

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра надійності і ремонту машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи

освітнього ступеня "Магістр"

на тему:

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МАГНІТО-ПОРОШКОВОГО
МЕТОДУ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Виконав: студент 2 курсу, групи МГМ-3-20
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____ Разон Сергій Вікторович

Керівник: _____ Толстенко Олександр Васильович

Рецензент: _____

Дніпро 2021

РЕФЕРАТ

Дипломна робота виконана на тему Обґрунтування параметрів магніто-порошкового методу контролю технічного стану деталей машин.

Дипломна робота містить 5 розділів.

В першому розділі проведено аналіз існуючої системи діагностування та defeкації. Розглянуто методи defeкації та проаналізовано перспективи їх використання.

В другому розділі розроблено методику магніто порошкового контролю та розраховано технологічний процес відновлення шатуна з використанням магніто-порошкового контролю.

Третій розділ присвячено розробці методики проведення магнітопорошкової defeктоскопії. Проведено експериментальні дослідження та встановлено ефективні режими намагнічування.

Четвертий розділ присвячено розгляду питань охорони праці та захисту у надзвичайних ситуаціях.

В п'ятому розділі проведено розрахунок техніко-економічних показників роботи.

Дипломна робота складається з пояснювальної записки та демонстраційного матеріалу. Графічна частина 84 сторінки і 12 слайдів демонстраційного матеріалу.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
РОЗДІЛ 1. ОГЛЯД РОБІТ З ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МАШИН ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ Й РЕМОНТУ.....	10
1.1. Роль діагностування та неруйнуючого контролю в оцінці й прогнозуванні технічного стану машин.....	10
1.2. Методи і технології неруйнуючого контролю деталей машин.....	16
1.3. Висновки і задачі роботи.....	30
РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ ДЕФЕКТУВАННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНІВ.....	31
2.1. Організація та технологія робіт на дільниці.....	31
2.2. Розробка технологічного процесу відновлення шатуна.....	37
РОЗДІЛ 3. ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА І СТРУКТУРА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	48
3.1. Методика експериментальних досліджень.....	48
3.2. Опис і порядок роботи з магнітним дефектоскопом М-217.....	51
3.3. Розрахунок інтенсивності намагнічування.....	56
3.4. Методика розрахунків для намагнічування шатуна та колінчатого валу.....	56
3.5. Висновок.....	65
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ....	67
4.1. Загальні відомості про охорону праці на підприємстві ТОВ Реммаш.....	67
4.2. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів на дільниці дефектування деталей.....	68
4.3. Заходи по забезпеченню захисту працівників від дії шкідливих та небезпечних факторів.....	70
4.4. Дії у разі настання надзвичайної ситуації	71
4.5. Висновок.....	72

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ДЕТАЛЕЙ У ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ.....	73
5.1. Розрахунок економічної ефективності.....	73
5.2. Висновок.....	77
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	78
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	80
ДОДАТКИ.....	84

ВСТУП

Сьогодні широко застосовуються методи й засоби неруйнуючого контролю (НК) виробів машинобудування, що дозволяють перевіряти якість, не порушуючи їх придатності для подальшого використання по призначенню.

Дослідження змін фізичних характеристик матеріалів і виявлення дефектів, що є причиною цих змін, належить фізичній основі методів неруйнуючого контролю. Позитивними якостями методів НК є висока надійність і достовірність контролю, можливість застосування НК у поопераційному контролі виробів, можливість застосування методів НК в умовах експлуатації, порівняно велика швидкість контролю й ін. [1, 2].

Процес утворення та збільшення дефектів у період експлуатації ставлять під загрозу безаварійну експлуатацію машино-тракторного парку. Забезпечення безпеки руху за рахунок своєчасного виявлення заводських і втомлювальних дефектів у відповідальних елементах машин приносить величезний економічний ефект і служить збереженню людських життів. Розв'язок цієї проблеми досягається сучасними фізичними методами НК і діагностування [3].

Використання різноманітних методів НК і систем діагностики, у тому числі стаціонарної, переносної та бортової мікропроцесорної апаратури, дозволяють по-новому управляти поточним станом машин та розставляти пріоритети в організації планово-запобіжного ремонту (ПЗР).

Аналіз даних, що збираються, про технічний стан вузлів і деталей, після проведення неруйнуючого контролю та діагностування дозволяє проводити подальше прогнозування надійної роботи машино-тракторного парку, а також дає можливість оптимізувати ПЗР із урахуванням індивідуальних параметрів машини.

При проведенні планового технічного огляду (ТО) або поточного ремонту (ПР), на підставі оброблених даних спеціалізованими електронними приладами, є можливість ухвалити рішення щодо заміни вузла або деталі із

критичними рівнями контрольованих параметрів і тим самим запобігти відмові машини в процесі роботи, або прийняти рішення щодо зменшення або виключення операцій з обслуговування та ремонту, якщо контрольовані параметри в допуску.

Таким чином, збільшується час корисної експлуатаційної роботи вузла, деталі й машини в цілому а, отже, збільшується міжремонтний пробіг (напрацювання), також мінімізуються обсяги й строки ремонту [2, 4].

Сучасні технологічні процеси виготовлення та ремонту машин, в багатьох випадках супроводжуються проміжним контролем якості виробів. У зв'язку з цим важливе значення набувають неруйнуючі методи контролю якості, які дозволяють не тільки виявляти дефекти на поверхні або в товщі виробу, але й визначати їх форму та розміри, а також просторове положення в деталі.

Питанням розробки методик розрахунків і аналізу показників безвідмовності й довговічності, визначення ресурсу устаткування приділяється велика увага в дослідженнях учених.

Мета й завдання дослідження. Метою дослідження є розробка методів визначення показників надійності деталей машин за результатами магніто-порошкового контролю при конкретних умовах експлуатації. При розробці враховувався їх фактичний технічний стан, отриманий при регламентованих видах обслуговування й діагностування, що у свою чергу дозволило досягти визначення реального ресурсу наробітку й терміну служби вузлів машин.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно розв'язати наступні **основні завдання дослідження:**

1. аналіз систем, приладів діагностування й неруйнуючого контролю в оцінці та прогнозуванні технічного стану машин;
2. аналіз і систематизація інформації про технічний машин в процесі діагностування й неруйнуючого контролю;

3. розробка технологічного процесу відновлення деталі з використанням операції магніто-порошкового контролю.

4. Розробка методики проведення експериментальних досліджень магніто-порошкового методу дефекації деталей машин, а також провести дослідження різних режимів намагнічування.

5. Розробити заходи по поліпшенню стану охорони праці та захисту у надзвичайних ситуаціях.

6. Провести техніко-економічну оцінку роботи.

Об'єкт дослідження: деталі що надходять на дефекацію при ремонті машин.

Публікації. Разон С.В. Обґрунтування перспективних методів неруйнівного контролю технічного стану деталей машин, що надходять в ремонт / Разон С.В. Матеріали науково-практичної конференції. ДДАЕУ. Дніпро. 2021 – 25 – 27 с.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД РОБІТ З ОЦІНКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ МАШИН ТА ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ Й РЕМОНТУ

1.1. Роль діагностування та неруйнуючого контролю в оцінці й прогнозуванні технічного стану машин

Технічна діагностика виникла в зв'язку з прискореним розвитком сучасного машинобудування й зокрема тракторів, комбайнів, автомобілів і інших машин, яка обумовила необхідність більш глибокої оцінки технічного стану МТП і їх комплектуючих виробів, як основи прогресивних методів технічного огляду та ремонту. Термін "діагностика" походить від грецького "diagnostikos", що означає розпізнавання, визначення. В процесі діагностики встановлюється діагноз, тобто визначається технічний стан системи, вузла, деталі або МТП у цілому.

Технічна діагностика – галузь знань, що охоплює теорію, методи й засоби визначення технічного стану об'єктів [5].

Діагностика – це один із способів перевірки стану й працездатності технічного виробу з метою виявлення в ньому схованих або явних дефектів, несправних вузлів і елементів, відхилень від заданих умов і режиму роботи, являючи собою один з ефективних засобів забезпечення надійності об'єкта.

Технічна діагностика є складовою частиною виготовлення, технічного обслуговування й ремонту МТП. Основне завдання технічного діагностування – це забезпечення безпеки, безвідмовності, довговічності й ефективності роботи вузлів і деталей МТП, а також скорочення витрат на його технічне обслуговування й зменшення втрат від простоїв у результаті відмов і непланових ремонтів [6].

За результатами діагностичних досліджень визначають показники надійності конкретного виробу, його стан протягом певного проміжку часу (наробітку).

Діагностування містить у собі наступні функції:

- оцінка технічного стану виробу;
- виявлення й визначення місця знаходження несправностей;
- прогнозування залишкового ресурсу об'єкта.

Залежно від застосовуваних діагностичних пристроїв і діагностичних параметрів, які необхідні при проведенні контролю, можна скласти наступний неповний список методів діагностування (рис. 1.1):

- органолептичні методи діагностування, які засновані на використанні органів почуттів людини (зір, слух);
- інструментальні методи;
- вібраційні методи діагностування, які засновані на аналізі параметрів вібрацій технічних об'єктів;
- акустичні методи діагностування, засновані на аналізі параметрів звукових хвиль, утворених технічними пристроями;
- теплові методи, засновані на використанні тепловізорів;
- магнітопорошковий метод;
- вихротоковий метод;
- ультразвуковий метод;
- капілярний метод.

Проблемою технічної діагностики є забезпечення одержання достовірної інформації із прийнятною оперативністю розпізнавання дійсного стану виробу й класифікації цього стану.

Від обумовленості подальшого застосування проконтрольованої продукції методи контролю підрозділяються на руйнуючі й неруйнуючі. Руйнуючий контроль використовується для оцінки показників якості матеріалів, деталей і вузлів рухомого складу в цілому. Зазначені методи застосовують при випробуваннях продукції на надійність (перевірка причин відмов). Після

проведення руйнуючого контролю виріб або вузол вважається непридатним для наступного застосування по призначенню. Неруйнуючий контроль (НК) виконується такими методами, які не дозволяють впливати на працездатність виробу. Внаслідок проведення НК деталь вважається працездатною та придатною до подальшого використання [7].

