції), обладнання і працівників [6]. Наведемо один з зазначених показників.

Згідно законодавства України про працю приймемо п'ятиденний робочий тиждень загальною тривалістю  $t_{SN} = 40$  годин з двома вихідними днями, що відповідає тривалості робочої зміни  $t_S = 8$  годин.

На протязі року нараховується така кількість робочих днів:

$$D_p = D_{\text{кал}} - D_{\text{нед}} - D_{\text{суб}} - D_{\text{св}}. \quad (1.1)$$

На тепершній час:

$$D_p = 365,2 - 52 - 52 - 9 = 252 \text{ дні.}$$

При роботі у одну зміну це дасть річний номінальний фонд часу

$$\Phi = 252 \cdot 8 = 2016 \text{ годин.}$$

Ця величина  $\Phi = 2016$  годин називається базовим річним номінальним фондом часу і є початковою для розрахунку при багатозмінній роботі річних дійсних фондів часу усіх видів.

Робочий час у складальному цеху рекомендується організувати у дві зміни, тому річний номінальний фонд часу в нашому випадку буде становити  $\Phi = 4032$  годин.

На відміну від номінального річний дійсний фонд часу враховує регламентовані втрати робочого часу на технічне обслуговування обладнання, щорічні відпустки працівників, тимчасову непрацездатність, виконання державних обов'язків тощо. Усі ці затрати зменшують річний номінальний фонд робочого часу до розмірів дійсного фонду.

Річний номінальний фонд часу:

						Арк.
						31
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

$$\Phi_{\text{цн}} = \lfloor D_p t_s - (m_{\text{нв}} + m_{\text{нп}}) t_m \rfloor S, \quad (1.2)$$

де  $m_{\text{нв}}$  – кількість передвихідних днів,  $m_{\text{нв}} = 52$ ;

$m_{\text{нп}}$  – кількість робочих судот днів,  $m_{\text{нп}} = 8$ ;

$t_m$  – час, на який скорочується тривалість робочої зміни в суботні і передсвяткові дні,  $t_m = 1$  год.

$$\Phi_{\text{цн}} = \lfloor 252 \cdot 8 - (52 + 8) \cdot 1 \rfloor \cdot 2 = 3912 \text{ години.}$$

### 1.3 Визначення необхідної виробничої площі цеху

Визначимо площу цеху методом питомих площ, нормативи для яких наведені у [7].

Загальна виробнича площа цеху за методом питомих площ дорівнює:

$$F_0 = \sum_{i=1}^n f_i K_i \quad (1.3)$$

де  $i$  - індекс вимірювача;

$f_i$  - норма площі на вимірювач,  $\text{м}^2/\text{вим}$ ;

$K_i$  - розрахункова кількість вимірювачів даного типу.

Тобто загальна виробнича площа електромашинного цеху з відділенням по ремонту якорів, просочувально-сушильним відділенням та випробувальною станцією згідно розрахунку повинна становити  $F_0^p = 2433 \text{ м}^2$ .

Фактична площа електромашинного цеху становить  $F_0^{\delta} = 3705 \text{ м}^2$ , тобто є більшою за необхідну на  $1271 \text{ м}^2$ . Це свідчить, що заплановане технічне переоснащення електромашинного цеху та перенесення відділень, у яких проводиться ремонт якорів з цеху допоміжних машин у електромашинний цех технічно можливе – площі цеху дозволяють це зробити. Існуючий резерв площі може бути використаний при збільшені річної програми ремонту.

Розрахунок потрібної виробничої площі цеху приведений в таблиці 1.3.

						Арк.
						32
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 1.3 - Укрупнений розрахунок площі електромашинного цеху (по методу питомих площ)

Назва відділень (ділянок)	Вимірювач	Норма площі на вимірювач	Прийнята кількість вимірювачів	Площа, м <sup>2</sup>
Розбірно-дефектувальне відділення	комплект	1,5	201,5	302
Відділення ремонту остовів	комплект	1,0	201,5	201,5
Відділення ремонту якорів	комплект	2,7	201,5	544,05
Складальне відділення	комплект	1,0	201,5	201,5
Котушково-секційне відділення	комплект	3,0	201,5	604,5
Ізоляційне відділення	комплект	0,4	201,5	80,6
Просочувально-сушильне відділення	Автоклав	60,0	3	180
	Конвеєр	150,0	1	
Випробувальна станція	Стенд	100,0	3	150
Інструментально-роздавальна комора	комплект	0,1	201,5	300
Комора запасних частин	комплект	0,1	201,5	20,15
Комора ізоляційних матеріалів	комплект	0,1	201,5	20,15
Комора комплектування	комплект	0,25	201,5	20,15
Відділення ремонту допоміжних електричних машин	комплект	0,30	201,5	50,375
				2433

## 2 РОЗРОБКА ПРОЕКТУ ТЕХНІЧНОГО ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ЕЛЕКТРОМАШИННОГО ЦЕХУ

### 2.1 Технічне переоснащення електромашинного цеху як шлях збільшення виробничої потужності ЛРЗ

Виробнича потужність заводу по ремонту рухомого складу визначається потужністю цехів, в яких виконуються роботи по розбиранню, ремонту і збиранню кузовів і в цілому рухомого складу, - по сумарній кількості робочих позицій, які розташовані в розбиральних та складальних цехах [8, 9].

Для підвищення рівня використання виробничої потужності підприємства потрібно усувати "вузькі" місця і диспропорції виробничих потужностей складальних, механічних та інших цехів і ділянок підприємства, проводити технічне переозброєння як окремих виробництв, так і в цілому підприємства. Шляхи нарощування виробничої потужності складального цеху Львівського локомотиворемонтного заводу наведені на листі.

На поліпшення використання виробничої потужності підприємства великий вплив має ступінь завантаження технологічного устаткування і тривалість його роботи протягом доби.

