

НУБІП України

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

01.12 – КМР. 463 “С” 2023.03.28. 028 ПЗ

ЛУКОЯНОВ ДАНИЇЛ ФЕДОРОВИЧ

2023 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факкультет Конструювання та дизайну

УДК 621.312.04.6
Декан факультету Конструювання та дизайну
(назва факультету)
Допускається до захисту
Завідувач кафедри Надійності техніки
(назва кафедри)

Ружило З.В. (підпис) (ІПБ) 2022 р.
Новицький А.В. (підпис) (ІПБ) 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Відновлення валів роторів турбокомпресорів дизельних двигунів»
Спеціальність ІЗЗ – «Галузеве машинобудування»
(код і назва)
Освітня програма «Технічний сервіс машин та обладнання
сільськогосподарського виробництва

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(назва)
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

К.Т.Н., доцент (науковий ступінь та вчене звання)
Новицький А.В. (підпис) (ІПБ)
Керівник магістерської кваліфікаційної роботи:
К.Т.Н., доцент (науковий ступінь та вчене звання)
Банний О.О. (підпис) (ІПБ)

Виконав:
Соснов В.С. (підпис) (ІПБ)

КИЇВ - 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет Конструювання та дизайну

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри Надійності техніки

(назва кафедри)

к.т.н., доцент

(підпис)

Новицький А.В.

(ПБ)

“ ”

2022 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Лукоянов Даниїл Федорович

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»

(код і назва)

Освітня програма «Технічний сервіс машин та обладнаннясілськогосподарського виробництва

(назва)

Орієнтація освітньої програми

освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи « Відновлення валів роторів турбокомпресорів
дизельних двигунів»

затверджена наказом ректора НУБіП України від 28 березня 2023р. № 463 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру

2023.11.12

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи Турбокомпресори дизельних
лісозаготівельної техніки, трактор ТДТ-55А, двигун трактора, вал турбінногоколеса, посадочні отвори валу, підшипники ковзання. Аналіз пошкоджень
турбокомпресора. Початкові показники надійності роботитурбокомпресора.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Діагностика двигуна
2. Види пошкоджень турбокомпресора
3. Визначення ймовірності безвідмовної роботи турбокомпресора

Дата видачі завдання “15” жовтня 2022 року

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Банний О.О.

(ПБ)

Завдання прийняв до виконання Соєнов В.Є.
НУБІП України (підпис) (ПБ)

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Зміст

НУБІП України

Вступ

1. Призначення та умови роботи 4ТК
2. Характерні ушкодження та зноси турбокомпресора 4ТК, причини їх виникнення

НУБІП України

3. Технологічні процеси ремонту вузла
 - 3.1 Демонтаж та розбирання турбокомпресора

3.2 Очищення деталей та вузлів

НУБІП України

3.3 Дефектація деталей та вибір способу їх відновлення

3.4 Складання турбокомпресора

3.5 Обкатка та випробування турбокомпресора

3.6 Монтаж турбокомпресора

НУБІП України

4. Планово-попереджувальна система технічного обслуговування та ремонту тепловозів

5. Вимоги «Посібники з ТО та ТР ІВ» за розмірами деталей та вузлів

6. Вимоги ВАТ «РЗ» до організації технологічних процесів ремонту тепловоза (велико-агрегатний метод ремонту)

НУБІП України

7. Організація охорони праці під час реалізації технологічних процесів ремонту тепловоза в депо

8. Організація охорони навколишнього середовища при реалізації технологічних процесів ремонту тепловоза у депо

Висновок

Література

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

Підтримка техніки постійно у справному стані забезпечується гарним доглядом за ними з боку локомотивних бригад та ефективною системою технічного обслуговування та ремонту. Вона включає структуру ремонтного циклу, основні положення та правила ремонту, локомотиворемонтну базу і висококваліфіковані кадри ремонтників.

Ці основні складові єдиної системи забезпечують своєчасну постановку локомотивів у ремонт та на технічне обслуговування, якісне виконання огляду, очищення та ремонту у повному обсязі та у встановлені терміни, а також своєчасну видачу справних локомотивів під поїзди у необхідній для виконання заданого обсягу перевезень кількості.

Правильна організація та досконала технологія ремонту, як показує досвід передових локомотивних депо, дозволяють звести до мінімуму матеріальні та трудові витрати на підтримку локомотивів у справному стані. В даний час у локомотиворемонтному виробництві використовується планово-попереджувальна система технічного обслуговування та ремонту (ППР-СТОР), при якій основні вузли локомотива оглядають та ремонтують у встановлені терміни із встановленим обсягом робіт.

Система суворо розмежує профілактичні операції, призначені для підтримки локомотивів у працездатному стані від робіт, пов'язаних з розбиранням та відновленням вузлів та агрегатів. Переважними методами організації ремонту на даний час є агрегатний та потоково-конвеєрний. Виробництво сконцентровано та спеціалізоване за серіями локомотивів та видами ремонту. Широко використовуються комплексна механізація та автоматизація виробництва, методи мережного планування.

Відповідно до прийнятої комплексної програми реорганізації галузі здійснюється перехід до фірмової СТОР техніки заводом-виробником. Оскільки при ППР-СТОР витрати на ремонт та ТО локомотивів у 7-10 разів перевищують вартість будівництва, необхідний перехід до СТОР за

фактичним технічним станом локомотива, при якій витрати зменшуються у кілька разів.

Для виконання поставленого завдання необхідно вдосконалення насамперед системи технічного діагностування (СТД) та чітке відстеження технічного стану кожного локомотива. Багато наукових розробок присвячені цьому питанню і частина їх уже впроваджується в локомотивних депо.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 1. ПРИЗНАЧЕННЯ ТА УМОВИ РОБОТИ 4ТК

Турбокомпресор (рис. 1) призначений для подачі повітря в дизель під надлишковим тиском з метою збільшення потужності та економічності дизеля.

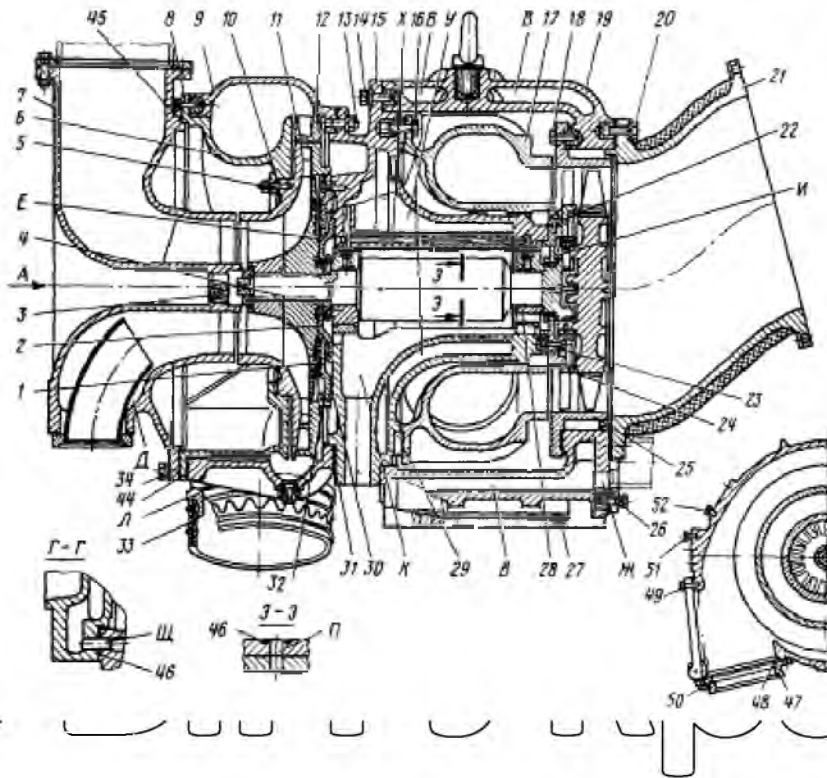
Він розташований на кронштейні з переднього торця дизеля і складається з одноступінчастої осьової турбіни, що працює за рахунок енергії випускних газів, та одноступінчастого відцентрового компресора. Колесо компресора та диск турбіни змонтовані на одному валу ротора.

Принцип роботи турбокомпресора полягає в наступному: відпрацьовані гази з циліндрів дизеля по колекторам в газовому равлику надходять до соплового апарату, в сопловому апараті розширюються, набуваючи необхідний напрямок і високу швидкість і направляються на лопатки робочого колеса турбіни, обертаючи. Гази з турбіни виходять випускним патрубком в глушник, а потім в атмосферу.

При обертанні ротора повітря засмоктується через вхідний патрубок в колесо компресора, де повітрі повідомляється додаткова кінетична енергія і відбувається основне підвищення тиску в дифузорі та повітряному равлику внаслідок зменшення швидкості повітря тиск додатково підвищується.

З компресора повітря подається в охолоджувач наддувного повітря і далі циліндри дизеля. Статор турбокомпресора складається із середнього корпусу, корпусу турбіни та корпусу компресора.

Середній корпус складається з корпусу 15 і газового двозахідного равлика 17, У середньому корпусі встановлені бронзові опорно-упорний підшипники 4 і опорний 28, які складається з двох половин, центруються втулками 35 і кріпляться болтами 39 до нижньої половини корпусу, сопловий апарат 24 та лабіринт.



вудА

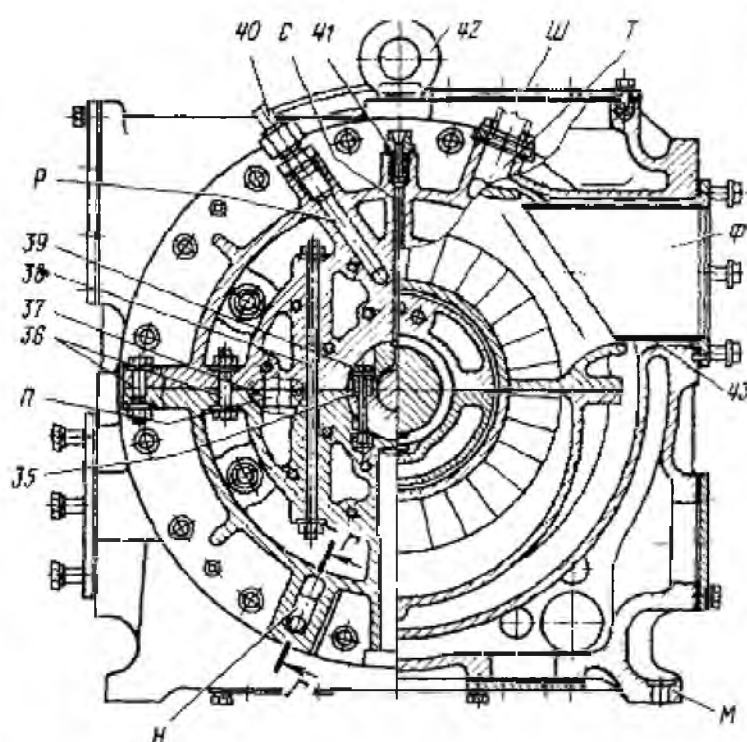


Рис. 1- Турбокомпресор

НУБІП України

1,2,29-фланці; 3-пробка; 4-підшипник опорно-упорний;
 5,38-шпильки; 6,11-проставки;
 7-патрубок вхідний; 8,13,14,16,18,20,24,36,39-болти; 9-равлик
 повітряний; 10-прокладка регулювальна; 12,25-дифузори;

15,19-корпусу; 17-равлик газова; 21-патрубок випускний;
 22-штифт; 23,35-втулки; 24-сопловий апарат;
 26-шайба; 27-вкрутиш;
 28-підшипник опорний;
 30,31,44,45-прокладки; 32,37-кільця гумові;

33,40-рукова; 41-штуцер; 42-рим;
 43-труба жарова; д,н,с,х,т-канали,
 в,е,і,к,л,у-порожнини; ж, п, р, ф, ш-отвори; м-лапа

Опорні поверхні підшипників покриті сплавом олова та свинцю; торці
 опорно-упорного підшипника мають бабітову заливку, змащуються
 підшипники олією. Надходить з масляної системи дизеля через штуцер 41. З
 підшипників масло зливається в порожнину і далі в картер дизеля.