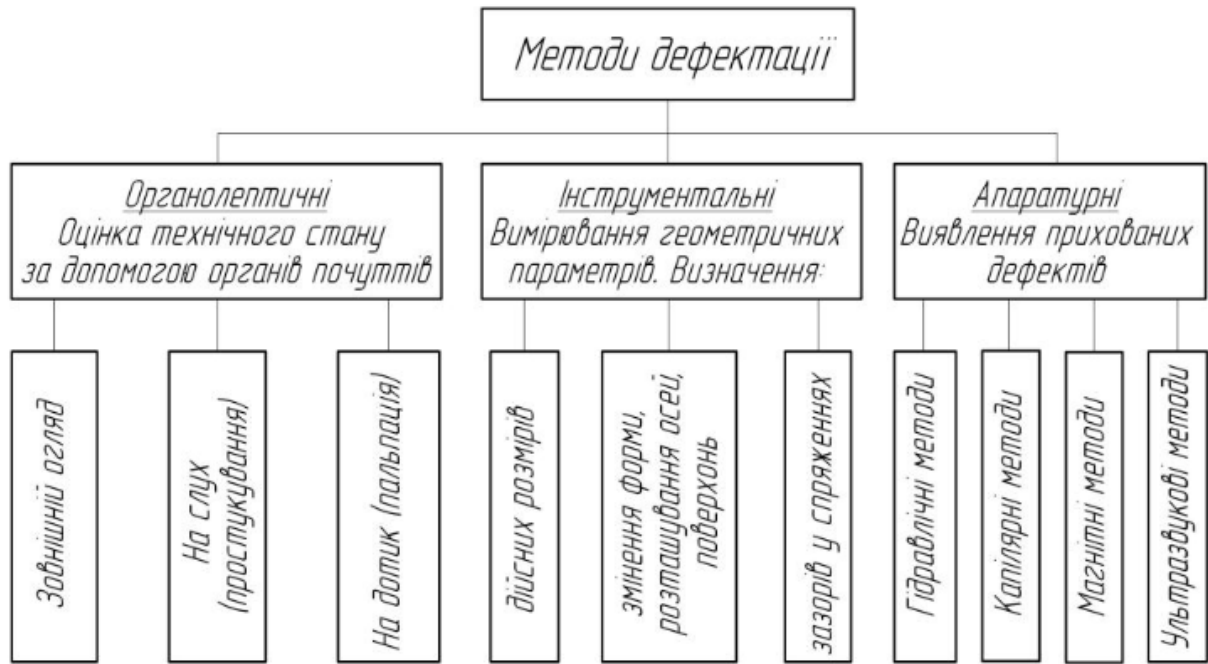


Рис. 1.1. Методи дефектації

У сучасному періоді розвитку ремонтного виробництва МТП методи НК знайшли найбільш широке застосування, тому що вони високотехнологічні, точні в визначенні не суцільності в матеріалі.

Методи неруйнуючого контролю, не спотворюючи параметрів і структури деталі, дозволяють виявляти поверхневі й внутрішні приховані дефекти, або розкрити такі особливості, які спричиняють певну ненадійність виробів. Вони дозволяють досліджувати вироби в процесі розробки, виробництва, випробувань і експлуатації, а також можуть застосовуватися для оцінки якості технологічних процесів і відпрацьовування виробів, що не задовольняють вимогам технічного завдання.

Методи НК повинні відповідати наступним основним вимогам: носити дійсно неруйнуючий характер, мати достатню чутливість і розв'язну здат-

ність. Під чутливістю методів НК розуміється здатність надійно, із заданою ймовірністю виявити візуально або із застосуванням спеціальних пристроїв, у певних умовах, мінімальний по розмірах (ширині, глибині, довжині) дефект.

Результативність використання НК визначається його принциповими перевагами в порівнянні з візуальним оглядом і руйнуючими випробуваннями деталей. Методи контролю, засновані на візуальному огляді поверхні деталі прості, не вимагають високої кваліфікації працівника й застосування певних дорогих приладів. У той же час вони малопродуктивні, не можуть бути повністю автоматизовані та є суб'єктивними, тому що вірогідність результатів залежить від стану здоров'я, досвіду й сумлінності працівника, що проводить контроль. Багато дефектів не мають виходу на поверхню деталі або не видимі навіть при застосуванні збільшувальних пристроїв [8].

Придатністю руйнуючих методів випробувань є те, що в процесі випробувань, можливо виміряти руйнівні навантаження або інші показники, що обумовлюють надійність деталі. Певним недоліком руйнуючих випробувань є те, що вони проводяться вибірково, тобто тільки на деякій партії однакових виробів. З огляду на те, що випробовувані матеріали та вироби руйнуються в процесі контролю, вірогідність руйнуючих методів залежить від однотипності властивостей, що перевіряються у матеріалах і виробках, а також від відповідності умов випробувань із умовами роботи деталі.

При порівнянні із НК, руйнуючі випробування більш трудомісткі, менш продуктивні й складніше зазнають автоматизації.

На сучасному етапі розвитку ремонтної системи машино-тракторного парку найбільшу популярність при діагностуванні дістали засоби й методи неруйнуючого контролю.

При проектуванні робіт зі створення виробів, системи неруйнуючого контролю застосовують: для одержання необхідних даних, що підтверджують правильність обраних рішень; для скорочення часу й обсягів необхідних досліджень; для відбору матеріалів, компонентів і устаткування, що забезпе-

чують одержання продукції необхідної якості з мінімальними матеріальними й трудовими витратами. На цьому етапі вибирають оптимальні методи й засоби контролю, розробляють основні технічні вимоги до еталонів і критеріїв приймання деталей.

На етапі виробництва й випробувань дослідної партії деталей неруйнуючий контроль використовують для відпрацювання технологічних процесів і конструкцій. За результатами контролю вносять зміни в конструкцію з метою зниження матеріалоємності й трудомісткості виробництва, підвищення надійності й довговічності продукції. На цьому етапі встановлюють необхідні технічні вимоги до якості виробу. При експлуатації та ремонті виробів й устаткування за допомогою систем НК запобігають відмовам, скорочують простой та експлуатаційні витрати, збільшуються строки експлуатації та міжремонтні пробіги. На підставі результатів неруйнуючого контролю, бракування, виріб вилучається з експлуатації [9].

Виходячи з фізичних явищ, на яких заснований неруйнуючий контроль, виділяють ряд його основних видів і методів НК (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Основні види й методи неруйнюючого контролю

Опис різних видів і методів неруйнюючого контролю деталей наводиться в безлічі технічної літератури [2, 10, 11, 12, 13], у результаті чого можливо вибрати найбільш оптимальний, з оцінкою вірогідності одержуваного результату.

Серед різних методів неруйнюючого контролю, найбільш широке поширення одержали: акустичний, ультразвуковий, і магнітний методи контролю деталей.

Нижче наведено детальний огляд основних методів неруйнівного контролю (рис. 1.3 – 1.5).

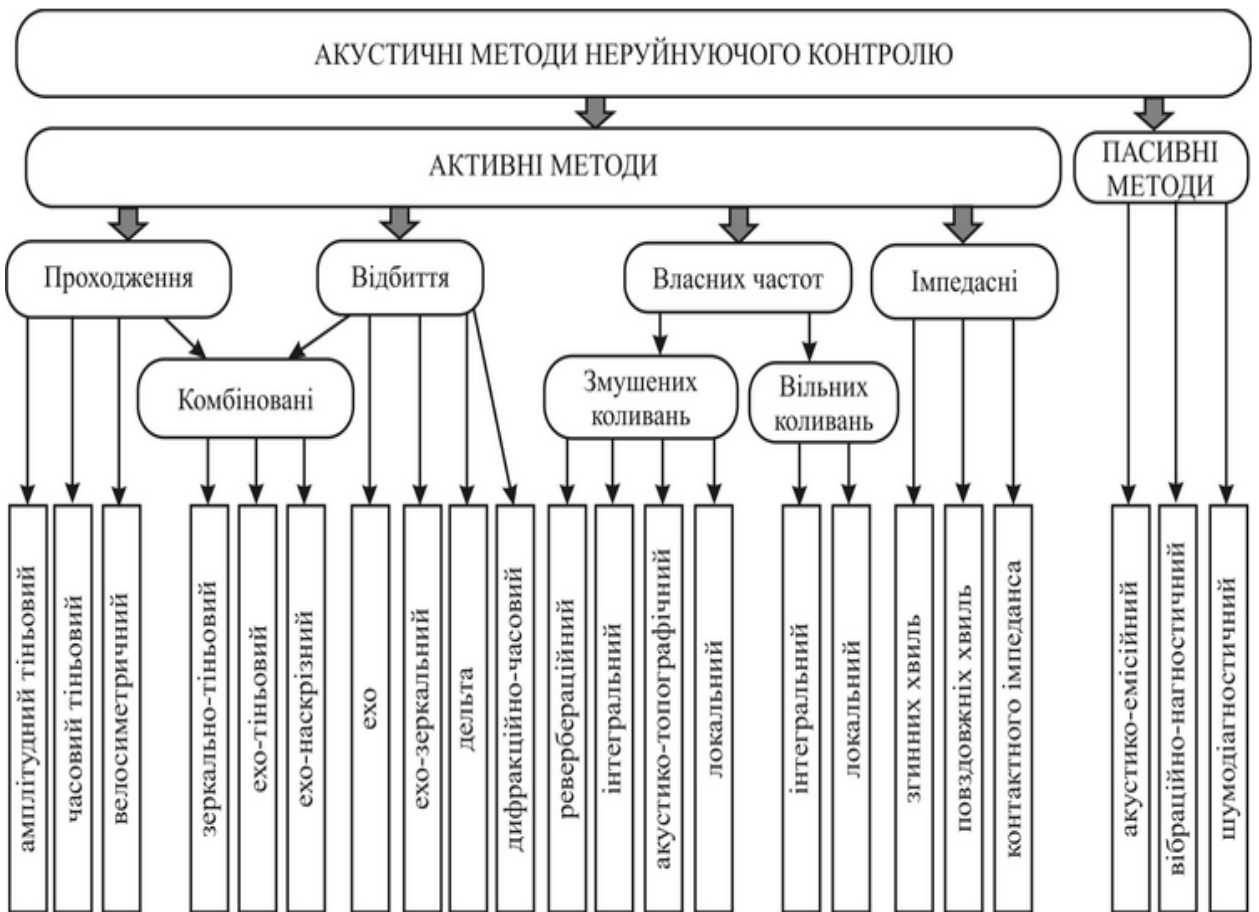
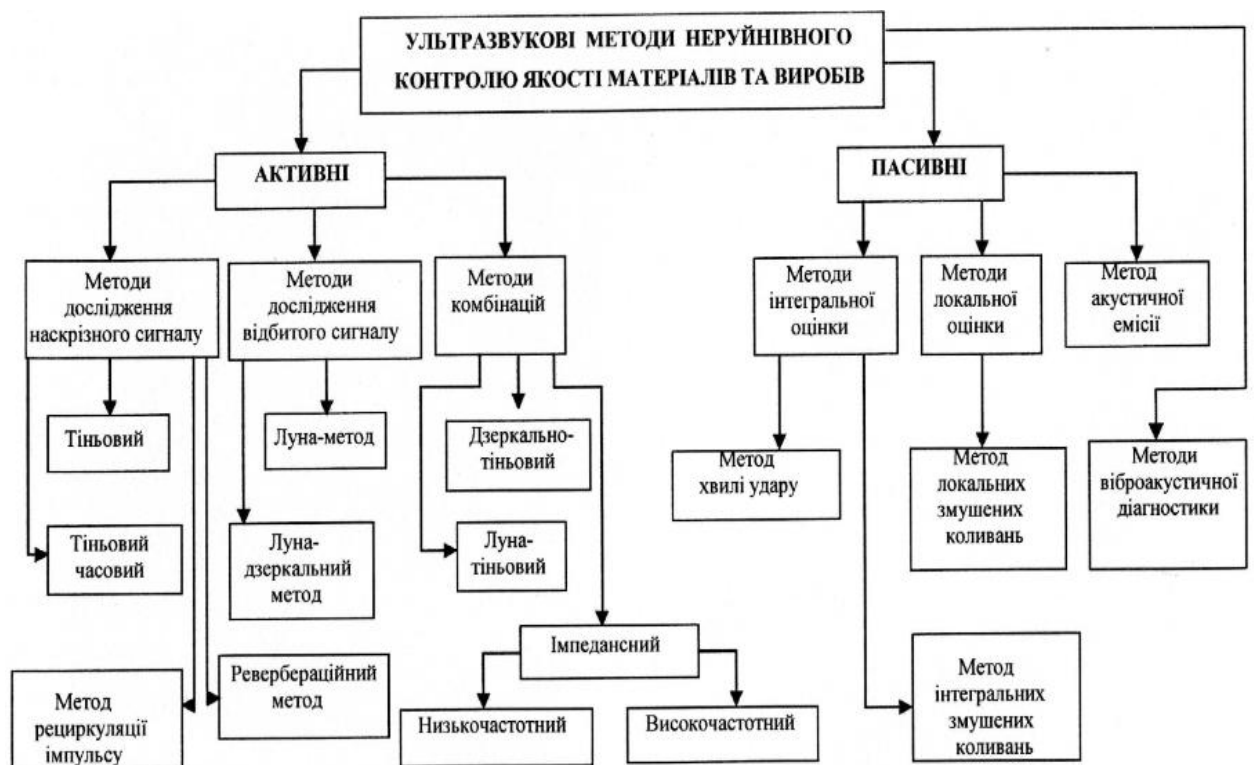