Для підвищення коефіцієнта завантаження і змінності роботи устаткування необхідно списувати або передавати іншим підприємствам зайве, малозавантажене устаткування, замінювати фізично зношене і морально застаріле устаткування новим, продуктивнішим, підвищувати рівень спеціалізації і розширювати кооперацію по виготовленню запасних частин, виконувати додаткові роботи на незавантаженому устаткуванні, упроваджувати прогресивні технологічні процеси і режими обробки, багатостатне обслуговування, здійснювати автоматизацію і механізацію основних і допоміжних робіт, розробити і упровадити в масштабі галузі систему взаємного сповіщення підприємств про наявність незавантаженого і зайвого устаткування, що знаходиться на підприємствах, незалежно від їх підлеглості, з метою можливого оперативного перерозподілу цього устаткування.

Комплекс заходів збільшення коефіцієнта змінності роботи устаткування у

									Арк.
									34
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата					

складальному цеху наведений на листі графічної частини.

На більшості промислових підприємств залізничного транспорту здійснюється перервний процес виробництва і майже увесь об'єм робіт, передбачений планом, виконується в першу і другу зміни. У третю зміну виходячи з виробничої і технологічної необхідності працюють лише окремі ділянки (термічна, гальванічна) і устаткування, яке не забезпечує програму виробництва при роботі у дві зміни.

Практика показує, що при перервному виробництві найповніше і ефективно використовуються устаткування і виробничі площі в першій і другій змінах. Як правило на локомотиворемонтних заводах в першій зміні працює близько 85% металообробного устаткування, в другій - 55% і в третій - менше 5%. Із загальної чисельності виробничих працівників в першій зміні працюють 62%, у другій зміні - 35% і в третій - близько 3%.

В більшості випадків при перервному процесі виробництва в третій зміні помітно знижується продуктивність праці. Тому в умовах, де безперервність виробничого процесу не обумовлена його технологією, доцільність використання третьої зміни повинна визначатися виходячи з виробничих і економічних міркувань. На підприємствах з перервним характером процесу виробництва, як правило, застосовується режим роботи у дві зміни.

Разом з тим слід зазначити, що повне використання устаткування і виробничих площ за часом є одним з чинників поліпшення використання виробничої потужності і стає все більш необхідним у зв'язку з скороченням тривалості робочого дня і збільшенням вартості одного робочого місця.

Використання устаткування і виробничих площ прямо залежить від того, наскільки усунені причини цілодобових, цілозмінних і внутрішньозмінних втрат і якою мірою можливе їх скорочення.

Важливим чинником поліпшення використання основних виробничих фондів і виробничих потужностей є скорочення термінів досягнення проектної потужності введених об'єктів і продуктивності техніки. Необхідно не тільки вчасно і якісно побудувати об'єкт, але і своєчасно освоїти його виробничі

						Арк.
						35
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

потужності.

Велика увага приділяється капітальному будівництву і його важливій ланці - проектуванню. Ефективність капітальних вкладень багато в чому залежить від того, які технічні і технологічні рішення були закладені в проєкті.

Особливого значення на сучасному етапі набувають технічне переозброєння і реконструкція діючих підприємств. Останніми роками на промислових підприємствах залізничного транспорту на досягнення цієї мети спрямовуються майже всі засоби, що виділяються за планом капітальних вкладень [8, 9].

## **2.2 Пропозиції з реконструкції електромашинного цеху**

Як уже було відмічено вище, особливістю електромашинного цеху Львівського локомотиво-ремонтного заводу є те, що ремонт якорів тягових електричних двигунів виконується у цеху допоміжних електричних машин, у який якорі доставляються автомобільним транспортом. На теперішній час у цеху не застосовується поточна форма організації виробництва. Крім того, відсутня прямоочність виробництва, що приводить до великої кількості технологічних переміщень усередині цеху та по території заводу.

Дана ситуація негативно впливає на продуктивність праці, забезпечення безпеки працівників та погіршує техніко-економічні показники цеху і заводу в цілому.

На Львівському локомотиво-ремонтному заводі на даний час немає замкнутого циклу ремонту двигунів. Відділення, в яких виконується ремонт вузлів двигуна розміщені по всьому електромашинному цеху, а деякі і за межами цеху. Щоб зробити ремонт двигунів із замкнутим циклом потрібно переставити деяке устаткування електромашинного цеху, а також провести модернізацію застарілого обладнання, або ж придбати нове.

Використання обладнання інших цехів для виконання всіх операцій капітальних ремонтів двигунів потребує значних затрат часу та коштів, а також викликає необхідність використання автомобіля для здійснення операцій транспортування.

Враховуючи специфіку розташування цехів на ВАТ ЛЛРЗ, моральне та

						Арк.
						36
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

технологічне зношення основних фондів, широкий спектр серій електровозів, які проходять капітальні ремонти, у даному дипломному проекті пропонуємо замінити існуючі ремонтні позиції на сучасні, що забезпечать підвищення ефективності праці при безпечному виконанні робіт. Стосовно модернізації обладнання електромашинного цеху, який складається з двох великих цехів для ремонту допоміжних машин та тягових двигунів, пропонуємо забезпечити обладнанням позиції ремонту, збирання та випробовування, а саме:

- у відділенні дефектування якорів провести заміну кантувача якорів тягових двигунів, який має ручний привід на сучасну позицію огляду з електроприводом;

- створити у цеху по ремонту тягових двигунів складальну позицію коректорів тягових двигунів, забезпечивши її сучасною станцією випробування електричної міцності ізоляції, яка включає в себе стенд для електричних випробувань колекторів;

- організувати місце для збирання та перевірки магнітної системи остовів на стелажі, оскільки згідно правил ремонту ЦТ-0063 [2] зараз ці операції виконуються на підлозі, що не забезпечує ергономічних умов праці та культури виробництва;

- враховуючи перспективність сучасних методів просочування, великий обсяг ремонтних робіт, освоєння ремонту нових видів рухомого складу, необхідно облаштувати просочувальне відділення з агрегатом вакуумного просочення та камерою полімеризації, що підвищить якість ремонту та скоротить витрати технологічного процесу ремонту двигунів.

На основі вище зазначеного встановлено, що з технічної точки зору це можливо, площі цеху достатньо для розміщення необхідних відділень. Крім того, існує резерв для підвищення річної програми, що безумовно надасть свій позитивний економічний результат[10].

### **2.3 Організація просочувального відділення у електромашинному цеху**

У рамках технічного переоснащення електромашинного цеху нами

						Арк.
						37
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

пропонується організувати у ньому просочувальне відділення. Розглянемо технологію просочування якорів та полюсів і виберемо технологічне оснащення[11].