Корпус 15 охолоджується водою, що надходить каналом і. Стик у районі
 отворів і для перетікання води ущільнений гумовими кільцями 37. З корпусу
 вода виходить каналом М в холодильну камеру тепловоза.

Корпус турбіни має корпус 19, дифузор 25 та випускний патрубок 21,
 який покритий теплоізоляційним матеріалом. У корпусі 19 вставлені жарові
 труби 43 для проходу газу з випускних колекторів газовой равлик. Корпус
 турбіни охолоджується водою, що надходить із системи охолодження дизеля
 по отвору Ж в порожнину корпусу і виходить з нього через отвір Ш.

Корпус компресора складається з повітряного равлика 9, вхідного
 патрубка 7 і дифузора лопатки. Дифузор має простак 11 і приклепаний до
 нього диск з лопатками. Порожнина за колесом компресора відокремлюється
 від порожнини за дифузором гумовим кільцем 32. Вхідний двозахідний
 патрубок, має канал Д, по якому газу відсмоктуються з картера дизеля.

Ротор складається з валу, колеса компресора з направляючим апаратом, що обертається (ВНА), диска турбіни з робочими лопатками, завязаної і лабіринтової втулки. Шийки валу ротора, завязаний торець валу і канавки під кільця ущільнювачів азотовані для підвищення їх твердості і зносостійкості.

Колесо компресора та ВНА насаджені на шліці з натягом. У струмках на валу та завязаній втулці встановлені розрізні кільця ущільнювачів. Система ущільнень служить для запобігання попаданню олії та газових і повітряних порожнин турбокомпресора, а також для зменшення витоків газу і повітря в масляну порожнину підшипників і далі в картер дизеля. Порожнина високого тиску за колесом компресора ізолювана від масляної порожнини лабіринтовим ущільненням, що перешкоджає просочуванню випускних газів масляну порожнину.

Для зменшення зносу ущільнювальних кілець повітря з порожнини випускається по отвору Р і рукаву 40 в порожнину всмоктування компресора. З метою зниження витоків випускного газу і масляну порожнину та запобігання підсмоктування олії в порожнину турбіни на режимах малих навантажень дизеля і порожнину та по отвору в корпусі підводиться повітря із порожнини високого тиску за колесом компресора.

Таблиця 1 – Технічні характеристики

Параметр	Значення
Потужність	4000 вт
Температура газів перед турбіною	не більше 650 °С
Основні розміри (ДхШхВ)	1210х660х824 мм
Маса	310 кг

РОЗДІЛ 2. ХАРАКТЕРНІ УШКОДЖЕННЯ ТА ЗНОСИ ТУРБОКОМПРЕСОРА 4ТК, ПРИЧИНИ ЇХ ВИНИКНЕННЯ

Ушкодження турбокомпресора пов'язані переважно з відкладеннями нагару на поверхнях деталей газового тракту, що призводить до погіршення відведення теплоти деформації деталей та механічних поломок.

До основних несправностей турбокомпресорів відносяться:

- знос опорних шийок валу;
- знос підшипників ковзання;
- знос ущільнювачих кілець валу та гребінців лабиринтних ущільнень;
- знос і короблення лопаток турбінного колеса, лопаток компресора та соплового апарату.

До несправностей також відноситься утворення нагару в газових порожнинах, у вузлах лабиринтних ущільнень, на лопатках турбіни і соплового апарату, утворення накипу в порожнинах охолодження турбіни. Можливі несправності у вигляді прогину валу ротора, вигоряння металу в зоні гострих кромek лопаток турбінного колеса, тріщин у корпусі турбокомпресора.

РОЗДІЛ 3. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ РЕМОНТУ ВУЗЛА

3.1 Демонтаж і розбірка турбокомпресора

Щоб зняти турбокомпресор (рис. 1.) з дизеля, зливають воду з його кастяка, від'єднують від нього колектори та трубопроводи, відвертають болти кріплення. Перед розбиранням знімають кришки підшипників, вимірюють індикаторним пристроєм осьовий розбіг ротора. Перевірка просторового становища деталей у вузлі. Нижче викладаються перевірки, що проводяться індикаторним пристосуванням з метою виявлення правильності просторового положення деталей, що обумовлюється величинами биття, що допускаються, не паралельності і неперпендикулярності поверхонь деталей у зібраних вузлах. Опорами для обертання контрольованих валів в залежності від їх конструкції та розмірів служать центри токарного верстата, власні підшипники валу або роликові опори, що розміщуються на поверхні жорсткої контрольної плити.

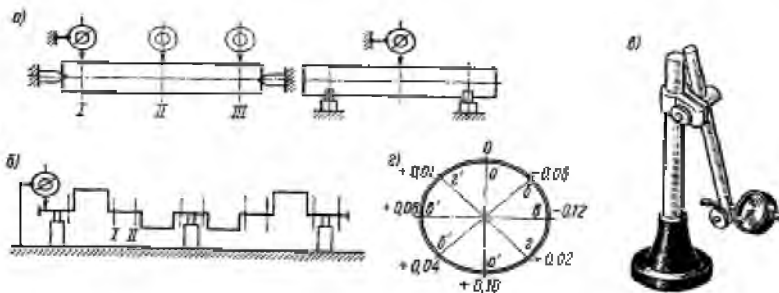


Рис. 2. Схема перевірки прямолінійності циліндричного валу

На рис. 2а показана схема перевірки прямолінійності (відсутності биття) циліндричного валу. Пояси вимірювань I, II, III для циліндричного валу вибирають довільно, але їх має бути не менше трьох по довжині валу. На початок вимірів поворотом шкали цифру 0 виставляють проти стрілки індикатора (рис. 2в). Повільно повертають вал на повний оберт, через кожні

45° читають і записують на круговій діаграмі (рис. 2г) показання індикатора в кожному поясі вимірювання (II , II , III). Відхилення стрілки індикатора від нуля проти годинникової стрілки записують зі знаком «мінус», а за годинниковою стрілкою зі знаком «плюс».

Результати вимірів вважаються правильними, якщо після повного обороту валу стрілка індикатора (при знаходженні над точкою а) встановиться проти нуля шкали. Інакше виміри повторюють.

Знаходять найбільшу різниця алгебри між показаннями індикатора в кожній площині а-а', б-б', в-в', г-г' окремо для кожного пояса вимірювання.

Вона є дійсною величиною несоосности (биття) контрольованого валу. За величиною неспіввісності судять про стан валу.

Описаний спосіб перевірки валів індикатором хоч і менш точний, ніж оптико-механічний спосіб, але придатний для практичних цілей. Він простий, не надто трудомісткий і не потребує складних вимірювальних засобів.

Також перевіряють зазор «на олію» в підшипниках. Зазором «на масло» в підшипнику ковзання прийнято називати діаметральний зазор між шийкою валу (осі, цапфи, пальця, валика) і підшипником, вимірний по осі в'яла у вертикальній площині. Вимірювання зазору на масло індикаторним пристосуванням. Цей спосіб застосовують, коли не можна виміряти зазор щупом або коли діаметр шийки валу менший 50 мм. Найчастіше індикаторним пристосуванням вимірюють зазори в підшипниках одного або двоопорних валів.

Наприклад на рис. 3. показані схеми вимірів зазорів «на олію» у підшипниках турбокомпресора.

В цьому випадку ніжка індикатора упирається зверху на кінець валу. Для визначення зазору вал (або корпус підшипника) переміщують у вертикальній площині. Коливання стрілки індикатора відповідатиме зазору на масло в підшипнику. Точність вимірювання зазору у разі невисока 0,03-0,04 мм.

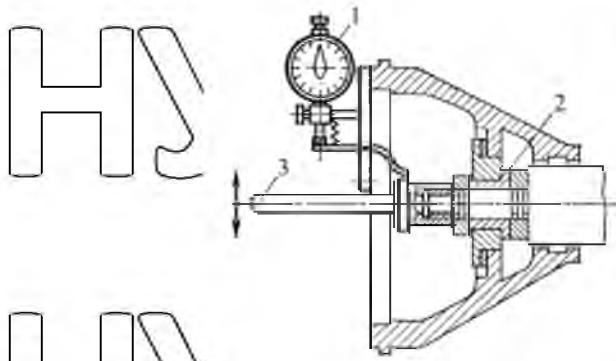


Рис. 3. Схеми вимірювання зазору на масло в підшипниках турбокомпресора: 1-індикатор; 2-підшипник турбокомпресора; 3-рим

Для розбирання ставлять турбокомпресор стороною компресора вгору. Відвертають з кінця валу ротора гайку (рис. 4а), знімають шайбу, відвертають гайки і знімають корпус компресора (див. рис. 1.), знімають вставку, дифузор, відвертають гвинти кріплення лабіринту колеса і витягають ротор у збиранні з деталями. Роз'єднують газоприймальний корпус із вихлопним корпусом.

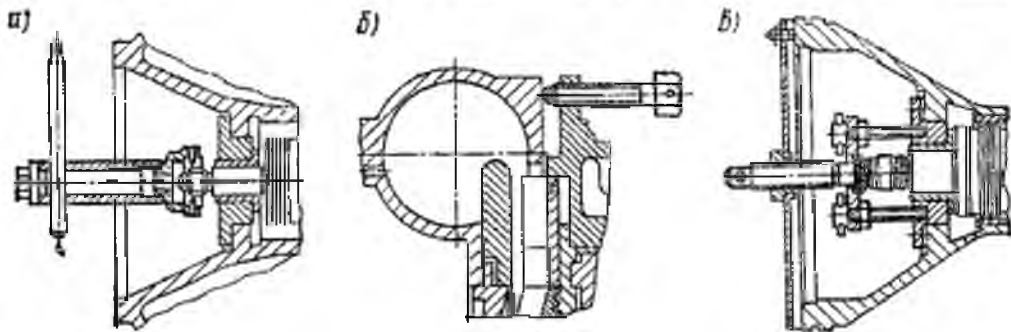


Рис. 4. Пристосування для розбирання турбокомпресора:

а-гайковерт; б-віджимний болт; в-зйомник.

Роз'єднання корпусів та вилучення соплового апарату виробляють віджимними болтами (рис. 4б). При необхідності корпуси підшипників випресовують знімачом (рис. 4в). Щоб розібрати ротор, знімають з нього кільця ущільнювачів, відвертають болти і знімають половинки лабіринту колеса (див. рис. 1), повернувши екран щодо теплоізоляційного кожуха, поєднують ці частини по роз'єму і демонтують половинки теплоізоляційного кожуха. Колесо компресора знімають у разі його ослаблення у посадці або потреби заміни. Зняті деталі очищають.

3.2 Очищення деталей і вузлів

До основних несправностей турбокомпресора відносяться несправності у вигляді утворення нагару в газових порожнинах, у вузлах лабіринтних ущільнень, на лопатках турбіни і соплового апарату, утворення накипу в порожнинах охолодження турбіни.

Для підвищення ефективності очищення вузлів турбокомпресора від нагару в даний час використовують пересувні миючі агрегати високого тиску (до 200 кгс/см^2), екологічно-пожежно-безпечні миючі засоби, наприклад, лужний розчин типу ФМС-Щ (постачальник АТ «Політехсервіс»). Для видалення з поверхонь деталей і вузлів відкладення у вигляді нагару, що закоксувався, рекомендується використовувати водопіскоструминне очищення.

Очищення від нагару лопаток соплового апарату та турбінного колеса турбокомпресора

Зниження ефективності роботи тепловозних дизелів значною мірою залежить від утворення нагару на лопатках соплового апарату та турбінного колеса турбокомпресора. При утворенні нагару знижується продуктивність компресора, що негативно позначається на процесі повного згоряння палива, а також підвищується ушкодження турбін за рахунок суттєвого зростання температури випускних газів.

Дослідженнями ВНДІЖТу встановлено, що у 80 % випадків зняті турбокомпресори вимагають лише очищення газової та лабіринтних порожнин, а близько 20 % – інших ремонтних операцій.

При цьому слід зазначити, що конструктивно турбокомпресор не пристосований для очищення без зняття його з дизеля. Ця умова передбачає виконання низки складних операцій та становить понад 10 % від усієї трудомісткості ремонту.

З огляду на значну трудомісткість очищення проводилися та проводяться експериментальні перевірки різних способів очищення турбокомпресорів спеціальними розчинами в умовах експлуатації; використанням гідроабразивних сумішей або абразивних матеріалів при працюючому дизелі на холостому режимі.