Рис. 1.3. Акустичні методи неруйнівного контролю



1.4. Ультразвукові методи неруйнівного контролю



Рис. 1.5. Магнітні методи неруйнівного контролю

1.2. Методи і технології неруйнюючого контролю деталей машин

Візуально – оптичний метод – це один з методів неруйнюючого контролю оптичного виду. Він заснований на одержанні первинної інформації про контрольований об'єкт при візуальному спостереженні або за допомогою оптичних приладів і засобів вимірів. Це органолептичний контроль, тобто який сприймається органами почуттів (органами зору), вважається ефективним і зручним способом виявлення всіляких дефектів. Саме з візуального огляду починається проведення неруйнюючого контролю деталей. Даний вид контролю проводиться як з використанням спеціальних засобів, так і без них. Візуальний метод контролю зокрема довів свою найвищу ефективність при контролі якості основного металу, зварених швів, з'єднань і наплавлень – як у процесі підготовки й проведення зварювання, так і при виправленні виявлених дефектів [14, 15].

Приклад зовнішнього дефекту деталі, виявленого в ході проведеного візуального контролю, представлено на рис 1.6.

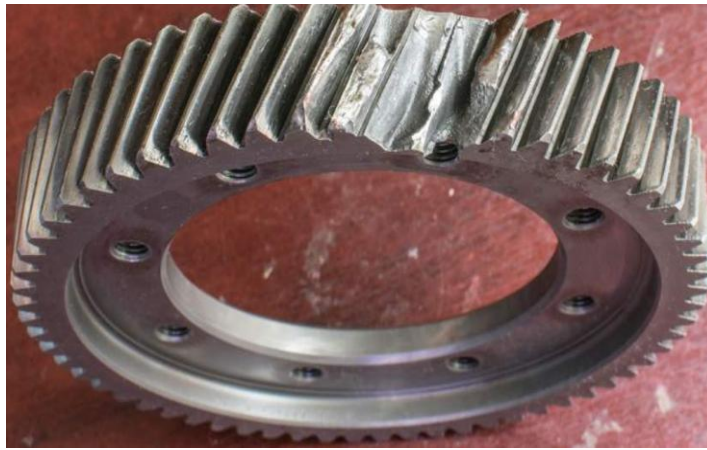


Рис. 1.6. Зовнішній дефект шестерні коробки передач, виявлений за допомогою візуального контролю

Магнітопорошковий метод – один з розповсюджених методів неруйнуючого контролю для деталей машин. Застосування магнітопорошкового методу пояснюється його високою продуктивністю, наочністю результату контролю й високою чутливістю для контролю найбільш відповідальних деталей – колінчатих валів, осей, шестерень, підшипників, кілець підшипників і т.д. [16, 17]. Слід також зазначити, що магнітопорошковий метод використовується для підтвердження результатів контролю деталей, проведених іншими методами: вихротоковим, феррозондовим або ультразвуковим.

Принципова можливість виявлення дефектів магнітними методами пояснюється тим, що при намагнічуванні деталі з ферромагнітних матеріалів на їхній поверхні в області дефекту виникає неоднорідне магнітне поле розсіювання дефекту. Далі це поле виявляють за допомогою магнітного індикатору – порошку або суспензії, частки яких притягуються полем розсіювання (рис. 1.7).

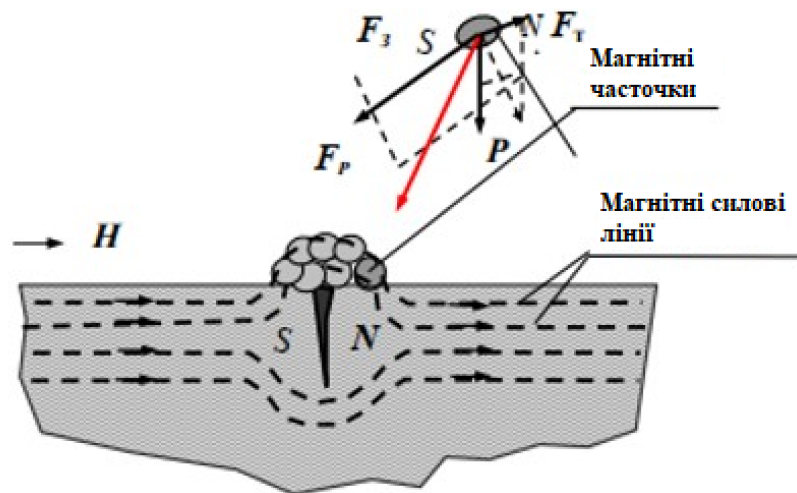


Рис. 1.7. Сили, що діють на магнітну частку в полі розсіювання дефекту й скупчення магнітних часток на поверхні деталі в області дефекту
 S - магнітна часточка, P – сила тяжіння, F_t - сила тертя, F_z - зтягуючи сила,
 F_r - результуюча сила

Метод дозволяє контролювати деталі практично будь-яких форм і розмірів і виявляє поверхневі й підповерхневі дефекти типу не суцільності металу (раковини), тріщини різного походження (поперечні, поздовжні), волосовини, розшарування, заходи із шириною розкриття порядку 0,001мм і глибиною 0,01мм.

Деталі, що підлягають контролю, мають різний хімічний склад й зазнають певної термічної обробки, внаслідок чого мають різні магнітні властивості. Тому для кожної деталі повинна бути встановлена технологія контролю, що забезпечує достатню для виявлення дефектів намагніченість цієї деталі. Спосіб і режим намагнічування вибирають із урахуванням геометричної форми деталі й місця розташування підлягаючих виявленню дефектів.

При магнітопорошковому контролі деталей застосовують наступні види намагнічування: циркулярне, полюсне й комбіноване [18, 19, 20]. Спосіб намагнічування вибирають залежно від геометричної форми й розмірів контрольованої деталі, а також від напрямку підлягаючих виявленню дефектів.

Циркулярне намагнічування здійснюють одним з наступних способів: пропусканням струму по всій деталі або її частині; пропусканням струму по

центральному провідникові, пропущеному в наскрізний отвір або порожнину в деталі, а також пропусканням струму по провідникові, намотаному на деталь тороїдальної форми.

Циркулярне намагнічування при пропусканні струму по деталі або її частині зображено на рис. 1.8.

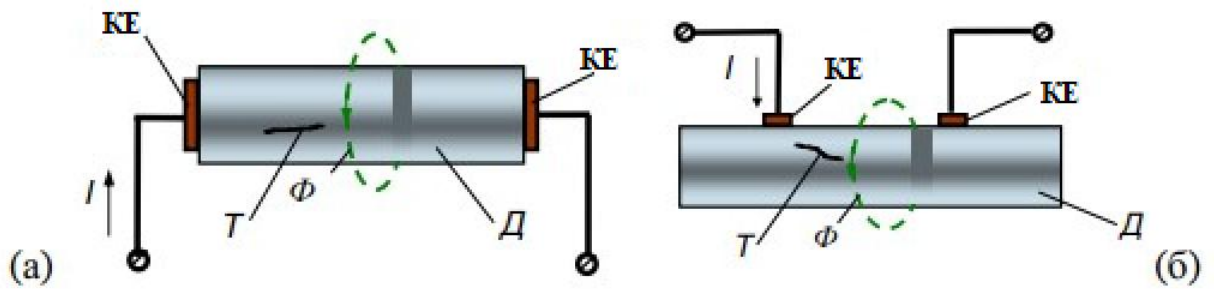


Рис. 1.8. Намагнічування пропусканням електричного струму по контрольованій деталі (а) або її частині (б)

Д – деталь, Т – тріщина, КЕ – контактні електроди

Наприклад, намагнічування вінців зубчастих коліс і шестірень здійснюють пропусканням імпульсного струму по гнучкому кабелю, прокладеному в міжзубних западинах [20], (рис. 1.9).