Нами пропонується впровадити на Львівському локомотиворемонтному заводі новий технологічний процес вакуумно-нагнітаючого просочування якорів тягових двигунів і допоміжних електричних тягових двигунів електрорухомого складу для об'єму ремонту КР-1 і КР-2 в компаунді Елпласт-155 ІД класу нагрівостійкості Р і Н.

Компаунд Елпласт є більш ефективним ніж його попередник лак ФЛ-98, а також згідно з санітарно-епідеміологічним висновком компаунди просочувальні електроізоляційні Елпласт 155 ІД відповідають вимогам Санітарних норм «Застосування лакофарбових та допоміжних матеріалів на транспорті», є безпечними для здоров'я людей за умови дотримання в процесі правил охорони праці. Зменшуються витрати на обслуговування та ремонт витяжних пристроїв, відповідно зменшуються викиди в атмосферу отруйних летючих речовин, що в процесі просочуванням лаком ФЛ-98 становить 12 т на рік, за які завод платить штрафні санкції. А також для працівників змінились нормування зі зменшенням шкідливості робіт.

Ще одним важливим аспектом є те, що просочувальні компаунди Елпласт є пожежобезпечними оскільки не містять в собі легкозаймистих розчинників, які використовувались при технології просочування лаком ФЛ-98, що в свою чергу зменшило витрати коштів для експлуатації та обслуговування стаціонарної пожежогасійної установки.

Просочування рекомендується виконувати у спеціальній установці вакуум-нагнітального просочування.

Піч розігрівають до температури 180°C. Виріб поміщають в піч для термообробки. При досягненні виробом температури 180°C починають відлік часу витримки (від 8 до 10 годин). Температуру виробу підтримують в стані не менше ніж 180°C. Контролюють температуру виробу за допомогою приладів контролю нагріву печі та пірометром.

						Арк.
						38
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Опісля нагрів печі виключають. Виріб охолоджують до температури навколишнього середовища. Таким чином, виріб готовий для подальшого технологічного процесу.

Камера полімеризації (рисунок 2.1) має два калорифера 7 потужністю 42 кВт, теплообмінник і два вентилятори 2 і 4 (циркуляційний і нагнітальний) і витяжний повітропровід. Площа завантаження печі 10,7 м<sup>2</sup>, межі регулювання температури від +40 до +200°С. Регулювання температури автоматичне за допомогою манометричного електроконтактного термометра; похибка в

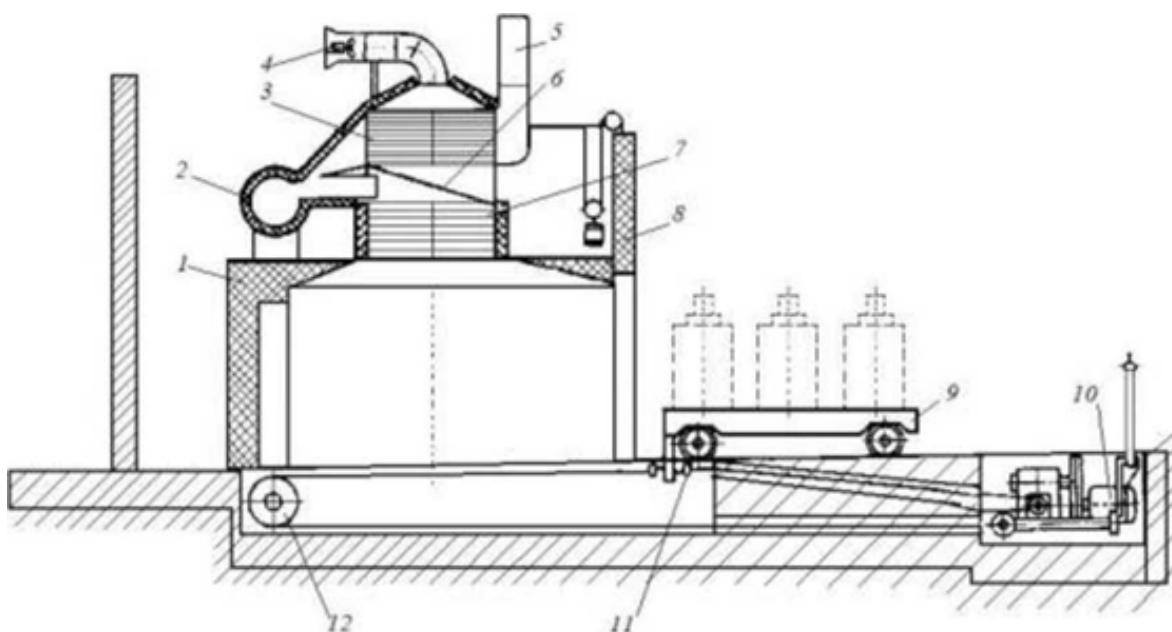


Рисунок 2.1 - Камера полімеризації:

1 - піч; 2, 4 - вентилятори; 3 - теплообмінник; 5- повітропровід; 6 - решітка; 7 - електрокалорифер; 8 - двері; 9 - візок; 10 - привід механізму для переміщення візка; 11 - амортизатор; 12 - блокуючий механізм.

Подача виробів у піч здійснюється візком 9, яка за допомогою троса і ланцюга через амортизатор 11 і блокувальний механізм 12 з'єднана з приводом 10. Піч має розподільний щит, на якому розміщені апарати управління і світлосигнальна арматура, а також пульт управління, з якого здійснюється управління всіма пристроями: включення вентиляторів, підйом двері печі, переміщення візка.

Повітря, що нагнітається вентилятором 4, проходячи через теплообмінник, розподільну решітку і калорифер, надходить у піч. Частина повітря постійно

						Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		39

викидається з печі (для зменшення в печі концентрації парів вологи і розчинника) вентилятором 2 через витяжний повітропровід 5. За допомогою заслонок регулюється подача свіжого і викид насиченого парами повітря, встановлених у повітроводах.