Однак, використання абразивного матеріалу на поверхнях лопаток неминуче призводить до утворення рисок, які сприяють інтенсивнішому повторному нагароутворенню. Найбільший ефект очищення досягається шляхом прогонки хімічного розчину через порожнини між лопатками соплового апарату та турбінного колеса, та, по можливості, через порожнини лабіринтних ущільнень.

Установка для очищення лопаток турбокомпресора без зняття з дизеля показана на рис. 5.

Очищення турбокомпресора будь-якого типу роблять у такому порядку.

Спочатку, при заглушеному дизелі, штуцер 8, призначений для установки термопари навпроти першого циліндра, монтують сопловий патрубок 7 і за допомогою гнучкого рукава 6 з'єднують його через керований електроклапан 4 з ємністю 1, яка так само за допомогою гнучкого рукава 5 заздалегідь підключається до повітря тепловоза.

Далі проводять запуск дизеля, відповідний прогрів його систем і після підключення дискретного реле 9 до джерела електроенергії хімічний розчин з ємності 1 через сопловий патрубок 7 у розпиленому вигляді, спільно з випускними газами, надходить в порожнини між лопатками соплового

апарату і турбін. Таким чином проводиться відчистка турбокомпресора від нагару без зняття його з тепловоза.

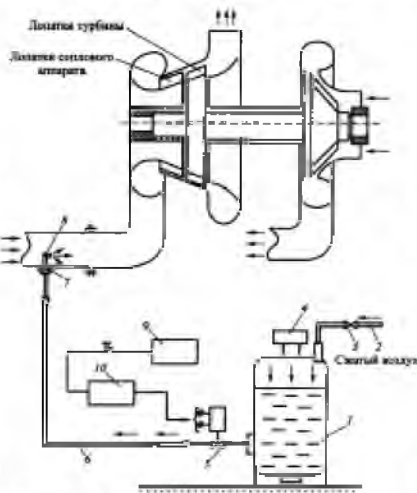


Рис. 5. Установка для очищення лопаток соплового апарату та турбіни

турбокомпресора: 1-герметична ємність; 2-заправна горловина; 3-вентиль; 4-вентиль з електроклапаном; 5-гнучкі рукави; 6,7,-сопловий патрубок; 8-штуцер; 9-дискретне реле; 10-джерело електроенергії

3.3 Дефектація деталей і вибір способу їх відновлення

Схема ремонту турбокомпресора представлена на рис. 6.

Остань складається з газоприймального та вихлопного корпусів та корпусу компресора. У цих частинах спостерігаються тріщини та жолоблення привалочних площин.

Воляні порожнини газоприймального та вихлопного корпусів спресовують водою.

Метод опресування полягає в тому, що порожнину деталі заповнюють водою, гасом, паливом, олією або стисненим повітрям і створюють певний тиск.

Про наявність ушкодження (тріщини, раковини, різні пори) судять за «потіння» або появи рідини на поверхні деталі, шипіння або появи бульбашок повітря, коли контрольований виріб опущений у воду.

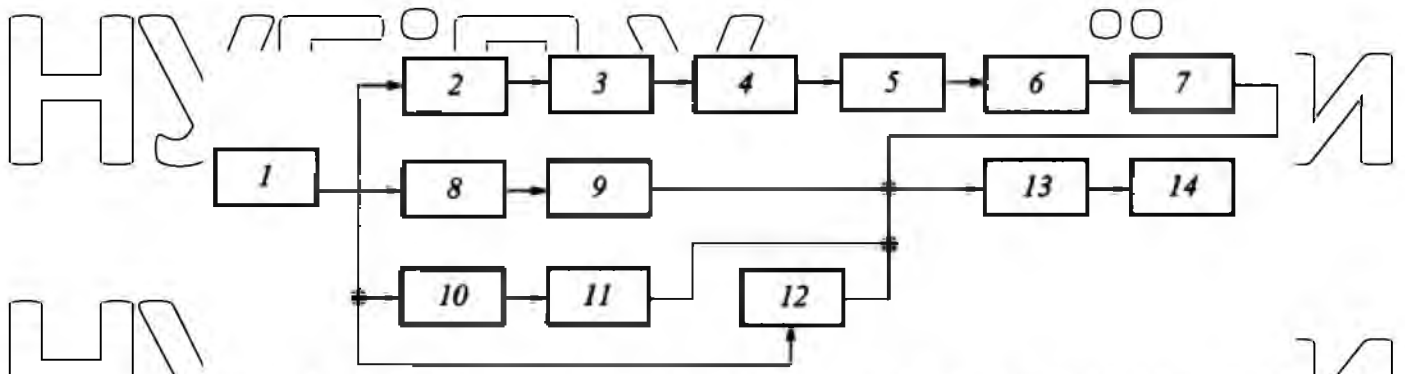


Рис. 6 Структурна схема ремонту турбокомпресорів

- 1-розбирання турбокомпресора; 2-очищення вузлів ротора;
- 3-контроль валу ротора, турбінного колеса, робочого колеса компресора та лабіринтних ущільнень;
- 4-ремонт опорних шийок валу ротора та заміна лопаток турбінного колеса; 5-заміна гребінців лабіринтних ущільнень;
- 6-динамічна балансування;
- 7-заміна ущільнювальних кілець валу ротора;
- 8-очищення маєляних, газових та повітряних каналів, порожнин охолодження та в цілому корпусу турбокомпресора;
- 9-зварювання тріщин та відновлення різьбових з'єднань у корпусі турбокомпресора;
- 10-очищення та контроль лопаток соплового апарату (вінця);
- 11-рихтування лопаток соплового вінця;
- 12-очищення та дефектування опорного та упорно-опорного підшипників ковзання; 13-складання турбокомпресора;
- 14-обкатка та випробування турбокомпресора

Ефективність контролю підвищується, коли виріб, що перевіряється, е пресовують рідиною, нагрітою до температури, при якій воно працює в експлуатації.

Гаряча рідина збільшує надійність випробувань. Пояснюється це тим, що при нагріванні опресувальна рідина стає більш пластичною (менш вязкою), крім того, швидше розм'якшуються забруднення, що закупорюють пори та тріщини.

Тріщини заварюють, закладають полімерними матеріалами, усувають постановкою гужонів. Постановкою штифтів (гужонів) усувають тріщини в невідповідних (ненавантажених) частинах деталей, наприклад, у стінках охолоджуючої порожнини блоку, в корпусах редукторів і повітрянагнітачів і т. п., тобто там, де тріщини не можна усунути зварюванням, пайкою пастами з технологічних причин.

Спочатку, щоб запобігти подальшому поширенню тріщини, по її видимих кінцях свердлять наскрізні отвори 1 і 2 (рис. 7а). В отворах нарізають різьблення і ввертають гужони, кінці яких виступають зрізають заподлицю з поверхнею деталі.

Потім між гужонами вздовж усієї тріщини фрезою або зубилом роблять паз А глибиною 1,5 - 2 мм шириною, дещо більшою за діаметр гужона (рис. 7б).

Свердлять отвори 3 і 5 (рис. 7е), нарізають різьблення і вкручують гужони, кінці яких, що виступають, зрізають, залишивши близько 5 мм (рис. 7 е, г), розчеканивають до заповнення паза (рис. 7 д). Після цього свердлять отвори 4 і 6 (див. рис. 7 е) і знову повторюють процес, поки тріщина не буде заповнена гужонами, що перекривають один одного.

Розчеканений шов зачищають урівень з поверхнею деталі, протрують і пропаяють припоем або оловом.

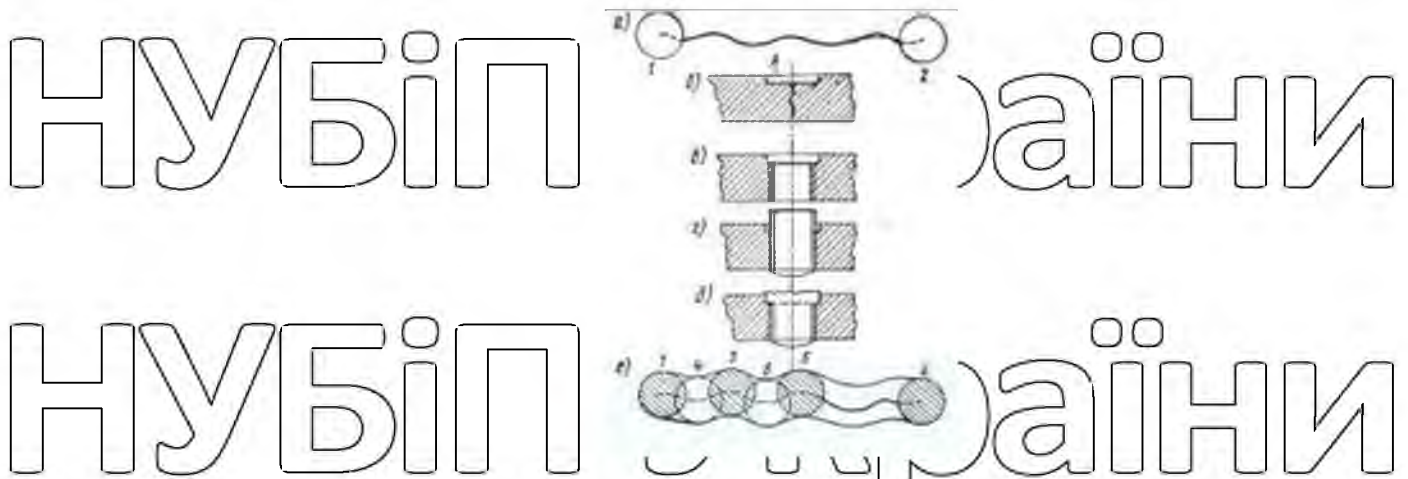


Рис. 7. Схема відновлення деталі з тріщиною постановкою гужонів

Якість виконаної роботи перевіряють опресуванням. При постановці гужонів необхідно дотримуватись таких умов: не допускати роздачі тріщини та ослаблення раніше поставлених гужонів. Їх слід виготовляти з прутка червоної міді завдовжки 100- 200 мм. Різьблення у гужона має бути дещо повніше, ніж у отвору, щоб він повертався з деяким зусиллям.

Діаметр гужона не повинен перевищувати товщину деталі поблизу тріщини. Зазвичай використовують гужони діаметром 5-10 мм- перед вкручуванням гужона різьбові частини отвору і гужона слід покрити клеєм ГЕН-150В або БФ2. Розглянутий спосіб простий і досить надійний, проте дорогий і трудомісткий, вимагає висококваліфікованого виконавця, тому застосування його обмежене.

Пошкоджені та пошкоджені привалювальні площини виправляють.

Ретельному очищенню піддають канали в корпусах, якими підводиться повітря до лабіринтних ущільнень. Лабіринтові ущільнення (рис. 8). У цих вузлах зносу схильні кільця ущільнювача 5 і поверхні деталей, що контактують з кільцями. Лабіринти-гребінці 3 пошкоджуються через прогин валу ротора. Регламентовані зазори у з'єднаннях цих деталей наведено на рис.

8. Зношування поверхні деталі 9 (слід від ущільнювальних кілець) глибиною більш 0,15 мм усувають механічною обробкою.