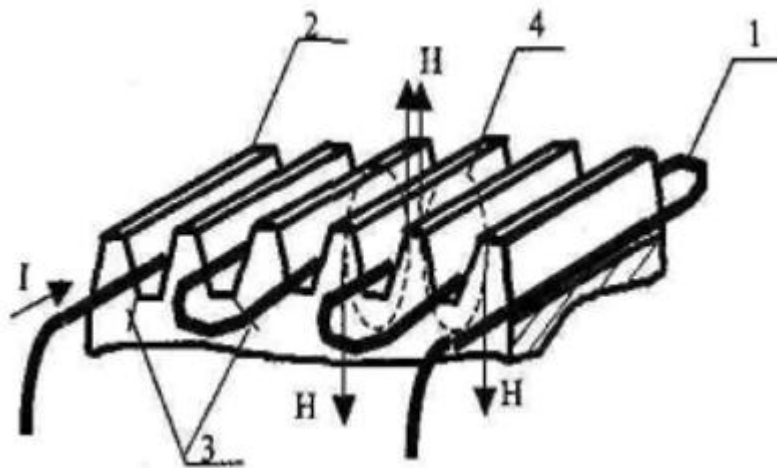


Рис. 1.9. Намагнічування вінців зубчастих коліс і шестірень за допомогою гнучкого кабелю

1 – кабель, 2 – деталь, 3 – тріщини, 4 – силові лінії магнітного поля; Н – вектор напруженості магнітного поля, I – намагнічуючий потік

Над поверхневими втомлюваними тріщинами утворюється індикаторний малюнок у вигляді чіткого тонкого щільного валика магнітного порошку по всій їх довжині. Над гартівними тріщинами утворюється чіткий розгалужений переривчастий індикаторний малюнок, над шліфувальними тріщинами утворюється чіткий індикаторний малюнок у вигляді сітки. Приклади дефектів, виявлених у ході проведеного МПК зображено на рис. 1.10 та 1.11.

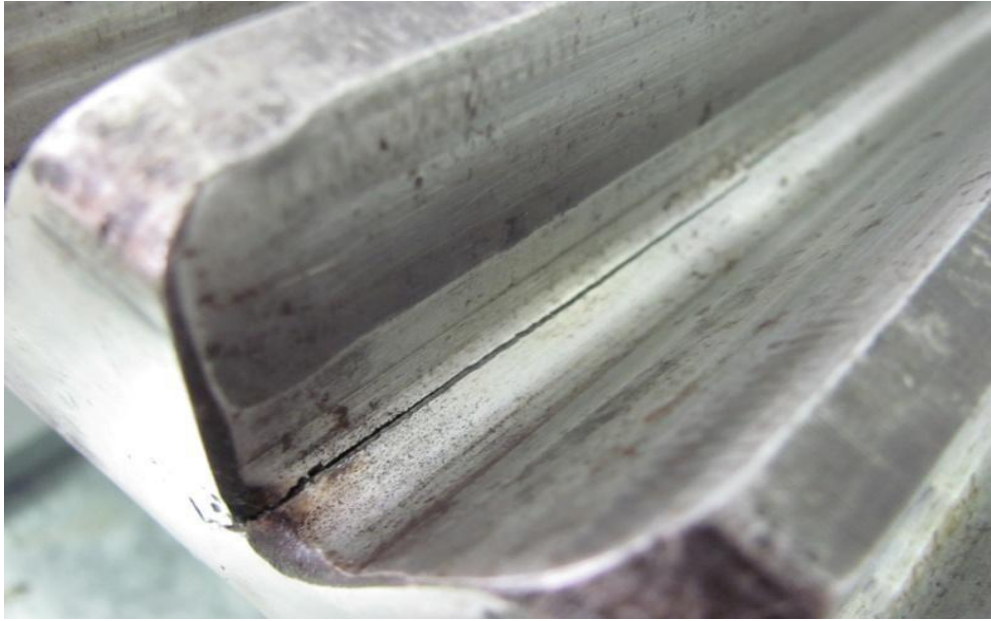


Рис. 1.10. Втомлювана тріщина на вінці зуба шестерні



Рис. 1.11. Валик магнітного індикатору над тріщиною в середній частині шийки валу

Поверхневі несучільності в металі характеризуються шириною розкриття, глибиною й довжиною. При магнітопорошковому контролі досить чіткий індикаторний малюнок утворюється над невидимими візуально несучільностями металу, глибина яких перевищує їх ширину розкриття в 10 і більше разів залежно від характеру цих несучільностей. Візуально можна виявити довжину індикаторного малюнка порядку 2,5 мкм.

Підповерхневі несучільності виявляються, якщо вони розташовані не на великій глибині. Максимальну глибину неможливо вказати, тому що вона залежить від розміру дефекту і його орієнтації. Для виявлення підповерхневих дефектів деталі намагнічують постійним струмом.

При проведенні неруйнуючого контролю на деталі можливий утвір неправильного скупчення магнітного порошку, яке може утворюватися:

- у місцях різкої зміни площі поперечного перерізу деталі при намагнічуванні постійним магнітним полем;
- по ризиках з гострими краями (магнітні частки можуть попадати в ризики, але валик при цьому не утворюється);
- у місцях різкої зміни магнітної проникності металу (зміни структури металу; на границі ділянок, що зазнали механічної обробки, наприклад, накатці);
- у місцях торкання один з одним двох попередньо намагнічених деталей або торкання намагніченої деталі будь-яким гострим предметом, наприклад, викруткою.

По характеру індикаторних малюнків визначають число й довжину виявлених дефектів. При цьому довжину протяжного дефекту приймають рівній довжині валика магнітного порошку. Групу з декількох дефектів, відстань між якими менше довжини самого протяжного з них, приймають за один дефект. Кожний виявлений дефект відзначають фарбою, крейдою або кольоровим олівцем. Оцінку результатів контролю проводять із урахуванням вимог документів по технічному обслуговуванню й ремонту машин і складових частин.

Магнітопорошковий контроль деталей проводять способом залишкової намагніченості (СЗН) або способом прикладеного поля (СПП) [20].

При контролі СЗН деталь спочатку намагнічують, потім, після припинення намагнічування, на контрольовану поверхню наносять магнітний індикатор і оглядають її. При контролі СЗН деталі намагнічують до технічного магнітного насичення. Напруженість технічного магнітного насичення для конкретних марок матеріалу визначають по довідниках.

При контролі СПП магнітний індикатор наносять на контрольовану поверхню в період намагнічування деталі. При цьому індикаторні малюнки дефектів утворюються в процесі намагнічування. Намагнічування припиняють після стікання магнітної суспензії з контрольованої поверхні. Огляд контрольованої поверхні проводять при намагнічуванні й після припинення намаг-

нічування. МПК деталі проводять у відповідності до розроблених технологічних карт на підприємстві.

Вихротоковий метод заснований на аналізі взаємодії зовнішнього електромагнітного поля з електромагнітним полем вихрових струмів, що наводяться збудливою котушкою в електропровідниковому об'єкті контролю [20].

У якості джерела електромагнітного поля найчастіше використовується індуктивна котушка із синусоїдальним струмом, яка має назву вихротокового перетворювача (ВТП).

Під котушкою в металі за законом електромагнітної індукції збуджується вихровий струм $I_{вс}$, рис. 1.12, який створює своє магнітне поле індукції $B_{вс}$, що взаємодіє з полем котушки вихротокового перетворювача $B_{п}$, при цьому змінюється магнітний потік усередині котушки. Значення магнітного потоку залежить від магнітної проникності й електропровідності металу, а отже, несе інформацію про наявність або відсутність дефекту в об'єкті контролю під перетворювачем.

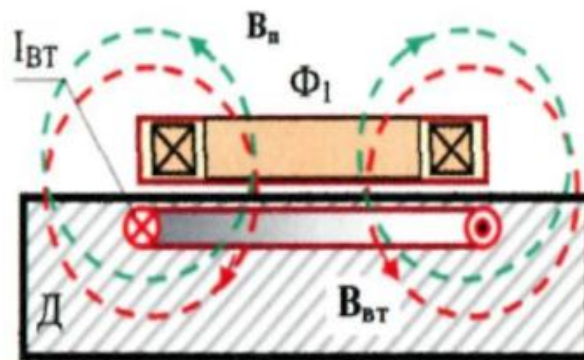


Рис. 1.12. Котушка ВТП зі змінним струмом

$I_{вт}$ – вихреструменевий потік, $B_{вт}$ – магнітне поле індукції, $B_{п}$ – магнітне поле котушки перетворювача, Φ_1 – магнітний потік, Д - деталь

Перед проведенням контролю проводять перевірку працездатності та настроювання дефектоскопа за допомогою відповідного стандартного зразка підприємства. Для виявлення дефектів вихротоковий перетворювач переміщують по поверхні контрольованої деталі, у зоні контролю, по заданих трає-

кторіях з певною швидкістю й кроком сканування. При спрацьовуванні світлового й звукового індикаторів у будь-якій точці необхідно провести не менш двох разів сканування зони навколо цієї крапки зі зменшеним кроком сканування.

При цьому причиною неправильного спрацьовування індикаторів можуть бути:

- перевищення припустимого робочого зазору між контрольованою поверхнею деталі й ВТП;
- шорсткості поверхні;
- відхилення перетворювача від нормалі до контрольованої поверхні;
- відрив ВТП від контрольованої поверхні;
- наближення до краю деталі.

Оцінку результатів контролю проводять із урахуванням вимог до деталей, наведених у нормативних і технологічних документах по технічному обслуговуванню й ремонту машин.

Технологія контролю катка підтримання гусіні трактора ХТЗ 170, із застосуванням вихротокового контролю, полягає в поздовжньому скануванні зони контролю, спиць і перехід від спиць до обода колісного центру уздовж лінії рознімання ливарної форми в межах не менш 100 мм. Приклади контролю на рис. 1.13 і рис. 1.14.