						Арк.
						40
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

### **3 ПОКРАЩЕННЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ ТЕХНІЧНОМУ ПЕРЕОСНАЩЕНІ ЕЛЕКТРОМАШИННОГО ЦЕХУ**

#### **3.1 Аналіз стану охорони праці у електромашинному цеху**

Умови праці - це сукупність факторів виробничого середовища, які впливають на працездатність і здоров'я людини. Виробничий фактор, дія якого на працюючого, приводить до травми, називають небезпечним фактором, а виробничий фактор, дія якого на працюючого приводить до захворювання, - шкідливим фактором [12].

Згідно ГОСТ 12.0.003 - 74 системи стандартів безпеки праці, небезпечні і шкідливі виробничі фактори поділяються по природі дії на фізичні, хімічні, біологічні і психофізіологічні.

Дія на працюючих перелічених небезпечних виробничих факторів, як правило, приводить до виникнення нещасних випадків. Шкідливі виробничі фактори, погіршуючи умови праці на робочих місцях, понижують увагу працюючих, чутливість і видимість сигналів, що подаються, підвищують втомлюваність і збільшують час відповідної реакції людини на зовнішні подразники. Все це сприяє появі професійних захворювань і в багатьох випадках зменшує можливості людини чітко реагувати на можливу небезпеку травмування.

При виконанні робіт по відновленню контактів працівники можуть дотикатися до струмоведучих частин, які знаходяться під напругою, виділяється велика кількість тепла, а також газів, парів та аерозолів шкідливих елементів; мають місце шкідливі випромінювання.

Небезпека ураження електричним струмом загострюється тим, що, по-перше, струм не має зовнішніх ознак і, як правило, людина без спеціальних приладів не може завчасно виявити небезпеку, яка їй загрожує; по-друге, дія струму на людину у більшості випадків приводить до серйозних порушень найбільш важливих життєдіяльних систем, таких як центральна нервова, серцево-судинна і дихальна, що збільшує важкість ураження; по-третє, змінний струм здатний викликати інтенсивні судороги м'язів, які приводять до невідпускаючого ефекту, при якому людина самотійно не може звільнитися від дії струму; по-четверте, дія струму викликає у людини різку реакцію відкидання, а у ряді випадків і втрату свідомості, що може привести до додаткових травм.

						Арк.
						41
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Опромінення при зварюванні відбувається в результаті видимих світлових та ультрафіолетових чи інфрачервоних променів. Видимі світлові та інфрачервоні промені послаблюють зір, а ультрафіолетові промені негативно діють на зовнішні частини очей та шкіряні покриви.

Шкідливі та небезпечні фактори, які перераховані вище, негативно впливають на здоров'я працюючих. Наприклад, одночасно з забрудненням повітря в організм людини поступає велика кількість шкідливих речовин, частина з яких не видаляється з повітрям, що видихається. Гази і пари, що вдихуються з повітрям, розчиняються в легеневій рідині. Поступово проходить накопичення цих речовин і зростає їх несприятливий вплив на організм людини.

Особливу небезпеку містять пари розчинників та лаків, які виділяються під час просочування якорів електричних машин та полюсних котушок, при фарбуванні електричних машин.

Проаналізуємо стан справ з захворюваністю на Львівському локомотивно-ремонтному заводі. За даними амбулаторії ЛЛРЗ (таблиця 3.1) побудуємо діаграму захворювань працюючих.

Таблиця 3.1 - Кількість випадків захворювань на ЛЛРЗ

Вид захворювання	Значення по роках			
	2018	2019	2020	середнє
Хвороби органів дихання	893	806	790	830
Хвороби нервової системи	48	39	34	40
Хвороби ока	18	13	21	17
Хвороби вуха	15	14	21	17
Хвороби кісткової м'язової системи	97	107	115	106
Хвороби сечостатевої системи	57	56	48	54
Інфекційні хвороби	20	40	26	29
Хвороби системи кровообігу	62	67	52	60
Хвороби шкіри	86	80	70	79
Травми та отруєння	56	79	66	67
Хвороби органів травлення	49	41	28	39
Інші хвороби	26	35	46	36
Загальна кількість випадків	1427	1377	1317	1374

З таблиці 3.1 можна зробити висновок, що найбільшу долю в загальній картині захворювань становлять хвороби органів дихання у зв'язку епідеміями грипу, що спостерігається кожний осінньо-зимовий період.

Для зниження захворюваності і травматизму необхідно забезпечити умови праці, що відповідають вимогам охорони праці і техніки безпеки. Для цього обов'язково повинні вирішуватись питання освітлення, опалення, вентиляції, зниження шуму і вібрації.

### **3.2 Розробка заходів з покращення стану охорони праці у електромашинному цеху при його переоснащенні**

Як відзначено у попередніх розділах, особливістю технологічного процесу ремонту тягових електродвигунів на ВАТ «Львівський ЛРЗ» є те, що якорі тягових електродвигунів ремонтуються у цеху допоміжних електричних машин - фактично у іншому приміщенні, яке знаходиться на достатній відстані від електромашинного цеху. У процесі ремонту якорі ТЕД переміщуються по території заводу автомобільним транспортом по технологічних проїздах, по яких також рухаються працівники заводу.

Організація відділення ремонту якорів та просочувального відділення у електромашинному цеху значно знизить кількість технологічних переміщень по території заводу, чим буде зменшено вплив одного з небезпечних факторів виробництва - внутрішньозаводського технологічного транспорту.

Впровадження сучасного обладнання для просочування якорів у електромашинному цеху.

Аналіз сучасного стану технології і обладнання очистки газових викидів просочувальних дільниць показав, що технологія та обладнання очистки газових викидів, які застосовуються, залежить від технології нанесення лаку його типу [13].

Розчинники сольвент, ксилол, уайт-спирит, ацетон, скипидар та складні розчинники РЗ-1В, РЗ-2В, РЗ-3В, РЗ-11В, Р-6, Р-646, Р-197 та інші, які застосовуються в технології нанесення лакофарбових покриттів, є сильними отрутами, наркотиками, які подразнюють слизисту оболонку очей, носа, порушують дихання, призводять до виникнення головної болі, пошкоджують нервову систему персоналу зайнятого на фарбувальних дільницях локомотивного депо та населення прилеглих житлових кварталів.

						Арк.
						43
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Аналіз технології проведення просочування якорів на Львівському ЛРЗ показав, що питання очистки газових викидів не вирішене, забруднене повітря викидається в навколишнє середовище.