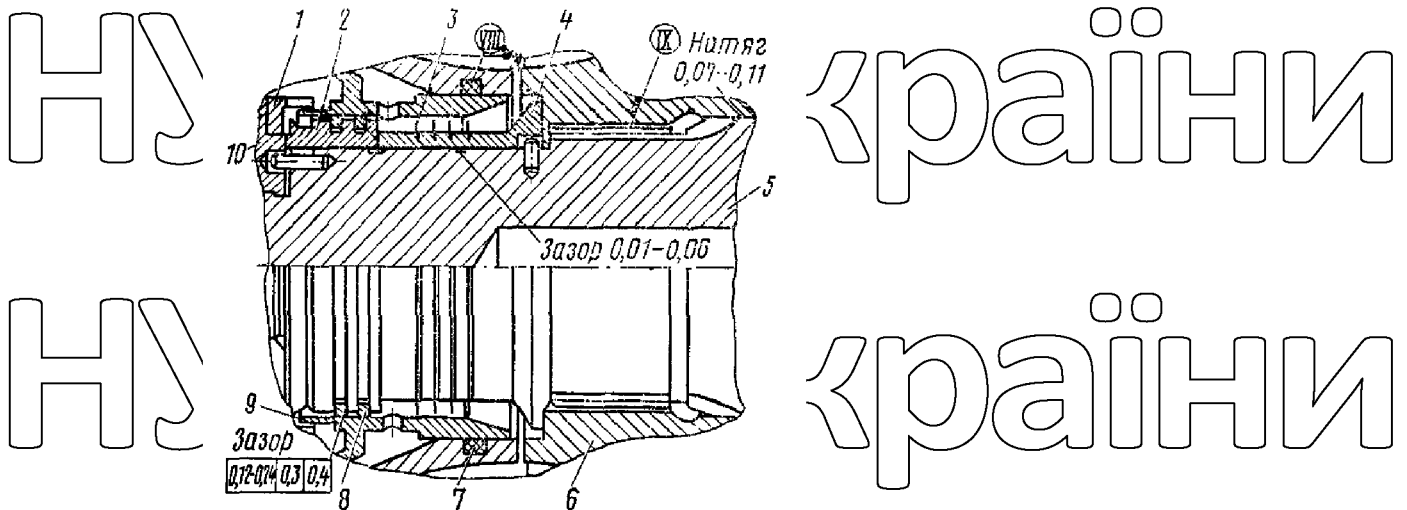


Рис.8. Вузол ущільнення турбокомпресора: 1-імплер; 2-втулка; 3-стрічка; 4-втулка ущільнення; 5-вал ротора; 6-колесо компресора; 7-гумова кільце; 8-ущільнювальне кільце; 9-обойма; 10-плата

У разі заміни ущільнювальних кілець новими їх канавки у втулці 2 перевіряють різцем з мінімальним зніманням металу («як чисто»), зазори встановлюють мінімально допустимі. Пошкоджені лабіринти-гребінці з виправляють або замінюють, ослаблі - знову завальцьовують.

У локомотивних депо заміна гребінців лабіринтних ущільнень зазвичай проводиться вручну, що негативно позначається на якості ремонту та потребує значних трудомістких витрат часу та певних навичок та кваліфікації виконавців.

Механізований технологічний процес заміни гребінців лабіринтів складається з наступних етапів:

- 1) виготовлення заготовок та формування стрічки гребінців лабіринтів ротора;
- 2) виготовлення заготовок закаточного дроту;
- 3) закатка стрічки в проточки ротора;
- 4) виправлення та обточування гребінців лабіринтів

Заготовку стрічки гребінців з листової сталі 17X18H9MHT-3-0-0,3 або 12X18H9MHT-3-0-0,3 виконують на гільйотині шириною 12,5 мм довжиною

250 або 290 мм для лабіринтних ущільнень з боку компресора і 108 мм – для лабіринтних 370 мм.

Далі формування стрічки здійснюють шляхом її прокатки профільним роликком на токарному верстаті з використанням спеціально профілеутворюючої оправки.

При цьому прокатку стрічки виконують поступово на чотирьох формуючих струмках оправки за 3-4 оберти при частоті обертання патрона $10-12 \text{ хв}^{-1}$. Виготовлення закаточного дроту зі сплаву 1,6ТМНМц40-1,5 діаметром 1,6 мм також виконують на токарному верстаті при частоті

обертання патрона $10-12 \text{ хв}^{-1}$ з використанням вала-оправлення та плоского ролика, що встановлюється в різьбідримач верстата за допомогою корпусу пристосування.

Вал-оправлення виготовляється із сталі 45 діаметром 120-130 мм з високою чистотою обробки (не нижче шостого класу) та твердістю ІКС 58-62.

Після прокатки дроту проводять заготовку у вигляді рубки на шматки довжиною 250 або 290 мм для лабіринтних ущільнень з боку компресора і 370 мм для лабіринтних ущільнень з боку турбіни.

Після рубки заготовок рекомендується їх обпалити при температурі 850°C протягом 30 хвилин або при температурі 140°C протягом 10 годин з охолодженням в умовах навколишнього середовища.

При закручуванні відформованої стрічки у прорізі лабіринтових ущільнень виконуються такі операції:

1. Ротор турбокомпресора встановити в патрон токарного верстата і при частоті обертання $160-180 \text{ хв}^{-1}$ видалити залишки пошкоджених гребінців канавковим різцем з шириною різучої кромки 1,6 - 2,0 мм (при необхідності відновити прорізи до креслярських розмірів);

2. Підготовлену заготовку стрічки одним кінцем спільно з ущільнювальним дротом фіксують у прорізі лабіринту так, щоб протилежний кінець стрічки виступав щодо кінця дроту на 16-, 20 мм а стики стрічок сусідніх гребінців були зміщені по колу відносно один одного на 180° .

3. Закатати дріт на глибину 2,4-2,7 мм від місця початкового контактування. Далі закатати стрічку і дріт у проріз з нахлестом 15-17 мм. Провести обріз зайвого кінця стрічки і дроту з розрахунку забезпечення зазору в стику кільця стрічки не більше 0,5 мм. остаточно дозакатати кінець стрічки і дроту, що залишився;

4. При необхідності усунути короблення гребінців стрічки шляхом обкатки їх роликівим пристроєм, що застосовувався для формування заготовок стрічки;

5. При частоті обертання патрона верстата 200-250 хв⁻¹ обточити поверхні гребінців до діаметра, що відповідає креслярському розміру, і зняти задирки.

Враховуючи важливе призначення лабіринтових вузлів їхньому ремонту слід приділити належну увагу. Ущільнення з боку компресора перешкоджає винесення олії з порожнини підшипника в компресор, а з боку турбіни (з проміжку між сопловим апаратом та колесом турбіни) не допускає прориву газів у порожнину підшипника, а також запобігає попаданню олії з порожнини підшипника на нагріту частину валу ротора.

Підшипникові вузли. У цих вузлах зносу схильні шийки валу ротора і втулки, п'ята з під'ятником (рис. 9). Рідко, але спостерігаються випадки ослаблення втулок у посадці. Розмір М (рис. 9 а) контролюють у стислому стані підшипника (зусиллям 200-300 кгс). Розмір М регулюють зміною товщини пакета пластин 8.

Пружність пластин і плівка олії між ними пом'якшують удари при осьовому переміщенні ротора.

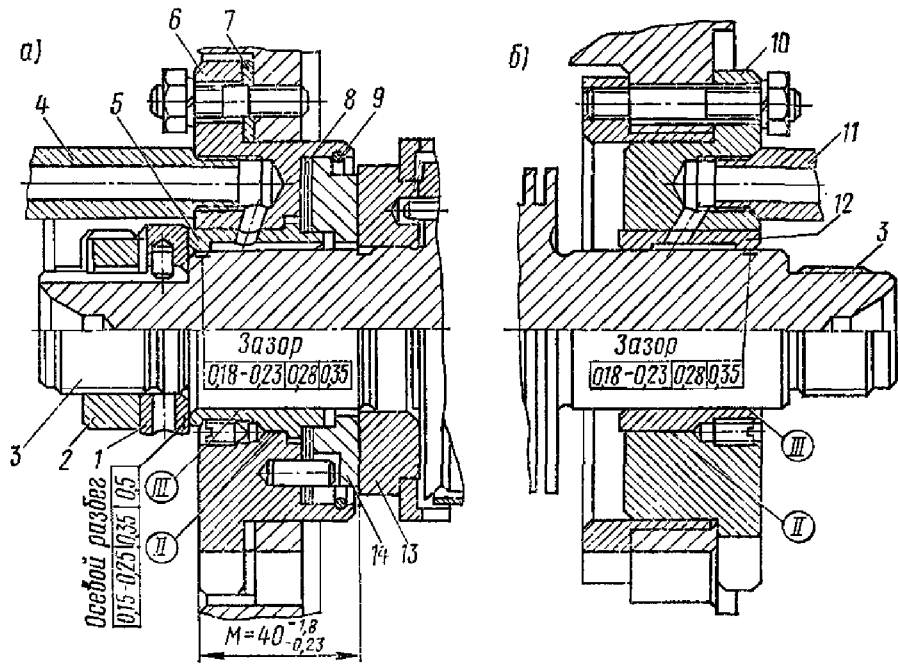


Рис. 9. Підшипники турбокомпресорів: а-упорно-опорний; б-опорний, 1-шайба; 2-гайка; 3-вал ротора; 4,11-штуцера; 5-втулка; 6-корпус підшипника; 7-компенсатор; 8-регулювальні пластини; 9-стопорне кільце; 10-корпус; 12-втулка; 13-п'ята; 14-підп'ятник

Прилягання п'яти 13 до підп'ятника 14, контрольоване по фарбі, повинно бути не менше 75% кола і 50% шириною. При потребі шабрять торець підп'ятника. При заміні втулок підшипників співвісність їх отворів після монтажу в корпусних деталях контролюють по технологічному валу і регулюють зміщенням частин кістяка щодо один одного або обробкою втулок з однієї установки при зібраному кістяку. Постановка з цією метою прокладок між привалочними площинами корпусів не дозволяється. Допустима неспіввісність отворів втулок 0,05 мм.

Сопловий апарат. У цій частині турбокомпресора, що омивається гарячими газами, найчастіше спостерігається жолоблення ободів і лопаток, що призводить до виникнення тріщин, зміни прохідних перерізів (у світлі) як між лопатками самого соплового апарату, так і між турбінним колесом та ободами соплового апарату.

Внаслідок цього зменшується частота обертання ротора, знижується продуктивність компресора, відбувається перегрів та вигин ротора, лопатки турбінного колеса починають зачіпати кожух соплового апарату та пошкоджуються. Тріщини відшуковують обстукуванням або кольоровою дефектоскопією.

Кольорова дефектоскопія застосовується контролю стану деталей з чорних і кольорових металів, пластмас, твердих сплавів, мають вади, які виходять поверхню. В основі методу лежить здатність певних рідин, що мають надзвичайно високу капілярність, слабкий поверхневий натяг і малу в'язкість, проникати в найтонші тріщини деталей.

Деталь, що підлягає контролю, очищають фізико-хімічними способами, знежирюють, а потім занурюють у рідину, що проникає, або її наносять на поверхню деталі. Через 5-10 хв, коли рідина проникне глибоко в тріщини і пори, деталь промивають проточною холодною водою або 5%-ним розчином кальцинованої соди. Потім деталь сушать (зазвичай підігрітим стисненим повітрям), покривають дрібним сухим мікропористим порошком силікагелю або водним розчином каоліну або крейди (на 1 л води 600-700 г каоліну або 300-400 г порошку крейди).

Нанесений на поверхню деталі каолін або крейда має висохнути. Якщо деталь має тріщину, то рідина, що проникає з неї, під дією капілярних сил заповнює мікропори силікагелю (каоліну або крейди), який діє як промокальний папір.

В результаті над тріщиною з'являється кольорова лінія, що копіює форму та розміри тріщини. По ширині цієї лінії (жилки) судять про глибину тріщини: чим вона ширша, тим глибша тріщина.

Як проникаюча рідина може служити склад, приготований з 80% гасу, 20% скипидару і 15 г фарби «Судан IV» на 1 л суміші. Можна застосовувати також склад з 75% гасу, 20% трансформаторної олії та 5% антраценової олії та інші склади. Найбільш активними індикаторами є склади шубікол та норикол.

Порівняно з іншими методом кольорової дефектоскопії більш наочний, простий і дешевий. Він дозволяє контролювати деталі в зібраних вузлах або конструкціях, не розвантажуючи їх, має гарну результативність, особливо при кімнатній температурі, і поступається ефективності тільки магнітному методу.

До недоліків слід віднести необхідність сушіння громіздких і важких деталей, пов'язаних з великими труднощами.

Тріщини у лопатках заварюють, шов зачищають так, щоб товщина лопаток у всіх перерізах залишалася однаковою. Ступінь короблення ободів перевіряють по плиті світловою щілиною або щупом. При перевірці лінійкою прямолінійність і площинність визначають світловою щілиною. Лінійку укладають у різних місцях на контрольованій поверхні та дивляться, чи немає просвіту між лінійкою та поверхнею деталі. Або за лінійним відхиленням.

У цьому випадку лінійку виставляють на площині, що перевіряється (шириною і довжиною не більше 3 м) на двох точно оброблених однакових по висоті плоскопаралельних плитках і вимірюють щупом або нутроміром відстань між лінійкою і поверхнею деталі.