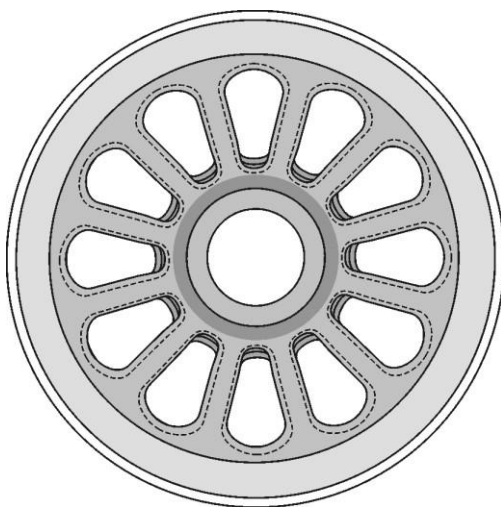


Рис. 1.13. Зона контролю, контроль краю вікон підтримуючого ролика

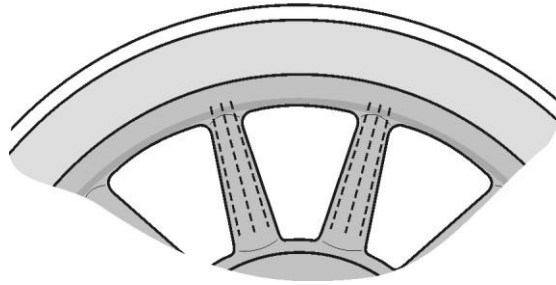


Рис. 1.14. Зона контролю, перехід від спиць до обода колісного центру

Операції контролю при ВТК деталі проводять у відповідність до розроблених технологічних карт на підприємстві.

Приклад дефекту, виявленого в ході проведеного ВТК, зображено на рис. 1.15.



Рис. 1.15. Тріщина на поршневій вставці дизеля 10Д100

Акустичний метод заснований на випромінюванні й наступному аналізі параметрів високочастотних пружних механічних коливань (ультразвукових хвиль), що пройшли через контрольований виріб [21]. Цей метод також називають ультразвуковим контролем (УЗК).

Різноманіття завдань, що виникають при необхідності проведення неруйнуючого контролю різних деталей машин, призвело до розробки й використання ряду різних акустичних методів контролю. Найбільш широке поширення в практиці ультразвукової дефектоскопії знайшли імпульсні методи, які підрозділяються:

- імпульсний луна-метод, заснований на посиленні коротких ультразвукових імпульсів і відбитті їх від поверхні дефекту;
- тіньовий метод, пов'язаний з появою області «звукової тіні» за дефектом, поперечні розміри якого перевищують довжину пружної хвилі;
- резонансний метод, в основі реалізації якого покладено явище виникнення в досліджуваному матеріалі стоячих поздовжніх або зрушених хвиль;
- імпедансний метод, заснований на встановленні залежності сили реакції виробу на контактуючий з ним коливний стрижень (перетворювач);
- метод акустичної емісії, заснований на реєстрації пружних хвиль ультразвукового діапазону, що стрибкоподібно з'являються при перебудові структури матеріалу, виникненні тріщин, алотропічних перетвореннях в кристалічних ґратах;
- електромагнітно-акустичний метод, заснований на порушенні ультразвукових коливань у результаті взаємодії змінного й постійного магнітних полів з металом або ферромагнетиком.

У цей час при виготовленні й проведенні ремонту машин найбільше впровадження в дефектоскопах одержав імпульсний ехо – метод, який заснований на явищі відбиття ультразвукових хвиль від поверхні дефекту й реєстрації відбитих сигналів.

Із цією метою в деталь за допомогою п'єзоелектричного перетворювача поширюється послідовність коротких ультразвукових імпульсів, які називають «зондувальними». Ознакою виявлення дефекту є наявність луна-сигналу, відбитого від несучільності. Відбиті ультразвукові імпульси несуть інформацію про наявність відбивача, його далекості від випромінювача й про його розміри. Розміри й місце розташування дефекту оцінюють по амплітуді й часу затримки (положенню на екрані) відбитого ехо – сигналу [20]. Схема опромінювання й типові дефектограми при контролі ехо – методом представлено на рис. 1.16.

Глибину залягання й відстань до дефекту при контролі імпульсним луна-методом може бути визначене з високою точністю, тому що попередньо відомі тип ультразвукової хвилі й швидкість її поширення в матеріалі

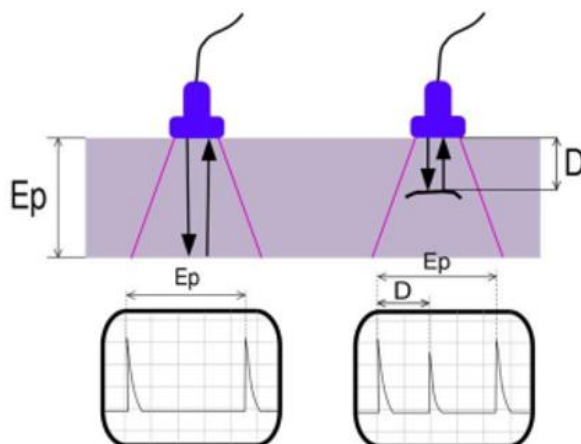


Рис. 1.16. Імпульсний луна-метод ультразвукової дефектоскопії
 E_p – товщина деталі, D – відстань від випромінювача до дефекту

Ультразвуковий метод застосовують для контролю елементів машин: осі, маточини, бандажа, великого зубчастого колеса, а також інших деталей ТПС при ремонті, у тому числі зварених конструкцій [20, 22].

Приклад виявленого дефекту з використанням ультразвукового методу представлено на рис. 1.17.



Рис. 1.17. Внутрішній дефект у чистовій осі, виявлений ультразвуковим методом

Технологічна карта для ультразвукового контролю містить відомості:

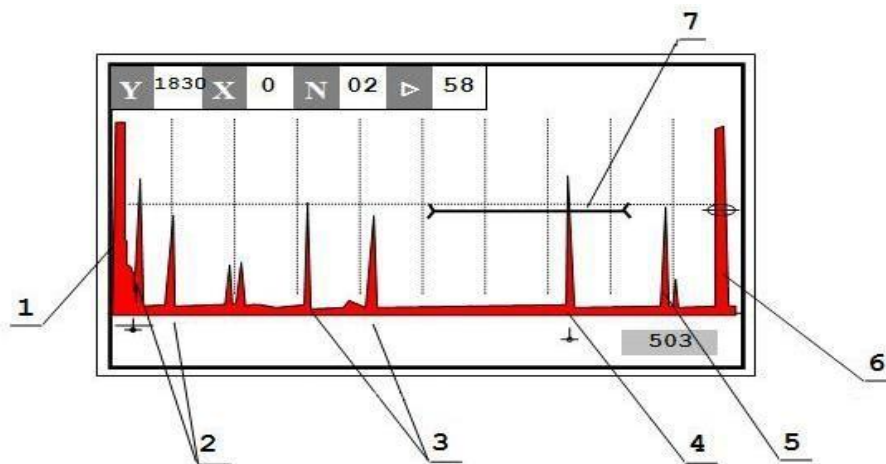
- найменування деталі;
- умовна позначка нормативних і технологічних документів, на основі яких вона розроблена;
- марку стали й шорсткість поверхні деталі. Ескіз деталі із вказівкою зон контролю й траєкторій сканування;
- типи й характеристики дефектів, що підлягають виявленню;
- застосований дефектоскоп, стандартний зразок підприємства і допоміжні засоби контролю;
- операції контролю й послідовність їх проведення;
- технологічне оснащення робочого місця, необхідне для проведення контролю (спосіб установки, закріплення й обертання деталі);
- критерії оцінки результатів контролю відповідно до вимог нормативних і технологічних документів по технічному обслуговуванню й ремонту локомотивів і мотор-вагонного рухомого складу і їх складових частин або посилання на ці документи;
- підписи осіб, що розробили та затвердили технологічну карту.

Приклад технологічної карти ультразвукового контролю осей колісних пар, представлений у.

Кожна деталь, що зазнає неруйнуючого контролю, має «зону контролю» і застосований дефектоскоп налаштовується на цю зону за допомогою стандартного зразка підприємства (СЗП) або настроюваного зразка.

При наявності дефекту на шляху поширення ультразвукової хвилі, частина її відбивається від дефекту й попадає на перетворювач, внаслідок чого на екрані дефектоскопа відображається сигнал у вигляді амплітуди 4 у зоні контролю 7 рис. 1.18.

За результатами контролю деталь бракується й міститься в ізолятор браку з метою недопущення установки її на ремонтований рухомий склад.



1-передній фронт зондувального імпульсу; 2-сигнали від крайок кілець підшипників на шейку осі; 3-перешкоди від крайок колісного центру й внутрішньому жолобника підступичної частини осі (з урахуванням трансформації променя поздовжньої хвилі в поперечну); 4-сигнал від тріщини в зоні під внутрішньою крайкою маточини далекого колеса; 5-сигнал від жолобника шийки осі; 6-«донний» сигнал; 7-зона контролю

Рис. 1.18. Сигнали на екрані ультразвукового дефектоскопа УД2-102

Усі застосовувані в технологічних процесах прилади неруйнуючого контролю, тобто прилади вимірів, підлягають проходженню метрологічного обслуговування, що у свою чергу дає можливість одержати однозначно достовірні результати при дефектоскопії деталей машин.

В основному міжповірочний інтервал даних приладів виміру становить 12 місяців, і повіряються які в центрах метрології.

Кожний прилад НК щорічно враховується в графіку перевірки (калібрування) на паперовому носії, а також проводиться запис у відповідних журналах про проведене метрологічне обслуговування.

У рамках проведених досліджень за допомогою перерахованих видів і методів неруйнуючого контролю зібрані дані про проконтрольовані деталі, за певний період часу (наробітку) при проведенні ремонту машин.

1.3. Висновки і задачі роботи

Проведений у розділі аналіз методів, діагностичних пристроїв і діагностичних параметрів, які необхідні при проведенні контролю й наступній оцінці технічного стану деталей тягового рухомого складу являє собою системний підхід, спрямований на виявлення основних технічних параметрів виробу. Поряд з розглянутим інструментальним методом контролю більш докладно описані методи неруйнуючого контролю.