Очистка великих об'ємів газових викидів з низькими концентраціями розчинників та присутність у викидах аерозолів лаку роблять малоефективним більшість відомих газоочисних технологій та існуючого обладнання.

Для сполучених технологій очистки газових викидів від вуглеводнів низької концентрації (до 10 мг/м) розглянуто методи інтенсифікації процесів каталітичної очистки:

- введення в реакційну газову суміш водню;
- введення в реакційну газову суміш озону;
- сорбційно - каталітичний метод.

Висока теплотворна здатність водню дозволяє підвищити температуру в зоні каталіза за рахунок тепла, що виділяється при його окисленні. Це збільшує кількість вуглеводнів, які окислюються, без підвищення температури попереднього розігріву каталізатора. Процес реалізовано на окисдно - марганцевому каталізаторі з додатком платини або паладію.

Введення в реакційну газову суміш озону при наявності каталізатора, який забезпечує гетерогенно - каталітичний розклад озону, дозволяє отримати додаткову кількість атомарного кисню, Це збільшує швидкість гетерогенно - каталітичного окислення вуглеводнів. В таких умовах процес окислення ароматичних вуглеводнів проходить при температурах 290-330 °С.

Сорбційно-каталітичний метод заснований на хемосорбції молекул, органічних домішок, що знешкоджуються на поверхні каталізатора в умовах, що передають каталізу і періодичній регенерації каталізатора, що забезпечує окислення органічних сполук до вуглекислого газу і води. Після регенерації каталізатора процес хемосорбції відновлюється. Енергозатрати на цей процес менші в порівнянні з термокаталітичним процесом.

Розроблена серія установок продуктивністю 250; 500; 1000 м /г на сорбенті - каталізаторі марки МКЦ (на основі диоксиду марганця) без дорогоцінних

						Арк.
						44
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

матеріалів.

Цей каталізатор застосовує для очищення газів від бензолу, толуолу, етилбензолу, фенолу, стиролу та формальдегіду. В режимі сорбції установка працює 200-300 годин, в режимі регенерації 8-10 годин. Сорбція проходить при температурі 20-30<sup>0</sup>С.

Адсорбційно - окислюючий метод застосовують у випадках коли в газових викидах є значна суміш парів різних органічних речовин, сконденсований розчинник не надається для повторного застосування. В такому випадку десорбовані пари органічних речовин спрямовують не на розділення, а на знешкодження в пічному апараті або в каталітичному реакторі. В зв'язку з тим, що адсорбери дозволяють концентрувати токсичні домішки в значних кількостях, достатні для спалювання їх в авто термічному режимі, спалення здійснюється з значною кількістю економії палива.

Розроблена адсорбційна установка типу РАД для очистки забрудненого повітря при одночасній регенерації розчинника складається з стандартного адсорбера з шаром активованого вугілля, модуля парової регенерації активованого вугілля, модуля для конденсації водяної пари та розчинника.

Забруднене технологічне повітря проходить через шар активованого вугілля, який має велику активну сорбційну поверхню при малому об'ємі вугілля. Активна поверхня сорбує шкідливі домішки до моменту їх проскоку. Потім проходить процес регенерації (десорбції) активного вугілля водяною парою або димовими газами. При десорбції суміш зріджується в конденсаторі. Якщо суміш розчинна у воді, регенерація шкідливих домішок виконується в ректифікаційній установці. Регенерація економічно доцільна тільки тоді, коли водяна суміш має не більше 2-х компонентів розчинника.

При великих об'ємах газових викидів та низькій концентрації розчинників прямий адсорбційний метод не дуже рентабельний. Потрібна система, яка при таких об'ємах значно знизить капітальні та виробничі затрати. Ця проблема вирішується при допомозі системи очистки КПП при вловлюванні слідуючих

						Арк.
						45
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

розчинників: бензол, толуол, ксилол, ацетил бензол, уайт-спірт, пентан, ацетон, етилацетат тощо. Саме така система пропонується до впровадження на ділянці фарбування колісних пар.

Основою системи КПР є активоване вуглеволокно, яке наноситься на паперовий профілеподібний несучий матеріал. З неї роблять фільтр в формі округлого диску або чотирикутного блоку. На базі таких фільтрів розроблено конструкцію екологічно-чистої системи КПР – концентруючий ротор. Забруднююче повітря подається по гофрах фільтра на поверхні активованого вугілля - картону адсорбуються розчинники. Завдяки великій сорбційній ємкості активованого вуглеволокна, установка КПР не є великих розмірів та має продуктивність 20000-40000 м<sup>3</sup>/Г; 40000-60000 м<sup>3</sup>/Г; 60000-100000 м<sup>3</sup>/Г.

Десорбцію проводять гарячим повітрям 140<sup>0</sup>С.

Установки КПР складаються з вузла попередньої очистки повітря, концентруючого ротора, вузла десорбції (вузол відводу). Останній складається з термічної очистки відпрацьованого повітря та установки регенерації розчинника.

В концентруючому роторі який повертається навкруг своєї осі проходить безперервно адсорбція і десорбція. Гаряче повітря для десорбції може подаватися від екологічно чистої установки ТАР.

З метою покращення умов праці на ділянці просочування якорів електричних машин нами пропонується комбінований спосіб очистки забрудненого повітря від парів лаку. У ньому застосовано комбінацію різних способів очистки: ЕНА-КПР-ТАР-ВРГ

ЕНА - електромокрый (електрофільтр) для очистки від аерозолів фарб;

КПР - концентруючий ротор;

ТАР - апарат термічної очистки для окислення органічних розчинників, що є в десорбційному повітрі з КПР;

ВРГ - система регенерації тепла після апарату ТРА, для підігріву води та гарячого повітря.