Щоб уникнути провисання лінійки, плитки розташовують на відстані $0,223 L$ від її кінців, де L - довжина лінійки. Для перевірки площинності треба визначити лінійкою прямолінійність у різних місцях за довжиною та шириною поверхні. При контролі перевіркою плитою площину визначають по плямах фарби.

Короблення зовнішнього обода $0,15$ мм внутрішнього більш $0,25$ мм усувають слюсарно-механічною обробкою. Для нормальної роботи турбокомпресора сумарна площа вихідних перерізів соплового апарату у світлі повинна дорівнювати $126-129 \text{ см}^2$. Цю величину у кожного апарату вибивають на торці одного з ободів.

Ротор. Найчастіше у ротора ушкоджуються лопатки турбінного колеса, слабшає в посадці коло компресора та згинається вал. Ушкодження лопаток, одностороннє зношування, вигин або викривлення відбуваються внаслідок попадання в газовий тракт сторонніх предметів (частин поршневого кілець, що

відкололися, шматочків нагару і т. п.), через торкання лопаток нерухомих частин при прогині валу ротора.

Незначні uszkodження лопаток усувають зачисткою дефектних місць. Лопатки підбирають за шаблоном, вихідна кромка лопатки при цьому не повинна мати хвилястість.

Ротор із сильно пошкодженими лопатками, з'єднаними з диском турбіни зварюванням, замінюють. У ротора, лопатки якого з'єднані з диском турбіни шліцями типу «ялінка», замінюють пошкоджені лопатки та замкові пластини, що мають надриви. Для цього відгинають замкову пластину і вибивають із диска пошкоджену лопатку.

Замість негідної підбирають лопатку, що відрізняється за масою не більше ніж на 1-3 г. У паз диска завдають нову замкову пластину та забивають підібрану лопатку.

Акуратно загинають та притискають кінці замкової пластини до диска. Качка кінця знову встановленої лопатки в площині диска допускається до 1,3 мм, а осьове переміщення лопатки до 0,3 мм. Після заміни лопаток чи замкових пластин ротор піддають динамічному балансуванню. Динамічне балансування зазвичай піддають деталі, довжина яких дорівнює або більше їх діаметра.

На рис. 10, показаний статично відбалансований ротор, у якого маса врівноважена вантажем M .

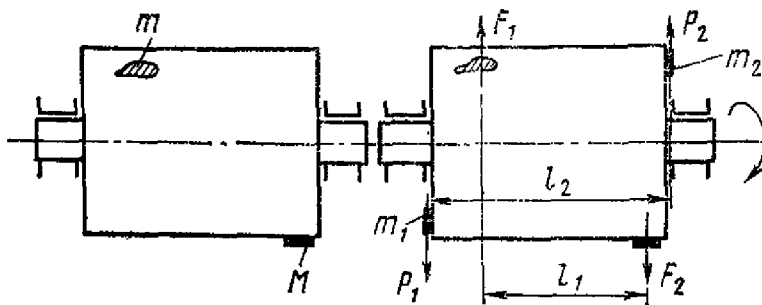


Рис. 10. Схема динамічного врівноважування деталей

Цей ротор при повільному обертанні перебуватиме в рівновазі в будь-якому положенні. Однак при його швидкому обертанні виникнуть дві рівні, але протилежно спрямовані відцентрові сили F_1 і F_2 . При цьому утворюється момент $F_1 l_1$, який прагне повернути вісь ротора на деякий кут навколо його центру тяжіння, тобто спостерігається динамічна нерівновага ротора з наслідками, що звідси випливають (вібрація, нерівномірний знос і т. п.).

Момент цієї пари сил може бути врівноважений тільки іншою парою сил, що діє в тій же площині і створює рівний момент, що протидіє. Для цього в нашому прикладі потрібно докласти до ротора в тій же площині (вертикальній) два вантажі масами $m_1 = m_2$ на рівній відстані від осі обертання.

Вантажі та їх відстані від осі обертання підбирають так, щоб відцентрові сили від цих вантажів створювали момент $F_2 l_2$, протидіє моменту $F_1 l_1$ і врівноважує його. Найчастіше врівноважують вантажі прикріплюють до торцевих площин деталей або з цих площин видаляють частину металу. Допустимий небаланс 2,5 гсм. Нормальну посадку колеса компресора на валу ротора з натягом 0,07 - 0,11 мм при необхідності відновлюють.

Вигин валу ротора перевіряють індикаторним пристроєм при обертанні ротора в центрах. Биття центральної частини валу ротора, що перевищує 0,05 мм, усувають термічною або механічною правкою. Тобто скороченням волокон опуклої сторони або подовженням стиснених волокон увігнутого боку.

Вкорочують волокна швидким місцевим нагріванням (400-500 °C) опуклої сторони шийки. Стиснуті волокна (з увігнутого, холодного боку шийки), що знаходяться під напругою, спочатку перешкоджатимуть подальшому розширенню нагрітих волокон, а коли температура останніх перевищить межу плинності, стислі волокна почнуть випрямляти вал. Нагрів ведеться двома газовими пальниками. Як при нагріванні, так і при охолодженні — неприпустимі протяги. Процес нагріву та повільного охолодження повторюють до усунення протину.

Подовжують стислі волокна карбуванням увігнутої ділянки шийки валу ручним або пневматичним молотком з кульовою головкою.

Пошкоджені шийки валу (під підшипники) виправляють механічною обробкою на верстаті під ремонтний розмір, а нормальний розмір відновлюють залишенням з подальшим покриттям хромом або додатковою постановкою деталі. Залишення. Технологічний процес залишення має багато спільного із процесом хромування. Він також складається з трьох етапів: підготовки, покриття та подальшої обробки деталі. Залишення застосовують для відновлення деталей з нерухомою посадкою без додаткової термічної обробки, для створення підшару (при відновленні деталей з великим зносом) при подальшому хромуванні і відновлення деталей з подальшою термообробкою поверхневого шару.

Переваги залишення: збереження структури металу деталі – процес ведеться за нормальної температури трохи більше 100°C ; можливість отримання досить твердого шару без термообробки (при необхідності залишені деталі можуть бути піддані цементації, загартування та відпуску); можливість відновлення деталей з відносно великим зносом (товщина шару, що нарощується, 5 мм і більше); висока продуктивність процесу - приблизно в 8-10 разів вище, ніж хромування; вартість процесу в кілька разів менша за хромування, тому що при залишивши анін застосовують менші дефіцитні, дешеві матеріали.

Недоліки залишення: складність підготовчих операцій; необхідність часті фільтрації та систематичного коригування електроліту; Проблема підбору матеріалу ванн і необхідність підігріву електроліту.

Хромування. Технологічний процес хромування складається з трьох етапів: підготовки деталі (механічна обробка, ізоляція місць, що не підлягають покриттю, монтаж деталі на підвіску, знежирення та промивання, декапування), власне хромування та обробки після покриття.

Механічна обробка деталей – шліфування та полірування необхідна для надання поверхні правильної форми, тому що при відкладенні хрому на поверхні деталі будуть «скопійовані» всі нерівності та вади.

Ізоляція місць, і з підлягають хромуванню, робиться целулоїдною стрічкою, цапон-лаком (целулоїд, розчинений в бензині), бакелітовим лаком, гумовими чохлами, клеєм ГЕН-150В і т. п. Отвори, що є в деталі, закривають викривлення силових ліній, біля отворів. Перед ізоляцією деталь знежирюють промиванням у бензині.

Монтаж деталей на підвіску. Деталі монтують поза ванною. При цьому витримують рівномірну відстань між анодом і деталлю для того, щоб щільність струму (силових ліній), а отже, і шар хрому на поверхнях, що нарощуються, були однаковими. Як правило, форма анодів повинна відповідати формі поверхні, що піддається покриттю.

Знежирення і промивання виробляються для кращого з'єднання хрому з поверхнями деталі, що нарощуються. Попереднє знежирення ведеться одним із хімічних способів і потім електролітичним способом. В останньому випадку деталь підвішують у ванну з водяним розчином їдкого натру 70-100 г/л і 2-3 г/л рідкого скла. У процесі електролізу на катоді відбувається інтенсивне виділення бульбашок газу (водню), що зриває з поверхні деталі жирову плівку, що одночасно йдуть процеси омилення та емульгування жирів.

Після знежирення деталь промивають гарячою або холодною водою для видалення залишків розчину. Якість знежирення перевіряють по змочуваності поверхні деталі водою.

Декапування процес видалення найтоншої плівки оксидів для отримання активної поверхні металу, необхідної для його міцного зчеплення з покриттям. Декапування робиться протягом 1 хв в окремій ванні або ванні з електролітом для хромування, при цьому деталь служить анодом, а свинцева пластина катодом.

Хромування ведеться до отримання необхідного шару на деталі у ванні з електролітом при відповідному режимі (щільності струму і температурі

електроліту). Практично товщина шару хрому, що нарощується, при ремонті обмежується 0,1-0,2 мм. Шар більшої товщини неминий і неякісний за структурою. Хромові опади поділяються на гладкі та пористі. Гладким хромом зазвичай нарощують деталі з нерухомими посадками, а пористим деталі тертя (поршневі кільця та пальці, гільзи циліндрів тощо). Пори добре утримують масляну плівку, яка оберігає тертьові поверхні від сухого та граничного тертя.

Процес обробки деталі після хромування складається з наступних операцій: промивання деталі та підвісного пристосування, зняття деталі з підвіски та видалення ізоляції, термічної обробки з метою зневоднення (нагрів

у сушильній шафі та витримка протягом 2-3 годин при температурі 150-200° С), контролю якості нарощеного шару та при потребі механічної обробки до потрібного розміру. Переваги хромування: можливість нарощування як

термічно оброблених, і необроблених деталей без порушення структури основного металу, оскільки процес ведеться за нормальної температури не понад 70° С;

висока твердість хромового покриття, а пористий хром, крім того, висока зносостійкість.

Зменшення діаметра шийки проти нормального допускається до 8 мм.

3.4 Збірка турбокомпресора

Складання турбокомпресора. Спочатку збирають окремі частини. На роторі встановлюють половинки лабіринту колеса та теплоізоляційного кожуха з екраном. У канавках ротора розміщують кільця ущільнювачів і рясно покривають їх твердим мастилом. У газоприймальний корпус монтують сопловий апарат та його кожух, а у корпусі компресора вставку (див. рис. 1.).

Привалювальні поверхні корпусів покривають лаком «Герметик» з прокладкою шовкової нитки. Нитки укладають на привалювальних площинах вихлопного корпусу 10. З'єднують газоприймальний та вихлопний корпуси.

Ротор у зборі опускають у з'єднанні частини кістяка. Прикріплюють гвинтами половинки колеса лабіринту 18 до вихлопного корпусу. На лабіринті колеса укладають лопатками вгору дифузори так, щоб він увійшов у проточку вихлопного корпусу, при цьому циліндричний штифт повинен збігтися з отвором дифузори. Між лабіринтом колеса і дифузором поміщають гумове кільце ущільнювача. На дифузори накладають вставку, після чого корпус компресора опускають на ротор і з'єднують з вихлопним корпусом. Надягають на кінець валу шайбу (див. рис. 1) і зміцнюють її гайкою.

Затягування болтів, гайок і гвинтів кріплення деталей слід проводити спочатку на одну третину величини затяжки від положення упору, а потім ще на третину і, нарешті, остаточно зусиллям.

Так само важливо дотримуватися послідовності затягування. На практиці найчастіше доводиться стикатися з кріпленням гайок, розташованих по колу, квадрату, прямокутному контуру або прямої. У першому випадку гайки затягують хрест навхрест попарно, рахуючи в кожній парі гайки, розташовані на кінцях одного і того ж діаметра. У другому випадку спочатку затягують середні гайки, а потім поступово наближаються до країв. Кріпильні деталі надійно закручують згідно креслення.

Зазори між деталями турбокомпресора забезпечуються підбором деталей під час збирання на заводі. Тому деталі одного турбокомпресора не збігаються і ставлять під час збирання на свої місця. У нормально зібраного турбокомпресора ротор обертається вільно. Контролю підлягають; зазор на олію в підшипниках, осьовий розбіг ротора, зазор між колесом компресора та вставкою (див. рис. 1.), лопатками турбінного колеса та кожухом соплового апарату. У разі потреби осьовий розбіг ротора регулюють зміною товщини шайби, зазор між колесом компресора і вставкою підбором товщини компенсатора, а зазор між лопатками турбінного колеса і кожухом соплового апарату нарощуванням, слюсарно-механічною обробкою поверхні кожуха або підбором кожуха. Нормальний зазор на масло в підшипниках встановлюють при їх ремонті.