Проведений неруйнуючий контроль деталей дозволяє:

- виявити дефектні вироби на стадії виробництва й не допустити їх введення в експлуатацію;
- виявити дефектні вироби на планових ремонтах, завдяки цьому уникнувши постановки машин на позапланові ремонти через відмову деталей і відповідно скоротити витрати на експлуатацію.

Неруйнуючий контроль дозволяє виявити дефектні вироби, але в сучасному, економічно ефективному виробництві важливо не тільки виявити бракований виріб, але й визначити причини виникнення браку й попередити появу дефектної продукції надалі.

Проведений аналіз наукових праць по вдосконаленню систем оцінки надійності технічного обслуговування й ремонту МТП.

РОЗДІЛ 2

ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЬНИЦІ ДЕФЕКТУВАННЯ ТА ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ДВИГУНІВ

2.1. Організація та технологія робіт на дільниці

2.1.1. Загальний технологічний процес на дільниці

Метою дефектувальних робіт є встановлення технічного стану деталей і вузлів і прийняття рішення про можливість їхнього подальшого використання. При дефектуванні встановлюють наявність або відсутність поломок, тріщин, згин деталей і вимірюють діаметри посадочних місць, призначених для утворення сполучень із іншими деталями.

У процесі експлуатації поверхні деталей, що сполучають, (вали, отвори) зношуються, їхні розміри змінюються, зазори в сполученнях збільшуються і можуть досягти значень, при яких подальша експлуатація деталей неприпустима.

У машинобудуванні використовують наступні терміни: номінальний розмір - основний, обумовлений виходячи з функціонального призначення деталі або вузла; граничні - найбільш і найменший, між якими повинен перебувати дійсний розмір придатної деталі; дійсний - певний у результаті виміру із припустимою погрішністю.

У зв'язку зі зношуванням у процесі експлуатації дійсні розміри деталей, обумовлені виміром при дефектуванні, як правило, виходять за межі, встановлені для розмірів нової деталі. Незважаючи на це, багато деталей після розбирання машини можуть бути ще використані для подальшої роботи, однак залежно від ступеня зношеності оцінка їхнього технічного стану буде різною. Дійсний розмір деталі визначається в місцях найбільшого зношування поверхні.

Оскільки термінам, застосовуваним у машинобудуванні (граничні розміри), не можна додати інше значення, при дефектуванні використовуються наступні назви розмірів:

- нормальний - відповідної придатної нової деталі (у межах між найбільшими і найменшим граничними розмірами, установленими кресленням деталі);
- допустимий - при ньому деталь може бути залишена в машині для подальшої експлуатації з розрахунком її роботи протягом міжремонтного строку (наробітку);
- умовно допустимий, при якому деталь може бути використана для подальшої роботи в машині, але тільки в сполученні з деталями, що мають нормальні розміри;
- граничний - деталь не може бути залишена в машині, але може бути відремонтована або відновлена;
- вибраковочний - деталь не може бути залишена в машині і не підлягає ремонту або відновленню.

З урахуванням ступеня зношеності, виду і характеру ушкоджень деталі при дефектуванні сортують на 5 груп і маркують різними кольорами.

Придатні (зелений колір) - мають нормальні або допустимі розміри і без дефектів.

Умовно придатні (жовті кольори) - мають умовно придатні розміри і без дефектів, повинні бути встановлені в сполученні з деталями, що мають нормальні розміри.

Придатні для ремонту або відновлення в майстерні (білі кольори) - мають недопустимі розміри і дефекти, при яких можливі їхній ремонт або відновлення в майстерні.

Придатні для ремонту або відновлення на спеціалізованому підприємстві (сині кольори) - мають неприпустимі розміри і дефекти, при яких їхній ремонт або відновлення можливі лише на спеціалізованому підприємстві.

Непридатні (червоні кольори) - мають вибраковочні розміри або неоправні дефекти і направляються в утиль.

Вимірюванням визначають знос окремих деталей; для виявлення інших дефектів використовуються зовнішній огляд, обстукування і випробування вручну. Вимірювання проводять універсальним вимірювальним інструментом або граничними калібрами.

Шляхом зовнішнього огляду виявляється наявність таких дефектів, як тріщини, поломки, пробоїни, згин, короблення, задири на робочих поверхнях та ін. За допомогою лупи 8.. 10-кратного збільшення можуть бути виявлені неявні дефекти у вигляді тріщин.

Для контролю відповідальних деталей (колінчатий вал, шатун) використовують магнітний дефектоскоп, контрольні пристосування у вигляді стійок з пальцями, контрольними качалками і індикаторними головками.

Величина зазору між зубами в передачі може бути виявлена шляхом виміру «мертвого ходу» між двома крайніми кутовими положеннями деталі. Зазори в підшипниках можуть бути визначені шляхом погойдування вала й виміру індикатором або штангенциркулем розмаху коливань. Провертанням вала визначають наявність можливих заїдань у підшипниках. По величині погойдування гайки, нагвинченої на болт, виявляється зазор у різьбі і ступінь придатності болта або гайки.

Обстукуванням перевіряється можливе ослаблення посадки заклепок, втулок, виявляються можливі тріщини і інші дефекти.

Повне розбирання і дефектування складних і відповідальних агрегатів і вузлів, таких, як двигун, паливний насос, масляний насос, форсунки, вузли гідросистеми, генератор і т.д., проводять на відповідних ділянках. Перед розбиранням на цих ділянках агрегати або вузли випробовують для встановлення необхідності ремонту і лише після цього розбирають на деталі, які проходять дефектування тут же.

При дефектуванні варто враховувати можливість повторного використання симетричних деталей, що піддаються одностороннього зношування. Такі

деталі, як шестірні, зірочки, вали, хрестовини і інші, зношені з однієї сторони на половину гранично припустимого зношування, підлягають використанню з установкою їх для роботи іншою стороною.

При дефектуванні деталей відносять до тієї або іншої групи залежно від її технічного стану і економічної доцільності її ремонту або відновлення. При цьому враховуються можливий строк її подальшої експлуатації, вартість ремонту або відновлення, можливості ремонтної майстерні по виконанню цього ремонту, зв'язок майстерні зі спеціалізованими підприємствами.

2.1.2. Розрахунок основного та допоміжного обладнання

Дільниця defeкації призначена для контролю технічного стану деталей, які надходять в ремонт, і сортування їх. Контролюються геометричні розміри деталей, зовнішній стан спряжених поверхонь, їх твердість і інші параметри, які визначають стан деталей

Кількість робочих місць $N_{рм}$ для контрольно-дефектувальних робіт визначають по формулі:

$$N_{рм} = \frac{\sum T_k}{\Phi_{дм} \cdot P_{ср}} = \frac{1171,6}{2030 \cdot 1,3} = 0,87 \quad (2.1)$$

Приймаємо 1 робоче місце для дефектування.

де $\sum T_k$ - сумарна річна трудомісткість контрольно-дефектувальних робіт, год;

$\Phi_{дм}$ - дійсний річний фонд часу робочого місця із урахуванням змінності, год;

$P_{ср}$ - середня густина роботи (приймають 1,2 - 1,5).

Вибір основного обладнання виконуємо згідно рекомендацій з організації дільниць спеціалізованих ремонтних підприємств АПК з

врахуванням забезпечення операцій технологічного процесу ремонту і оптимального його завантаження як за потужністю і за часом.

Допоміжне обладнання і оснащення приймаємо виходячи із технологічної необхідності.

Розраховане та прийняте обладнання заносимо до відомості табл. 2.1.

Таблиця 2.1 - Відомість обладнання дільниці обкатки і випробування двигунів

Позиція на плануванні	Найменування обладнання	Марка, тип	Кількість, шт	Габаритні розміри, мм	Займана площа, м ²
1	Магнітний дефектоскоп	УДМЭ-2500	1	2000×700	1,4
2	Консольно-поворотний кран	-	1	-	-
3	Стіл дефектувальника	ОРГ-1468	1	2400×800	1,92
4	Шафа інструментальна	РО-0509	1	1250×500	0,63
5	Стіл конторський	-	1	1200×500	0,6
6	Стіл для сортування метизів	ИП-3407	1	Ø1700	1,5
7	Шафа з набором інструменту дефектувальника	ОРГ-1661	1	615×750	0,46
8	Стелаж	ОРГ-1468	1	1400×560	0,78
9	Пересувний візок	-	1	500×500	-
Всього					7,29

2.1.3. Перевірочний розрахунок площі ділянки

По площі ділянки F_{δ} і площі зайнятої обладнанням $F_{об}$, визначається коефіцієнт, що враховує робочі зони і проходи та порівнюється з нормативними тобто:

$$\sigma_p = \frac{F_{\delta}}{F_{об}} \geq [\sigma_n] = \frac{36}{7,29} = 4,9 \geq 4,5 \quad (2.2)$$

де F_{δ} – площа ділянки, м²;

$F_{об}$ – площа зайнята обладнанням, м²;

$[\sigma_n]$ – коефіцієнт, що враховує робочі зони і проходи.

Таким чином площа ділянки відповідає нормативному коефіцієнту, а її розміри 6х6 м. планування ділянки наведено на рис. 2.1.

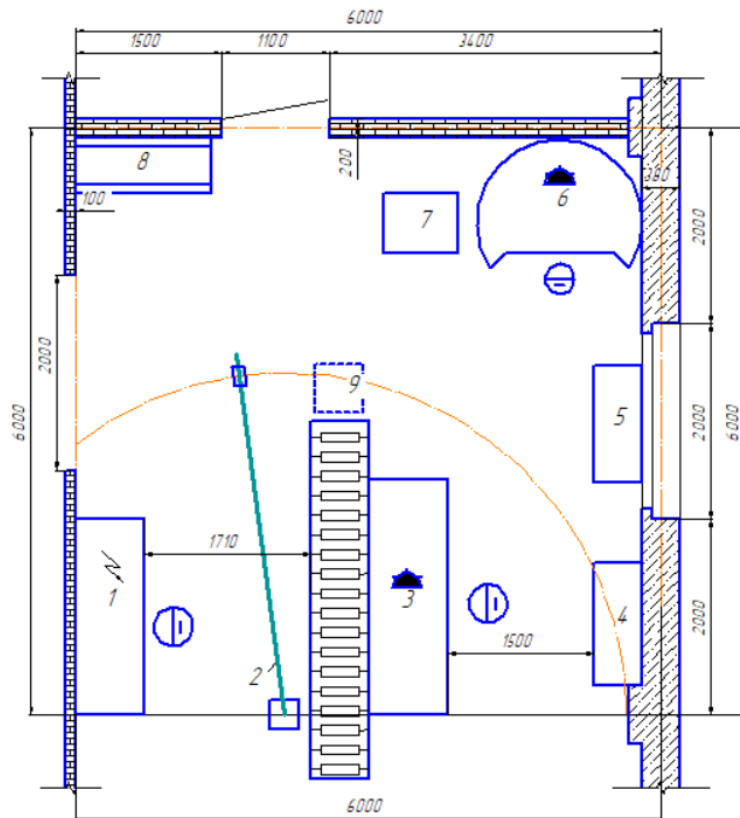


Рис. 2.1. Технологічне планування ділянки дефекації деталей

2.2. Розробка технологічного процесу відновлення шатуна

2.2.1. Опис конструкції деталі та опис її дефектів

Кількість на двигун: 8 шт.