						Арк.
						46
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

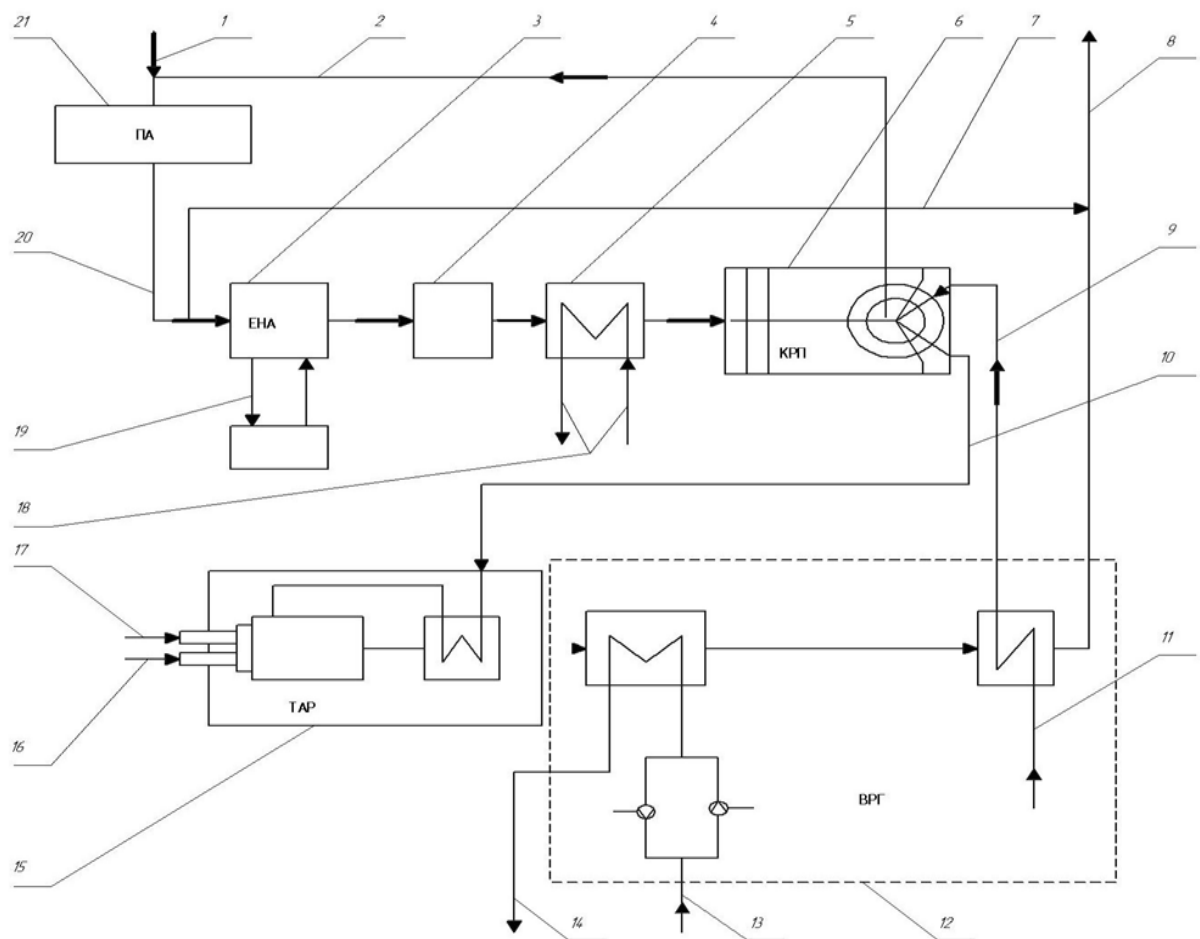


Рисунок 3.1 - Схемасистеми очистки повітря в електромашинному цеху

1-підвід повітря; 2-трубопровід очищених газових викидів; 3-електромокрий фільтр ЕНА; 4-буферний фільтр; 5-теплообмінник; 6-концентруючий абсорбний ротор КРТ; 7-резервний трубопровід газових викидів з парами розчинів; 8-викидв в атмосферу повітря; 9-трубопровід десорбційного повітря; 10-трубопровід десорбційного повітря з рочинником; 11-трубопровід свіжогоповітря; 12-установка регенерації тепла ВРГ для підігріву води і десорбційного повітря; 13-підвід води; 14-трубопровід горячої води; 15-термічне окислення з рекуператором тепла; 16-трубопровід стиснутого повітря; 17-підвід природного газу; 18-трубопровід теплої води; 19-частковий потік газових викидів; 20-трубопровід газових викидів з парами розчинників; 21-просочувальний агрегат.

						Арк.
						47
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

Приведений комбінований спосіб (рис. xxx) очищує повітря від аерозолів лаку  $<0,1\text{мг/м}^3$  повітря, від розчинників  $<20\text{ мг/м}^3$  повітря, температура очищеного повітря на виході в атмосферу біля  $110^\circ\text{C}$ , гранично допустима концентрація робочої зони по аерозолям лаку дорівнює  $5\text{ мг/м}^3$ , по парах розчинників  $50\text{ мг/м}^3$  повітря.

Робота гідрофільтра характеризується пропускнуою спроможністю по повітрю  $L, \text{ м}^3/\text{год}$ ; питомою витратою води в літрах на 1 м повітря, що очищається; опором  $p, \text{ Н/м}$ ; коефіцієнтом очищення повітря від пилу від фарби  $n_\epsilon$  і пари розчинників  $n_{\delta_{\text{іс}}}$ .

Пропускна здатність гідрофільтрів визначається швидкістю руху повітря в живому перетині промивного каналу, яку рекомендується приймати  $5-6,5\text{ м/с}$ . Цій швидкості відповідає коефіцієнт очищення повітря від лакового пилу і пари розчинників  $n_\epsilon = 90-99\%$ ;  $n_{\delta_{\text{іс}}} = 30-35\%$ .

Питому кількість циркулюючої води рекомендується приймати в межах від  $l_{\text{аіа}} = 2$  до  $3\text{ л/м}^3$  повітря (подальше збільшення кількості води майже не позначається на ефективності очищення).

Кількість свіжої води, що додається в гідрофільтр, приймається з розрахунку  $1-2\%$  від кількості циркулюючої.

В цілях уніфікації устаткування рекомендується приймати гідрофільтри завдовжки  $2,2; 3,2; 4,2$  і шириною  $0,8; 1,0$  і  $1,2\text{ м}$ , характеристика яких приведена в [14].

гідрофільтр проектованої системи очищення при заданих параметрах забезпечить видалення  $90\%$  пилу лаку та його складових.

Впровадження вказаного обладнання покращить екологічну ситуацію на заводі і у місті в цілому. Буде зменшено вплив такого шкідливого фактору, як викиди шкідливих речовин у оточуюче середовище.