3.5 Обкатка та випробування турбокомпресора

Після ремонту турбокомпресорів тепловозних дизелів виробляють їх «холодну» обкатку на стенді типу А1130 і при цьому: спресовують водяну порожнину тиском 5 кгс/см^2 і приводять у обертання повітрям ротор турбокомпресора при тиску $5-6 \text{ кгс/см}^2$ і перевіряють систему при тиску $4,5 \text{ кгс/см}^2$.

Така методика випробування турбокомпресорів не забезпечує об'єктивного контролю якості їх ремонту. Це з тим, що повітряний привід ротора від магістральної мережі депо, навіть за тиску $4,5-10 \text{ Па}$, забезпечує обертання ротора лише до $3000-3500 \text{ хв}^{-1}$. При такій частоті обертання виключається ефективний контроль динамічних параметрів, що залежать від якості балансування ротора та якості ремонту підшипників ковзання, а також повністю виключається контроль продуктивності компресора, яка залежить від якості ремонту соплового апарату ротора та інших вузлів компресора.

Для усунення закачаних недоліків рекомендується використовувати стенд обкатки та випробування турбокомпресорів із замкненою повітропрвідною системою.

Стенд складається з опорної рами, повітряного компресора роторного типу, нагнітальних та перепускних повітроводів, повітряного ресивера, системи змащення підшипникових вузлів, системи водяного охолодження, пульта та схеми керування в ручному та автоматичному режимах обкатки та випробування турбокомпресора.

Для приводу повітряного компресора передбачається асинхронний електродвигун змінного струму потужністю $20-30 \text{ кВт}$, а приводу шестерного масляного насоса - електродвигун потужністю $1,6 \text{ кВт}$.

Перед обкатуванням турбокомпресора проводять опресовування водяної порожнини і прокачування масляної системи, протрітої до температури $65-70^\circ \text{С}$. Потім, при повністю відкритому конусному клапані δ , включають

роторний компресор 1 і доводять частоту обертання ротора турбокомпресора до 12-14 тис. При неодруженому режимі роботи турбокомпресора проводиться обкатка протягом 40-60 хв. У процесі обкатки контролюють функціонування системи змащення підшипникових вузлів, вібродатчиками фіксують вібрацію з правої та лівої сторін корпусу в зоні розташування підшипникових кришок, а також здійснюється реєстрація частоти обертання ротора та час його вибігу після відключення

системи повітряного приводу. За часом вибігу контролюють якість ремонту лабіринтних ущільнень та підшипникових вузлів, а рівень вібрації корпусу свідчить про якість динамічного балансування ротора.

Після обкатувальних випробувань контролюють якість ремонту соплового апарату та якість збирання робочого колеса компресора. Для цього за допомогою конусного клапана 8 створюють певний підпір скидання повітря в атмосферу, і виробляють розкручування ротора до 12 тис. хв⁻¹. При такому, частковому навантаженні турбокомпресора, фіксують по зразковому манометру 13 статичний напір повітря в патрубку повітря відводить 14 і споживану потужність електродвигуна для приводу роторного компресора 1.

Остаточну якість ремонту соплового апарату та якість складання робочого колеса, за інших рівних умов, характеризують по різниці споживання потужності електродвигуном роторного компресора в режимі вільного скидання повітря в атмосферу і його підпору конусним клапаном. Для більш повної оцінки якості ремонту турбокомпресора рекомендується, поряд з перерахованими параметрами, фіксувати продуктивність компресора шляхом зміни статичного та динамічного напору повітря в патрубку, що відводить повітря 14.

При цьому слід мати на увазі, що такі параметри, як частота обертання ротора та статичний тиск повітря залежать від продуктивності обраного роторного компресора. Тому допустимі параметри рекомендується встановлювати дослідним шляхом за різних несправностей відповідного типу турбокомпресора.

3.6 МОНТАЖ ТУРБОКОМПРЕСОРА

Монтаж турбокомпресора проводиться в наступній послідовності:

- 1) Турбокомпресор знімають, з контувача ставлять і закріплюють;
- 2) Випускний колектор до газового равлика турбокомпресора приєднують і закріплюють;
- 3) Ставлять і закріплюють повітропровід;
- 4) Труби водяні промивають, протирають, оглядають, від прокладок очищають;
- 5) Трубу підведення води до турбокомпресора ставлять і закріплюють;
- 6) Трубу відведення води від турбокомпресора ставлять та закріплюють;
- 7) Трубопровід підведення олії до турбокомпресора приєднують;
- 8) Прокладки змінюють, трубопроводи зливу олії продувають, ставлять та закріплюють;
- 9) Трубопроводи відсмоктування повітря із порожнини за лабіринтним ущільненням колеса турбокомпресора ставлять та закріплюють.

РОЗДІЛ 4. ПЛАНОВО-ПОПЕРЕДЖУВАЛЬНА СИСТЕМА ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ ТЕПЛОВОЗІВ

Надійність тепловоза визначається досконалістю його конструкції та технології виготовлення, а також рівнем технічного обслуговування та ремонту. У процесі експлуатації тепловоз впливають різні чинники. Йому доводиться працювати за нормальної температури зовнішнього повітря від $+50^{\circ}\text{C}$ до $+40^{\circ}\text{C}$, коли йде дощ, сніг чи проноситься піщана буря; на дорогах з добрим і поганим станом шляху; вести поїзди перевалистим шляхом; працювати на гірських ділянках, де повітря більш розріджене, ніж на рівнині; часто зупинятись і знову набирати потрібну швидкість.

Кожен з цих факторів дає свій вплив, у міру наростання пробігу механізми тепловоза поступово зношуються, в результаті чого змінюються геометричні розміри і форма деталей, характер посадки сполучених деталей і якість їх поверхонь. Міцність багатьох деталей під впливом високих температур та значних питомих навантажень зменшується, вони втрачають працездатність та починають руйнуватися.

Ізоляція струмопровідних частин електричного обладнання поступово старіє під впливом струмових навантажень та осадження на замаслених та зволжених поверхнях ізоляції струмопровідних забруднень. Гумові деталі втрачають еластичність, покриваються сіткою тріщин та руйнуються.

Фільтри, призначені для очищення олії, палива та повітря, забруднюються та перестають виконувати свої функції. Багато деталей і механізмів забруднюються, покриваються нагаром, накипом, корозією, окислами і т.п.

Все це призводить до того, що тягові якості тепловоза погіршуються, він стає менш надійним, часто починає «хворіти», витрати на його утримання зростають. І якщо в процесі експлуатації не вжити своєчасно необхідних заходів, то тепловоз, не досягнувши граничного віку, перестане виконувати свої функції.

Відомо, що знос або старіння багатьох деталей і механізмів можна значно зменшити, якщо вчасно очистити фільтри і додати або замінити мастило, зменшити надмірно збільшений зазор, відновити регулюванням або ремонтом взаємне положення і нормальну посадку деталей, замінити відносяться деталь, очистити деталі, тобто своєчасно та якісно виконувати вимоги з технічного обслуговування та ремонту тепловоза. Ці вимоги визначено планово-попереджувальною системою технічного обслуговування та ремонту тепловозів.

Планово-попереджувальна система технічного обслуговування та ремонту тепловозів передбачає:

технічне обслуговування ТО-1, ТО-2, ТО-3, ТО-4, ТО-5,

Поточні ремонти ТР.

Під технічним обслуговуванням тепловоза розуміють комплекс робіт профілактичного характеру (з огляду, очищення, мастила, кріплення, регулювання тощо), мета яких – попередити виникнення несправностей та зменшити зношування деталей, а отже, постійно підтримувати тепловоз у стані технічної готовності до роботи.

Однак навіть своєчасним та якісним виконанням робіт профілактичного характеру можна лише уповільнити природне зношування або старіння деталей, але не можна його призупинити. Тому багато поєднань деталей чи окремі деталі різні терміни вимагають відновлення їх працездатності, т. е. ремонту.

Під ремонтом тепловоза розуміють комплекс робіт, спрямованих на відновлення нормального технічного стану тепловоза шляхом усунення пошкоджень та відновлення посадок деталей у з'єднаннях, що втратили працездатність. Технічне обслуговування тепловоз піддається, як правило, примусово, а ремонту - при необхідності.

Технічне обслуговування ТО-1, ТО-2 та ТО-3 призначені для попередження появи несправностей та підтримки тепловозів у працездатному

та належному санітарно-гігієнічному стані, що забезпечує їх безперерйну роботу та безпеку руху поїздів.

Технічне обслуговування Т0-4 призначене для обточування бандажів колісних пар без викочування їх з-під тепловозів з метою підтримки оптимальної величини прокату та товщини гребеня.

Технічне обслуговування Т0-5 виконується при підготовці тепловозів у капітальний ремонт, до встановлення в запас ВАТ "РЖД" або резерв залізниці, при введенні їх в експлуатацію із запасу, що прибув із заводу будівництва або ремонтного. Також виконується за потреби перевірки теплотехнічних параметрів, обстеження технічного стану вузлів, агрегатів засобами контролю та діагностування.

Поточні ремонти призначені для відновлення працездатності тепловозів у заданих міжремонтних періодах шляхом ревізії, ремонту або заміни окремих деталей, складальних одиниць, регулювання та випробування, а також часткової модернізації.

При технічному обслуговуванні Т01, Т02 і Т03 і частково при поточному ремонті ТР1 проводять огляд, перевірку цілісності та надійності кріплення елементів обладнання тепловоза, особливо пов'язаних з безпекою руху, змащення деталей, що труться, перевірку та регулювання окремих вузлів обладнання, зокрема форсунок дизеля (при Т03), очищення фільтрів, миття, та очищення тепловоза.

При поточному ремонті ТР2, крім робіт, що виконуються при технічному обслуговуванні та поточному ремонті ТР1, знімають для ревізії та ремонту частину механічного та електричного допоміжного обладнання, акумуляторну батарею для «лікувальної» перезарядки, виробляють ревізію буксових підшипників та тягових редукторів, при необхідності обточування бандажів колісних пар без викочування з-під тепловоза, реостатні випробування, періодичну ревізію обладнання загального призначення.

При поточному ремонті ТР3, крім робіт, що виконуються при поточному ремонті ТР2, ремонтують дизель, решту механічного допоміжного

обладнання, електричні машини та решту електричного допоміжного обладнання, візки з викочуванням з-під тепловоза. Тепловоз піддають реєстраційним та колійним випробуванням.

При капітальному ремонті відновлюють експлуатаційні характеристики тепловоза ремонтом або заміною зношених або пошкоджених частин, відновлення несправності та повного або близького до повного ресурсу тепловоза із заміною або ремонтом будь-яких його частин, включаючи базові, та їх регулювання.

Крім того, перевіряють технічний стан решти елементів обладнання з усуненням виявлених несправностей. При середньому ремонті може виконуватися капітальний ремонт окремих основних частин, наприклад, дизеля.

При КР може проводитись середній ремонт окремих частин тепловоза.

Повний перелік робіт, що виконуються при технічному обслуговуванні та ремонті кожної серії тепловозів, наведено у правилах ремонту.

Таким чином, ремонти КР, ТР3, ТР2 та частково ТР1 призначені тією чи іншою мірою для відновлення працездатності елементів обладнання, а технічне обслуговування - для запобігання несправностям, зменшення зношування деталей та забезпечення безпеки руху.

Робота профілактичного характеру, тобто огляд, перевірку вільного «вигібу» ротора, очищення масляного фільтра, вимірювання осьового розбігу ротора та зазорів «на олію» у підшипниках виконують при ТО3 та ТР1.

Демонтують та розбирають турбокомпресор 1 раз між ремонтами ТР3 та при ремонті ТР3. Працездатність турбокомпресора найчастіше порушується внаслідок відкладення нагару на поверхнях деталей газового тракту: на колесах турбіни, сопловому апараті та його кожусі, газоприймальному корпусі. Шар нагару не тільки погіршує тепловіддачу і викликає перегрів і короблення деталей, але і помітно зменшує прохідні перерізи соплового апарату та турбінного колеса.