Матеріал: сталь 40 р ГОСТ 8479-70

Твердість: 217 ...248 НВ

Маса: 2,17 кг

В процесі експлуатації у шатунів найбільш часто зустрічаються наступні дефекти: знос внутрішніх поверхонь верхньої та нижньої головок опорних поверхонь під головки болтів; кручення та згин.

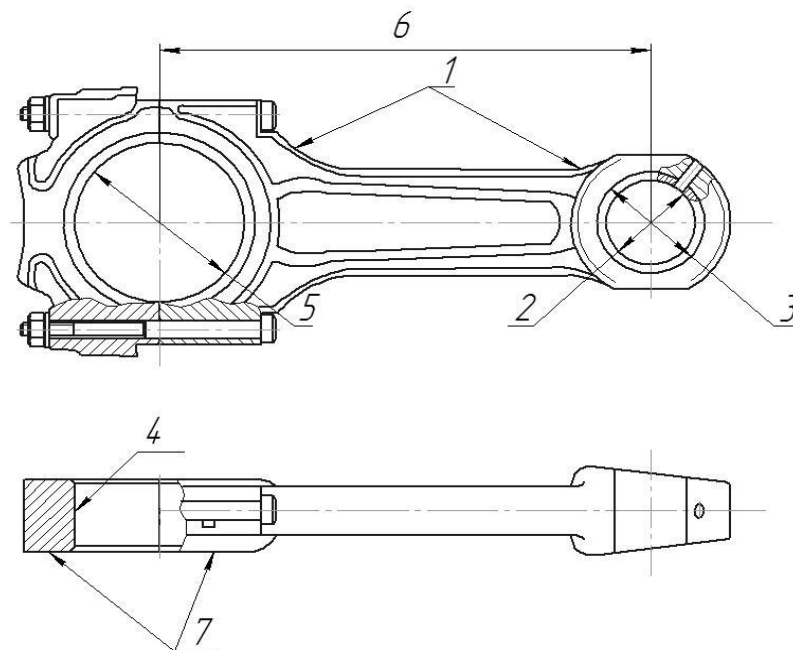


Рис. 2.1. Ремонтне креслення деталі

Таблиця 2.1 – Карта дефектації

Позиція	Можливий дефект	Спосіб установлення дефекту й засобу контролю	Розміри, мм		Висновок
			По робочому кресленню	Допустимі без ремонту	
1	Тріщини в найбільш навантажених місцях шатуна	Магнітний	–	–	Бракувати
2	Зношування втулки верхньої головки шатуна	Нутромір НІ 25...50 ГОСТ 9244-85	Ø 29,5 ^{+0,024} _{+0,017}	Ø 29,03	Втулку замінити й обробити в розмір Ø 29,5 ^{+0,024} _{+0,017} мм
3	Ослаблення посадки втулки верхньої головки шатуна	Спецпристосування для перевірки посадки втулки верхньої головки шатуна	Ø 29,5 ^{+0,040} _{+0,031}	Ø 29,02	Бракувати або відновити при розмірі більш Ø 29,02мм
4	Проворот вкладишів	Візуально	–	–	Бракувати Ø 65,02мм
5	Зношування отвору нижньої головки шатуна	Нутромір НІ 50...120 ГОСТ 9244-85	Ø 65,5 ^{+0,01}	Ø 65,02	Бракувати або відновити при розмірі більш Ø 65,02мм
6	Зміна відстані між осями отворів, вигин або скручування шатуна	Спецпристосування для контролю співвісності отворів шатуна	225±0,05	Менш 225,05 і більш 224,95	При розмірах більш 225,05 мм і менш 224,95мм бракувати

	на				
7	Зношування торців нижньої головки шатуна	Мікрометр МК 50-20 ГОСТ 6507-90	33,3-0, ₁₃	33,13	Відновити залізненням при розмірі більш 33,23мм

Перелік дефектів, які належать відновленню наведений в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2-Перелік дефектів шатуна, що підлягають усуненню

№ дефекту	Найменування дефекту
1	Знос поверхні і отвору нижньої головки до розміру Ø 65,5 мм
2	Знос внутрішньої поверхні отвору верхньої головки 2 до розміру Ø 29,5 мм

Технологічна послідовність відновлення шатуна, заключається в наступному. Зношений отвір верхньої головки шатуна розплющують під ремонтний розмір на алмазно-розточних верстатах з універсальним шпинделем і спеціальним оснащенням, яке враховує конструкцію шатуна.

Зношені отвори нижньої головки шатуна відновлюють залізненням, а потім розточують і хонінгують під номінальний розмір.

Відремонтвані шатуни миють, зважують і сортують на відповідність технічним умовам по наступним параметрам: діаметр, овальність і шорсткість отворів нижньої і верхньої головок, міжцентрову довжину, згин і кручення, маса шатуна.

2.2.2. Вибір раціонального способу відновлення деталі

Для відновлення поверхні отворів краще застосовувати наплавлення в середовищі вуглекислого газу. Цей спосіб забезпечує високу якість при невисокій собівартості відновлення деталі. Наплавлення в середовищі вуглекислого газу має ряд переваг:

- висока продуктивність (не нижче наплавлення під шаром флюсу);
- відсутність шлакової кірки;
- високий ступінь щільності зварювальної дуги, що спричиняє незначному нагріванню деталі і зменшенню її деформації;
- можливість на плавки шару невеликої товщини 0,8...1,5 мм;
- низька вартість робіт при використанні активних газів.
- Можливість відновлення як внутрішніх так і зовнішніх поверхонь.

Наплавлення в середовищі захисних газів застосовують для відновлення деталей складної форми, багат шаровому наплавленні сплавів з високою місткістю домішок, які погіршують відокремлення шлакової кірки, наплавленні дрібних деталей діаметром від 10 мм.

Способи відновлення наведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Способи відновлення шатуна

№ дефекту	Найменування дефекту	Коефіцієнт повторюваності дефекта		Способи усунення дефекта	
		Від загальної кількості деталей потрапивши на дефектацію	Від загальної кількості ремонтнопридатних деталей	Основний	Допустимий
1	Знос поверхні і отвору нижньої головки до розміру Ø 65,5 мм	-	-	Залізнення, розточування і хонінгування отвору під нормальний розмір	Електродугова металізація; механічна обробка під

					номінальний розмір
2	Знос внутрішньої поверхні отвору верхньої головки 2 до розміру Ø 29,5 мм	-	-	Механічна обробка під ремонтний розмір	Те ж

2.2.3. Складання технологічного плану операцій

005 Розточування

Розточування отвору 1 до усунення слідів зносу і отвору 2 під ремонтний розмір

Станок горизонтально-розточувальний УРБ-ВП, 70-7440-310710900 – оправка для центрування, різець ВКЗМ, кріпильне пристосування, НИ 50-100-1 нутромір індикаторний

010 Залізнення

Електролітичне осадження металу на поверхні 1. Установка ОГ-10591 ГОСНИТИ, підвіска для шатунів цехова, шаблон цеховий.

015 Хонінгування

Хонінгування отвору 1 під номінальний розмір. Станок вертикально-хонінгувальний ЗК 833, пристрій для алмазного хонінгування, Ор-06133, бруски АСВ 100/50-6—МІ, АСМ 28/20-100-МІ, НИ 50-100-1 нутромір індикаторний.

020 Контрольна

Контроль розмірів, якості залізнення і механічної обробки відповідно вимог креслення

Пристосування контрольне 70-8735-1025 зразки шорсткості, лупа ЛІІ-4

2.2.4. Вбір параметрів режимів відновлення та розрахунок норм часу

005 Розточування.

Перехід 1. Розточити отвір 1 з Ø65,5мм до Ø66,1мм на глибину 38мм.

Перехід 2. Розточити отвір 2 з Ø29,5мм до Ø29,7мм на глибину 38мм.

Перехід 3. Розточити отвір 2 з Ø29,7мм до Ø29,75^{-0,03}^{+0,023}мм на глибину 38мм.