						Арк.
						48
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Електромашинний цех займає провідне місце у групі основних цехів Львівського локомотиво-ремонтного заводу. Техніко-економічні показники цеху обумовлюють виробничу потужність заводу по випуску електровозів з ремонту.

З урахуванням перспективи розвитку цеху та заводу в цілому розраховані основні техніко-економічні показники електромашинного цеху: фонди часу, річна виробнича програма, трудоемність ремонту, необхідна кількість позицій, чисельність основних та допоміжних працівників.

При аналізі технологічного процесу у електромашинному цеху виявлено, що його особливістю є проведення ремонтів остовів та якорів у різних приміщеннях. Якорі ремонтуються у будівлі цеху допоміжних електричних машин. У цеху відсутня поточна форма організації виробництва, велика кількість технологічних переміщень якорів та полюсних котушок по території заводу.

Для виправлення вказаної ситуації подані пропозиції по реконструкції електромашинного цеху, які полягають у організації відділень, що забезпечують ремонт якорів. Розрахунок площ цеху показав, що при існуючій програмі ремонту це технічно можливо навіть з врахуванням резерву потужності.

Запропоновані заходи дозволять значно скоротити час проведення ремонтів, підвищити якість ремонту, продуктивність праці і усунути проблему зайвих технологічних переміщень.

У дипломній роботі розроблена технологія проведення високовольних випробувань котушок та якорів тягових електричних двигунів з використанням сучасного цифрового обладнання. Також запропоновано нове технологічне обладнання з метою покращення технологічності ремонту.

Розроблені заходи з покращення охорони праці у електромашинному цеху. Запропоновано спосіб комбінованого очищення газових викидів, що

						Арк.
						49
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

утворюються під час просочування якорів тягових електродвигунів та полюсних котушок.

В цілому у роботі запропоновано проект реконструкції електромашинного цеху та удосконалена технологія ремонтних робіт тягових електричних двигунів, тобто поставлена мета та задачі виконані.

						Арк.
						50
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Правила ремонту електричних машин, електровозів і електропоїздів № ЦТ-0063.
2. Інструкція з утримування і ремонту вузлів з підшипниками кочення локомотивів і моторвагонного рухомого складу ЦТ/3781 19.04.79 р.
3. Находкин В. М., Ершов Е. Ф. Ремонт ^лектровозов и ^лектропоездов.- М.: Транспорт, 1975.
4. Даннерберг В. Б., Шатохин Д. Л., Минченко Н. И. Правила среднего и капитального ремонта ^лектровозов постоянного тока.- М.: Транспорт, 1980.
5. Малоземов Н.А., Иунихин А.И., Каплунов М.П. Тепловозоремонтные предприятия. Организация, планирование и управление: Учебник для вузов ж.-д. трансп. - 2-е изд., перераб и доп. - М.: Транспорт, 1988. - 295 с.
6. Технологическое проектирование основных цехов тепловозоремонтного завода.Методические указания курсовому и дипломному проектированию. Часть 1. - Днепропетровск: ДИИТ, 1986. - 42 с.
7. Технологическое проектирование основных цехов тепловозоремонтного завода.Методические указания курсовому и дипломному проектированию. Часть 2. - Днепропетровск: ДИИТ, 1986. - 48 с.
8. Пащенко В.Н., Трубачев Т.Е. Производственная мощность предприятий железнодорожного транспорта. - М.: Транспорт. 1986. - 119 с.
9. Рубцов А.А. Техническое перевооружение заводов по ремонту железнодорожного подвижного состава. М.: Транспорт, 1991. - 225 с.
10. Салатов К.Х., Царев Р.М., Шишков А.Д. Экономика заводов по ремонту подвижного состава. - М.: Транспорт. 1989. - 368 с.
11. Курасов Д.А., Зльперин В.И. Справочник технолога по ремонту электроподвижного состава железнодорожного транспорта. - К.: Техника, 1989. -192 с.
12. Методические указания по определению экономической эффективности

						Арк.
						51
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		

новой техники, изобретений и рационализаторских предложений на железнодорожном транспорте / МПС СССР М.: Б. и., 1980. - 229 с.

13. Охрана труда на железнодорожном транспорте: Ученик для вузов ж.-д. тр-та /Под ред. Ю. Г. Сибарова. - М.: Транспорт, 1981. - 287 с.