Як запобіжний захід в окремих депо деталі газового тракту очищають від нагару без демонтажу турбокомпресора з тепловоза.

Надійна робота тепловозів залежить не тільки від системи технічного обслуговування та ремонту, а й від якості палива та мастильних матеріалів, їх відповідності сучасним конструкціям, дбайливого ставлення до тепловозів, кваліфікованого догляду за ними, попередження перевантажень та дотримання режимів роботи обладнання в експлуатації.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

**РОЗДІЛ 5. ВИМОГИ «ПОСІБНИКИ З ТО ТА ТР ІВ» ЗА
РОЗМІРАМИ ДЕТАЛЕЙ ТА ВУЗЛІВ**

№п/п	Найменування деталей та вузлів, параметра	Крістільний розмір	Допустимий розмір при випуску тепловоза з ТР-2, ТР-3	Шлюбний розмір при випуску тепловоза з ТР-1 та в експлуатації
1	2	3	4	5
1	Осьовий розбіг ротора в завязаному підшипнику	0,2ч0,32	0,2ч0,5	більше 0,5
2	Діаметральний зазор у завязаному підшипнику ("на олію")	0,1ч0,19	0,1ч0,26	більше 0,28
3	Діаметральний зазор в опорному підшипнику ("на олію")	0,12ч0,19	0,12ч0,26	більше 0,28
4	Радіальний зазор між колесом компресора та проставком	1,0ч1,3	1,0ч1,3	менше 1,0 більше 1,3
5	Радіальний зазор між лопатками турбіни та кожухом сонячного апарату	0,6ч0,75	0,6ч0,85	понад 0,85
6	Діаметральний зазор між валом ротора та завязаною втулкою	0,000 год 0,044	0,00ч0,07	більше 0,08
7	Зазор кільця ущільнювача в струмку валу ротора	0,32ч0,48	0,32ч0,58	більше 0,6
8	Радіальний зазор у лабиринтних ущільненнях з боку компресора та турбіни	0,205/год 0,284	0,205ч0,35	більше 0,4
9	Овальність та конусність шийок ротора	0,000 год 0,015	0,00ч0,04	більше 0,045
9	Овальність та конусність отворів опорного та опорного підшипників	0,00ч0,02	0,00ч0,04	більше 0,045

РОЗДІЛ 6. ВИМОГИ ДО ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РЕМОНТУ ТЕПЛОВОЗА (ВЕЛИКО-АГРЕГАТНИЙ МЕТОД РЕМОНТУ)

Основою системи ремонту тепловозів є агрегатний метод, у якому ремонт виконують шляхом заміни зношених агрегатів новими чи заздалегідь відремонтованими.

Найбільш суттєве скорочення простою тепловозів у ремонті дає заміна дизель – генераторної установки (як змінного агрегату).

Такий метод ремонту, на відміну від агрегатного методу, був названий великоагрегатним. Неодмінною умовою застосування агрегатного або великоагрегатного методу ремонту є взаємозамінність агрегатів, вузлів та деталей тепловозів.

Всі основні агрегати тепловоза (дизель - генератор, допоміжні електричні машини, тягові електродвигуни, електричні апарати, акумуляторні батареї, турбокомпресори, візки, редуктори, секції холодильника, гальмівні компресори, вентилятори) є взаємозамінними від іншого тепловоза тієї ж серії.

Взаємозамінні вузли та деталі застосовуються при ремонті дизель – генераторів, електричних машин та апаратів, візків, редукторів, компресорів та інших агрегатів.

У локомотивних депо великоагрегатний метод може бути застосований при ТР-2 та ТР-3.

Перелік агрегатів, вузлів та деталей, які мають ремонтуватись агрегатним методом, визначають у результаті складання мережових графіків та карт технологічного процесу, а також техніко – економічних розрахунків.

Насамперед агрегатним методом ремонтують ті агрегати, вузли та деталі, тривалість ремонту яких визначає простий тепловоза у ремонті.

Агрегатний метод призводить до значного підвищення продуктивності праці ремонтників та зниження собівартості ремонту, поліпшення якості робіт, техніки безпеки, культури праці та естетики виробництва, виключає

непередбачені затримки, що викликаються різним обсягом робіт із відновлення окремих вузлів, що сприяє випуску тепловозів з ремонту точно за графіком.

При агрегатному методі ремонту створюється оборотний фонд вузлів і деталей $\Phi_{про}$ т. е. певне їх кількість у запасі, необхідне виконання програми ремонту тепловозів.

Створюють цей фонд за рахунок нових агрегатів, вузлів, деталей та ремонту зношених (дефектних), знятих з тепловозів, тобто він складається з незнижуваного фонду змінних агрегатів $\Phi_{тех}$ – так званого технологічного запасу, що визначається вимогами технологічного процесу та програмою ремонту.

Крім того, в оборотному фонді має бути незнижувана кількість запасних агрегатів (вузлів, деталей) $\Phi_{ст}$ (страховий запас) для заміни при непланових (аварійних) ремонтах агрегатів, що вийшли з ладу, та для заміни агрегатів, що не підлягають відновленню або потребують свого відновлення особливих умов та часу більше нормативного.

У депо часто виконується кілька різних видів ремонту тепловозів (наприклад, ТР-2 та ТР-3). При цьому агрегати (вузли, деталі), зняті за одного виду ремонту, можуть встановлюватися на тепловоз, який знаходиться в іншому виді ремонту.

Частина агрегатів як технологічного, і страхового запасу може ремонтуватися у централізованому порядку (у іншому депо чи заводі). У цьому *випадку* час ремонту (з урахуванням часу на транспортування) може збільшуватись до $t'_{ЗЦ}$ та $t''_{ЗЦ}$.

При переході на агрегатний метод зростають кошти локомотивного депо на утворення оборотного фонду агрегатів.

Однак при цьому скорочується простий тепловозів у ремонті, підвищується його якість і економляться кошти на ремонті та в експлуатації, збільшується пропускна спроможність ремонтних позицій (стійд).

Економічний ефект застосування агрегатного методу зі збільшенням програми ремонту зростає. Це засвідчує ефективність концентрації ремонту.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 7. ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ ПРАЦІ ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РЕМОНТУ ДВЗ В УМОВАХ РМ

При постановці ТО-3; ТР-1; ТР-2; ТР-3 ЧПС має бути очищений від забруднень, снігу та льоду. Електричні апарати та машини повинні бути очищені продувкою стисненим повітрям.

Очищення ЧПС має виконуватися на спеціалізованій позиції, яка має відповідне обладнання. У депо таких позиції, що не мають, допускається вводити ЧПС в кошти без зовнішньої обмивки і проводити очищення в стійлах ТО-3, ТР-1, ТР-2, ТР-3 або на відкритих залізничних коліях.

На територіях депо, ПТОЛ та майстерень повинні бути окремі ємності для збирання та зберігання залишків забруднених нафтопродуктів та просочених нафтопродуктами обтиральних матеріалів та інших відходів.

Демонтаж та монтаж вузлів здійснювати тільки справними та перевіреними вантажопідійомними механізмами.

До управління вантажопідійомними механізмами допускається лише навчений персонал.

Забороняється перебувати під піднятим вантажем або відставляти його у піднятому положенні без нагляду.

Вузли та деталі, зняті з дизеля, встановлювати в контейнери, кантувачі, або спеціальні контейнери, щоб робоче місце завжди було вільним і не захарашувалося.

При розбиранні та збиранні необхідно звертати увагу на справний стан інструменту. Молотки повинні мати ручки належної довжини, виготовлені із просушеного дерева твердих порід (берези, кизилю) або бука). Дерев'яні ручки інструменту (молотків, напилків, викруток) повинні бути гладко оброблені, не мати сучків, сколів, тріщин і надійно закріплені на інструменті. Гайкові ключі повинні застосовуватися точно за розміром гайок або болтів головок.

Рекомендується використання торцевих ключів.

Зубила допускаються до застосування довжиною не менше 150 мм, потилиці їх не повинні бути збиті.

Виварювання та очищення деталей проводити на спеціальних установках з дотриманням вимог безпеки, обумовлених інструктивними вказівками щодо експлуатації цих установок.

Роботи, пов'язані із застосуванням кислот і лугів, виконуйте із суворим дотриманням заходів захисту людей (використовувати гумові рукавички, окуляри, халати).

При роботі з легкозаймистими речовинами суворо дотримуйтеся вимог пожежної безпеки.

Кантувачі та контейнери повинні бути надійно заземлені.

Перед пуском дизеля повинен бути проведений зовнішній огляд, прибрані всі зайві предмети, встановлені запобіжні огорожі, кожухи і сітки.

Після пуску дизеля необхідно за диференціальним манометром контролювати ступінь розрядження в картері. У разі підвищення тиску дизель має бути негайно зупинено.

Кожна машина, верстат, агрегат, стенд повинні мати технічний паспорт та інвентарний номер. Чи не стандартизоване обладнання має бути забезпечене принциповими схемами та іншою технічною документацією.

Нове або встановлене після капітального ремонту обладнання може бути здано в експлуатацію лише після прийняття його комісією під головуванням

начальника чи головного інженера підприємства. Обладнання необхідно

утримувати у справному стані. Перед початком експлуатації, а надалі

періодично у встановлені терміни обладнання має оглядатися та проходити

відповідні виробування та планово-профілактичний ремонт. На все

технологічне обладнання повинні бути інструкції з експлуатації, що містять

вимоги щодо безпеки обслуговування. Інструкції або виписки з них потрібно

вивішувати на робочих місцях. Вантажопідйомні механізми, знімні

вантажозахоплювальні пристрої необхідно експлуатувати та випробовувати

відповідно до Правил пристрою та безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів.

Технологічні майданчики повинні забезпечувати вільне переміщення та розміщення працівників у процесі виконання робіт, мати місце для розміщення додаткового обладнання та інструменту, запасних частин та матеріалів.

Верстати, механізми, преси, стени для випробування тягових двигунів та інше обладнання мають бути встановлені на фундаментах, ретельно вирівняні та закріплені. Необхідно мати зручні підходи до обладнання для огляду, мастила та поточного ремонту.

Тиски на верстатах встановлюють з відривом щонайменше 1 метра одне від одного. Ширина верстата має бути не менше 0,75 метра. Для захисту працівників від осколків, що відлітають, повинні бути поставлені захисні сітки заввишки не менше 1 метра. Ванни для покриттів, знежирення, хімічного травлення, а також верстати для полірування у відділенні гальванічних покриттів повинні мати витяжки та відсмоктувачі.

Після закінчення роботи робоче місце має бути прибрано.

Для забезпечення безпеки персоналу за безпосереднього виконання робіт застосовують комплекс безпосередніх технічних заходів. Вибір тих чи інших технічних заходів переважно залежить від категорії робіт. Важливим завданням забезпечення безпечних умов праці є підготовка людини до трудової діяльності, виявлення її придатності до обраної професії. Для запобігання чи зменшення впливу на працюючих і навіть на одного працівника небезпечних та шкідливих виробничих факторів використовуються засоби захисту. Вони можуть бути колективними, для захисту двох і більше працівників та індивідуальними, для захисту однієї людини.

Індивідуальні засоби захисту за своїм призначенням поділяються на засоби захисту органів дихання, очей та обличчя. Це: протигази (фільтруючі та ізолюючі), респіратори та ватно-марлеві пов'язки, засоби захисту шкіри (захисні костюми).

Для захисту шкіри рук від дизельного палива та гаєу необхідно застосовувати захисні пасти. У приміщенні цеху не можна курити та користуватися відкритим вогнем. Курити можна лише у спеціально відведених місцях.

При виконанні ремонту слід користуватися переносною лампою із захисною дротяною сіткою. Перебуваючи у дизельному приміщенні при працюючому дизелі, слюсар повинен носити навушники.

До самостійної роботи в депо допускаються особи, які пройшли навчання та перевірку знань зі спеціальності та охорони праці в обсязі відповідної посади. Працівник повинен містити у порядку своє робоче місце та довірені технічні засоби.

До індивідуальних засобів захисту належать:

1) спеціальний одяг - комбінезони, напівкомбінезони, куртки, костюми, халати, жилети та нарукавники, халати, плащі, кожухи, фартухи. Вони призначені для захисту працюючих від механічних пошкоджень, загальних механічних забруднень, підвищених та знижених температур, радіоактивних речовин, електричних полів. Води, кислот, лугів, нафти, органічних розчинників, олій та жирів, а також від шкідливих біологічних факторів.