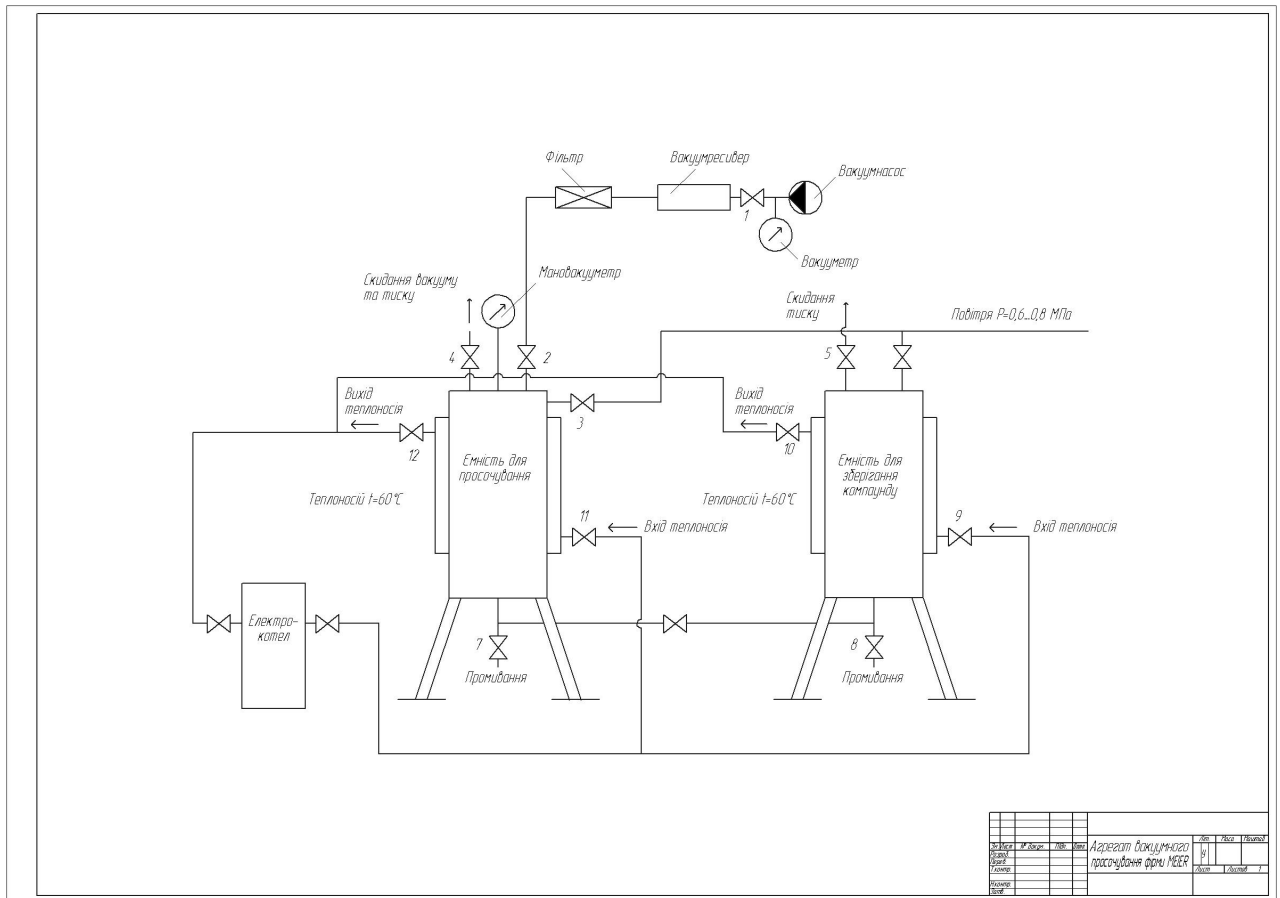
14. Инженерные решения по охране труда в строительстве. Справочник строителя / Под.ред Г.Г. Орлова. М.: Стройиздат. 1985. - 185 с.

						Арк.
Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата		52



# ДОДАТОК Б

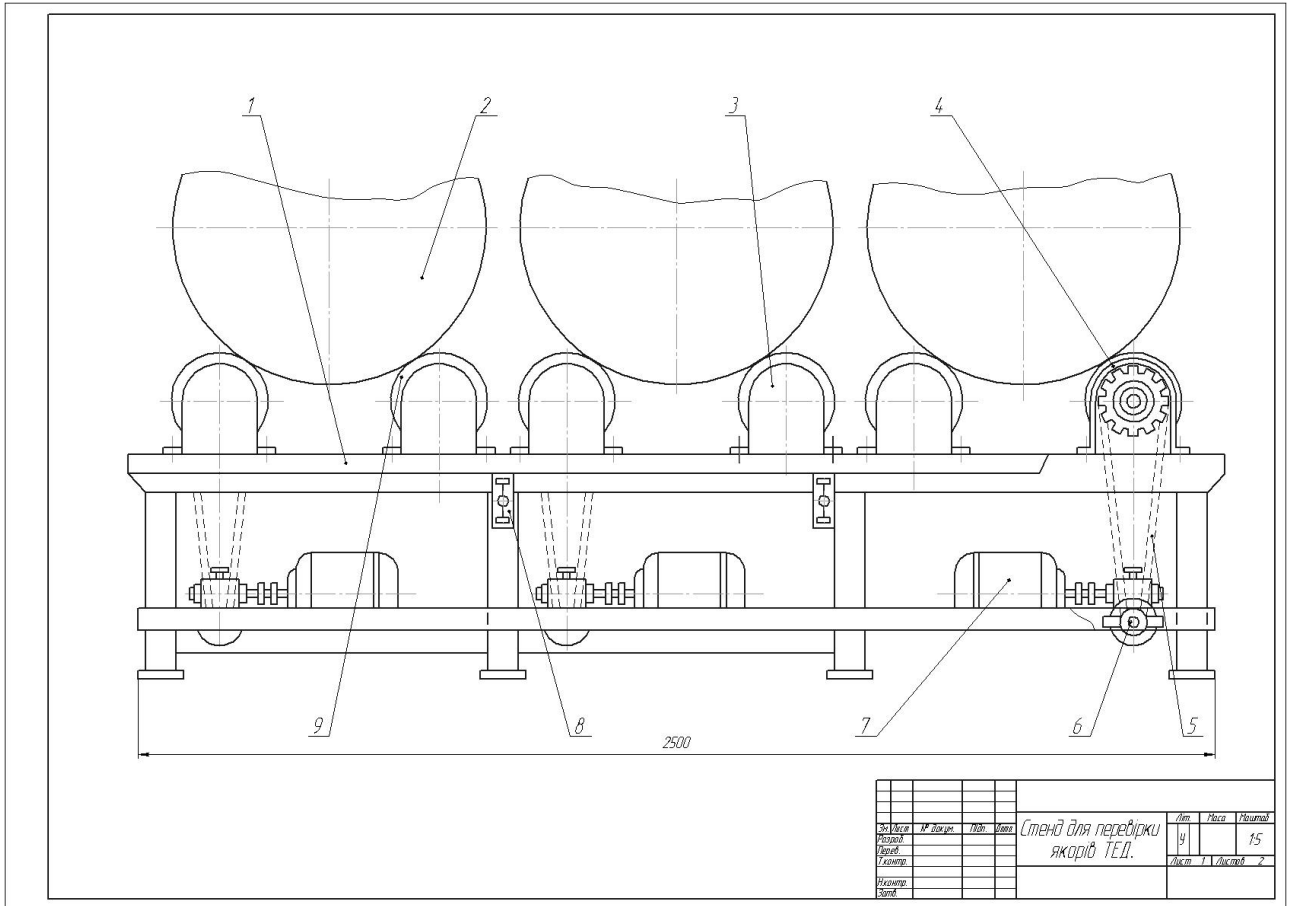
## Агрегат вакуумного просочування



Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

# ДОДАТОК В

## Стенд для перевірки якорів ТЕД



Зм	Аркуш	№ докум	Підпис	Дата