2) спеціальне взуття – чоботи, ботфорти, напівчоботи, черевики, черевики, туфлі, боти, бахіли. Вони призначені всім видів роботи.

3) запобіжні пристрої — запобіжні пояси, діелектричні килимки, ручні захвати, маніпулятори, наколінники, налоктєвіки та наплічники — призначені для захисту працюючих від падіння з висоти, впливу електричного струму, кислот тощо.

РОЗДІЛ 8. ОРГАНІЗАЦІЯ ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА ПРИ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ РЕМОНТУ ТЕХНІКИ В УМОВАХ РМ

Залізничний транспорт постійно впливає на природне середовище.

Рівень впливу може лежати у допустимих рівноважних та кризових межах.

Характер впливу транспорту на довкілля визначається складом техногенних чинників, інтенсивністю їхнього впливу, екологічною вагомістю на елементи природи.

Техногенна дія може бути локальною від одиничного фактора або комплексною - від групи різних факторів, що характеризуються коефіцієнтами екологічної вагомості, які залежать від виду впливу, їх характеру, об'єкта впливу.

Основними напрямками зниження величини забруднення довкілля є: раціональний вибір технологічних процесів для виробництва готової продукції та її транспортування; використання засобів захисту навколишнього середовища та підтримання їх у справному стані.

Викиди забруднюючих речовин рухомих джерел становлять у середньому 1,65 мли. т на рік. Основне забруднення відбувається в районах, де як локомотиви використовують тепловози з дизельними силовими установками.

При роботі магістральних тепловозів в атмосферу виділяються гази, що відпрацювали, за складом аналогічні вихлопам автомобільних дизелів.

Крім викидів продуктів згоряння палива, щорічно при перевезенні та перевантаженні вантажів з вагонів до навколишнього середовища надходить близько 3,3 млн. т руди, 0,15 млн. т солей і 0,36 млн. т мінеральних добрив.

Більше 17% розгорнутої довжини залізничних ліній мають значний ступінь забруднення вантажами, що пилять. З вагонів-цистерн на дорозі і міжшляху, під час перевезень, внаслідок не герметичності клапанів і зливних приладів цистерн, не площ люків губляться нафтопродукти.

Вони просочуються через ґрунтові горизонти та забруднюють ґрунтові води. З пасажирських вагонів відбувається забруднення залізничного полотна сухим сміттям та стічними водами. На кожен кілометр колії виливається до 180 - 200 м. куб. водних стоків, причому 60% забруднень посідає перегони, інше - біля станцій.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВИСНОВОК

Двигун, оснащений турбокомпресором, має технічні та економічні переваги в порівнянні з атмосферним (безнаддувним) тиском.

Співвідношення маса/потужність у двигуна з турбокомпресором вище, ніж у атмосферного двигуна

Двигун з турбокомпресором менш громіздкий, ніж атмосферний двигун тієї ж потужності.

Крива моменту, що крутить, двигуна з турбокомпресором може бути краще адаптована до специфічних умов експлуатації. При цьому, наприклад, водій важкої вантажівки повинен набагато рідше перемикаєти передачі на гірській дорозі і саме керування буде більш «м'яким»

Крім того, можна на базі атмосферних двигунів створювати версії, оснащені турбокомпресором і відмінні за потужністю.

Ще більш відчутними є переваги двигуна з турбокомпресором на висоті. Атмосферний двигун втрачає потужність через розрядження повітря, а турбокомпресор, забезпечуючи підвищену подачу повітря, компенсує зниження атмосферного тиску, що майже не погіршує характеристики

двигуна. Кількість повітря, що нагнітається, стане лише ненабагато менше, ніж на більш низькій висоті, тобто двигун практично зберігає свою звичайну потужність.

Двигун із турбокомпресором забезпечує краще згоряння палива. Підтвердженням цього є зменшення споживання палива вантажівками на великих пробігах.

Оскільки турбокомпресор покращує згоряння, він також сприяє зменшенню токсичності газів, що відпрацювали

Двигун, оснащений турбокомпресором, працює стабільніше, ніж його атмосферний аналог тієї ж потужності, а будучи меншим за розміром, він виробляє, відповідно, менше шуму. Крім того, турбокомпресор грає роль своєрідного глушника у системі вилуску.

Турбокомпресор може бути оснащений будь-який двигун внутрішнього згоряння, дизельний, бензиновий або працюючий на газі, що має рідинне або повітряне охолодження. Турбокомпресори використовуються на двигунах як з великим робочим об'ємом (суднових, тепловозних та стаціонарних), так і на двигунах вантажних та легкових автомобілів. Також не має жодного значення, чи йдеться про 2-тактний або про 4-тактний двигун.

В даний час практично всі великі дизельні двигуни потужністю понад 150 кВт, що використовуються в промисловості, суднобудуванні, на залізничному транспорті, оснащуються турбокомпресором. Навіть у секторі невеликих автомобілів із дизельним двигуном спостерігається поширення турбокомпресорів. Прихід турбокомпресорів на бензинові двигуни був важчим, але прискорився завдяки досвіду їх використання на кільцевих автоперегонах та авторалі.

Розширення виробництва матеріалів, що володіють високими температурними характеристиками, поліпшення якості моторних масел, застосування рідинного охолодження корпусу турбокомпресора, електронне управління регулюючими клапанами - все це сприяє тому, що турбокомпресори стали використовуватися на дрібносерійних бензинових двигунах, що в поєднанні з впорскуванням і електронним захватом високих показників.

ЛІТЕРАТУРА

1. Посібник з ТО і ТР тепловозів М62 (М62Ю), 2004.
2. В.С. Крутяков "Охорона праці та основи екології на залізничному транспорті та у транспортному будівництві", видавництво "Транспорт", М., 1993.
3. Поточні лінії ремонту локомотивів у депо / Н. І. Фільков, Є. Л. Дубинський, М. М. Майзель, І. Б. Стерлін. Вид. ... М.: Транспорт, 1972. - 285
4. Клочкова Є. А. Охорона праці на залізничному транспорті: навч. для технікумів та коледжів ж.-д. трансп. / Є. А. Клочкова. - М: Маршрут, 2004.
5. Находкін, В. М. Технологія ремонту тягового рухомого складу: Підручник для технікумів залізничного транспорту / В. М. Находкін, Р. Г. Черепашенець. - М.: Транспорт, 1998. - 460 с.
6. Айзінбуд С.Я. "Локомотивне господарство". - М: Транспорт 1986 - 263с
7. 28. Котиков, В.М., Егоров, Л.И., Ерхов, А.В., Куликов, М.И., Под редакцией Котикова, В.М. [Текст]. - М.: МГУЛ, 2007. - 353 с. □ □
Теория и конструкция машин и оборудования отрасли (колесные и гусеничные лесные машины). Т.1. Двигатели внутреннего сгорания. Учебник 2-е изд.
29. Быков, К.П., Шленчик, Т.А. Подшипники автомобилей и тракторов. Применяемость и взаимозаменяемость. Справочник. 2 — ое изд. дополненное [Текст]. - Изд-во . Ранок 2003, - 304 с.
30. Власкин, В.В. Повышение долговечности турбокомпрессоров дизельных двигателей восстановлением изношенных деталей методом электроискровой обработки Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук [Текст] Саранск: МГУ им Н.П. Огарева 2004. - 180 с.
31. Хан, Г. Турбодвигатели и компрессоры/ справочное пособие. М.: ООО «Изд-во Артель», ООО «Изд-во АСТ» 2003. — 351 с.

32. ГОСТ 15.601-98. ЕСТП Техническое обслуживание и ремонт техники. Основные положения.

33. Колбасин, А.А. Восстановление и повышение надежности узла трения турбокомпрессора семейства СМД: Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. [Текст], Харьков, 1988.- 18 с.

34. Питухин, А. В. Оценка среднего числа отказов и вероятности их появления для восстанавливаемых объектов на основе закона распределения наработки до первого отказа / А.В. Питухин, Н.И. Серебрянский, В.Н. Шиловский // Труды /Петрозаводский государственный университет. Лесоинженерный факультет [Текст]. -Петрозаводск, 2001. - Вып.

3 - С. 76-78

35. Дьячков, А.К, Подшипники скольжения жидкостного трения [Текст]. М.: Машгиз 1955. — 151 с.

36. Морозов, А.В. Технологическое обеспечение и повышение эксплуатационных свойств тонкостенных стальных втулок сельскохозяйственной техники электромеханическим дорнованием. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук [Текст]. М.: 2007 - 190 с.

37. Прикладная теория подшипников жидкостного трения [Текст] - М.: Машгиз, 1954. — 186 с.

38. Антифрикционные химически стойкие материалы в машиностроении [Текст] М.: Машиностроение 1965, - 312 с.

39. Быков, В.В., Голубев, И.Г., Кружков, М.А. Проектирование технологических процессов восстановления деталей транспортных и технологических машин [Текст]. - М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2003, — 60 с.

40. Голубев, И.Г. и др. Повышение качества ремонта машин и оборудования в рыночных условиях [Текст]. — М.: Информагротех, 1999, - 77 с.

41. Быков, В.В., Воскобойников, И.В., Дружков, Г.Ф. Технологические расчеты при проектировании процессов восстановления и упрочнения деталей машин лесного комплекса: Учебное пособие [Текст]. - М.: МЛТИ, 1990, - 88 с.

42. Буше, Н.А. Подшипники скольжения из алюминиевых сплавов [Текст]. М.: Транспорт 1974, - 240 с.

43. Анурьев, В.И. Справочник конструктора машиностроителя в 3 - х томах издание 9 - ое переработанное и дополненное [Текст]. М.: Машиностроение 2006 г.

44. Игнатов, В.И., Макуев, В.А., Сиротов, А.В., Техническая эксплуатация и технология ремонта машин и оборудования лесного комплекса: учебник [Текст]. - М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2006, - 489 с.

45. Прохоров, В.Ю. Долговечность элементов шарнирных сопряжений технологического оборудования лесных машин на основе композиционных материалов. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук [Текст]. М.: 1997, - 259 с.

46. Розенберг, Р.В. Влияние смазочных масел на надежность и долговечность машин [Текст]. М.: Машиностроение 1970, — 512 с.

47. Михалин, П.А., Прохоров, В.Ю. Ремонт турбокомпрессоров машин лесного комплекса при использовании альтернативных материалов. Вестник Московского государственного университета леса Лесной вестник №4 [Текст] М.: ГОУ ВПО МГУЛ 2008, 54 — 57 с.

48. Сиротов, А.В. Синтез систем технического обслуживания и ремонта поточных линий лесопильно-деревообрабатывающих производств: монография [Текст]. - М.: ГОУ ВПО МГУЛ, 2005. - 196 с.

49. Питухин, А. В. Определение периодичности технических воздействий на основе средневзвешенной вероятности отказа парка восстанавливаемых объектов // Труды ... Петрозаводский государственный университет Лесоинженерный факультет [Текст]. - Петрозаводск, 2005. - Вып. 5. - С. 81-83.

50. Питухина, В. Надежность лесозаготовительных машин и оборудования : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению подготовки 150400 "Технологические машины и оборудование" / А.В. Питухин, В.Н. Шиловский, В.М. Костюкевич. [Текст] - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 280 с.

51. Композиционные материалы: Справочник / Под редакцией Васильева, В.В., Тарнопольского, Ю.М. [Текст] — М.: Машиностроение, - 1990, — 256 с.

52. Семенов, А.Г. Металлофторопластовые подшипники [Текст]. М.: Машиностроение 1976, - 192 с.

53. Кугель, Р.В. Долговечность автомобилей [Текст]. М., Машгиз, 1961, - 284 с.

54. Воскобойников, И.В. Техническое диагностирование лесозаготовительных машин [Текст]. - М.: Лесная промышленность, 1987, - 192 с.

55. Изотов, А.Д. Расчет нестационарно нагруженных подшипников. — Л.: Машиностроение Ленинградское отделение. 1982. — 223 с.

56. Фридриха, К. Трение и износ полимерных композитов [Текст]. Л.: Химия 1991. — 305 с.

57. Ироников, А.С. Надежность машин [Текст]. — М.: Машиностроение, 1978, -592 с.

НУБІП України

НУБІП України