Вибираємо подачу і швидкість різання

$$S^1=0,06\text{мм/об.}, S^{2,3}=0,08\text{мм/об.}, V^{1,2,3}=180\text{м/хв.}$$

Припуск на обробку складає:

$$h_1 = \frac{D - d}{2} = \frac{66,1 - 65,5}{2} = 0,3\text{мм} \quad (2.2)$$

$$h_2 = \frac{29,7 - 29,5}{2} = 0,1\text{мм} \quad (2.3)$$

$$h_3 = \frac{29,78 - 29,7}{2} = 0,04\text{мм} \quad (2.4)$$

Визначаємо частоту обертання інструменту по формулі:

$$n^1 = 318 \text{ V/d} = \frac{318 \cdot 180}{65,48} = 874 \text{ хв}^{-1} \quad (2.5)$$

$$n^2 = \frac{318 \cdot 180}{29,5} = 1940 \text{ хв}^{-1}$$

$$n^3 = \frac{318 \cdot 180}{22,9} = 2500 \text{ хв}^{-1}$$

По паспорту станка приймаємо

$$n^1 = 820, n^{2,3} = 1100 \text{ хв}^{-1}.$$

Основний час обробки розраховуємо по формулі:

$$T_0^1 = \frac{L \cdot i}{S \cdot n} = \frac{(38 + 2) \cdot 1}{0,06820} = 0,81 \text{ хв.} \quad (2.6)$$

$$T_0^{2,3} = \frac{(38 + 2) \cdot 2}{0,08 \cdot 1100} = 0,86 \text{ хв.}$$

$$T_0 = T_0^1 + T_0^{2,3} = 0,81 + 0,86 = 1,67 \text{ хв.} \quad (2.7)$$

Визначаємо допоміжний час на установку і зняття деталі і пов'язане з проходом:

$$T_{д}^1 = 2,3 \cdot 2 = 4,6 \text{ хв.}$$

$$T_{д}^{(1,2,3)} = (0,7 \cdot 2) + 0,1 = 1,5 \text{ хв.}$$

$$T_d = 4,6 + 1,5 = 6,1 \text{ хв.}$$

Оперативний час обробки складає:

$$T_{оп} = T_o + T_d = 1,67 + 6,1 = 7,77 \text{ хв.} \quad (2.7)$$

Додатковий час розрахуємо за формулою:

$$T_{дод} = \frac{T_{оп} \cdot K}{100} = \frac{7,77 \cdot 8}{100} = 0,62 \text{ хв.} \quad (2.8)$$

Підготувально – заключний час визначаємо по таблиці

$$T_{пз} = 12 \text{ хв.}$$

Норму часу по всій операції розраховуємо за формулою:

$$T_n = T_o + T_d + T_{дод} + \frac{T_{пз}}{n} = 1,67 + 6,1 + 0,62 + 12/30 = 8,54 \text{ хв.} \quad (2.9)$$

010. Залізнення

Нанести електролітичним способом шар заліза на поверхню 1 з Ø65,1мм до Ø66,1 на довжині 38мм.

Основний час гальванічного процесу визначаємо по формулі:

$$T_o = \frac{h \cdot \gamma \cdot 1000 \cdot 60}{D_k \cdot C \cdot \eta} = \frac{0,5 \cdot 7,8 \cdot 1000 \cdot 60}{20 \cdot 0,32 \cdot 0,52} = 7,03 \text{ хв.} \quad (2.10)$$

де h – товщина шару покриття, мм.;

γ – щільність осаджуваного металу, г/см³ .;

D_k - катодна щільність струму, А/дм²;

C – електрохімічний еквівалент, г/А·год.;

η – вихід металу на катоді, %

Норму часу на всю операцію розраховуємо за формулою:

$$T_{\text{н}} = \frac{(T_0 + T_{\text{дн}} + T_{\text{неп.оп}}) \cdot 1,12}{n \cdot K_{\text{и}}} = \frac{(703(0,47 \cdot 2) + 4,33) \cdot 1,12}{80 \cdot 0,8} = 7,4 \text{ хв.} \quad (2.11)$$

де $T_{\text{дн}}$ - допоміжний час на завантаження деталей в основну ванну.

$T_{\text{неп.оп}}$ – оперативний час на всі операції слідуючи після покриття деталей

1,12 – коефіцієнт, який враховує $T_{\text{пз}}$ і $T_{\text{доп}}$.

n – число деталей, які одночасно завантажуються у ванні.

$K_{\text{и}}$ – коефіцієнт використання обладнання.

0.15. Хонінгування

Перехід 1. Провести попереднє хонінгування отвору від $\text{Ø}65,1\text{мм}$ до $\text{Ø}65,4\text{мм}$ на глибині 38мм.

Перехід 2.Провести чистове хонінгування з $\text{Ø}65,4$ до $\text{Ø}65,5^{+0,012}\text{мм}$ на глибині 38мм.

Відповідно рекомендаціям вибираємо:

$$S^{1.2} = 0,005 \text{ мм.}, S^1_{\text{non}} = 10 \text{ мм/об.}, S^2_{\text{non}} = 8 \text{ мм/об.}, n_{1 \text{ х.г}} = 200 \text{ хв}^{-1}, n_{2 \text{ х.г}} = 100 \text{ хв}^{-1}.$$

$$h^1 = \frac{65,4 - 65,1}{2} = 0,15 \text{ мм}$$

$$h^2 = \frac{65,6 - 65,4}{2} = 0,05 \text{ мм}$$

$$i^1 = \frac{0,15}{0,005} = 30$$

$$i^2 = \frac{0,05}{0,005} = 10$$

Основной час на обработку складае:

$$T_0^1 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{\text{оп}}} \cdot K_3 = \frac{38 + (60 + 5) \cdot 30}{200 \cdot 10} \cdot 1,2 = 1,85 \text{ хв.} \quad (2.12)$$

$$T_0^2 = \frac{[38 + (60 + 5) \cdot 12]}{100 \cdot 8} \cdot 1,7 = 2,19 \text{ хв.}$$

$$T_0 = 1,85 + 2,19 = 4,04 \text{ хв.}$$

$$T^I = 2 \text{ хв.}$$

$$T^{II} = 1,0 + (0,04 \cdot 39) = 2,56 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{д}} = 2 + 2,56 = 4,56 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{оп}} = 4,04 + 4,56 = 8,6 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{доп}} = \frac{8,6 \cdot 9}{100} = 0,77 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{пз}} = 13 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{н}} = 4,04 \cdot 2 + 4,56 + 0,77 + 13/80 = 9,5 \text{ хв.}$$

При розробці технологічної документації на відновлення шатуна складемо маршрутну карту на всі дефекти, вказані в ремонтному кресленні і операційну карту механічної обробки.

В кінці підведемо підсумок.

Таблиця 2.4 - Нормативи часу на технологічний процес по відновленню шатунів

№ п/п	Технологічна операція	Час виконання, (годин)
1.	Магнітне дефектування	0,25
2.	Шліфування	0,56
3.	Хімічне обезжирювання	0,33
4.	Слюсарна	0,08
5	Очистка дробоструменева	0,13
6.	Напилення	0,33
7.	Шліфування	0,53
8.	Зенкування	0,1
9.	Слюсарна	0,08
10.	Контрольна	0,25
	Всього:	2,64

2.3. Висновок

В результаті розрахунків було спроектовано відділення з дефекації та відновлення деталей двигунів. Площа ділянки становить 36 м², а її розміри 6х4 м, загальна площа відділення становить 240 м².

Розроблено технологічний процес відновлення шатуна з урахуванням процесу магнітної дефектоскопії. Час відновлення шатуна складе 2.64 години на 8 шатунів.

РОЗДІЛ 3

ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА І СТРУКТУРА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Як показують дослідження лівова доля способів відновлення деталей пов'язані з наплавленням (рис. 3.1), а під час наплавлення виникають напруження та можуть виникнути тріщини які призведуть до поломки деталі.

Тому деталі необхідно після відновлення перевірити на наявність тріщин.

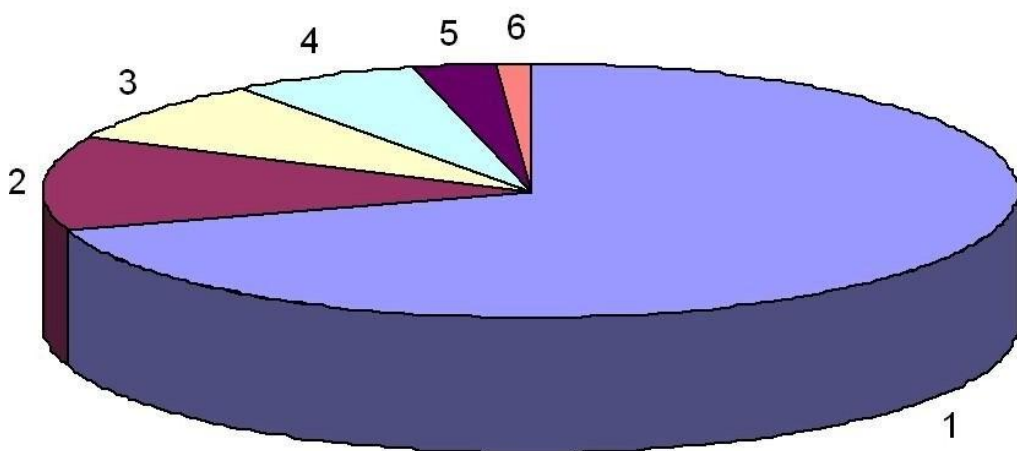


Рис. 3.1. Розподіл способів при відновленні зношених деталей машин:
1 – наплавлення й зварювання (70 %); 2 – ремонтні розміри (12 %); – електролітичні покриття (8 %); 4 – полімерні матеріали (6 %); 5 – установка додаткової ремонтної деталі (3 %); 6 – поверхневопластичне деформування (1 %)

3.1. Методика експериментальних досліджень

Магнітопорошковий метод контролю містить у собі наступні операції (рис. 3.2):

1. підготовка поверхонь до контролю;
2. підготовка суспензії, що полягає в інтенсивному перемішуванні магнітного порошку із транспортуючою рідиною;
3. намагнічування контрольованої деталі;

4. нанесення порошку на поверхню контрольованого з'єднання;
5. огляд поверхні контрольованого з'єднання й виявлення ділянок, покритих порошком;
6. розмагнічування з'єднання.

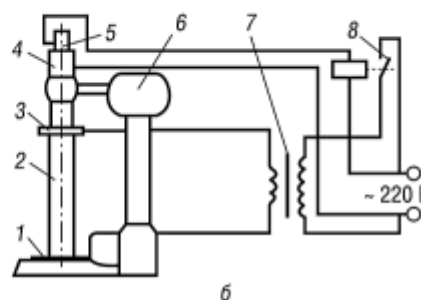
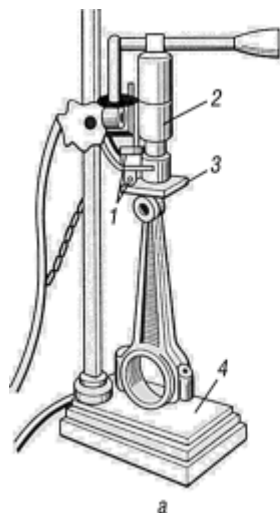


Рис. 3.2. Етапи магніто-порошкового контролю

Методику намагнічування розглянемо на прикладі дефекації шатуна.

Шатун попередньо зачищаємо металевою щіткою до металевого блиску й установлюємо на приладі для намагнічування (рис. 3.3а) або на спеціа-

льному дефектоскопі (рис. 3.3б) і намагнічують за допомогою пропускання постійного електричного струму. При циркулярному намагнічуванні краще виявляються поздовжні тріщини. При поздовжньому намагнічуванні в соленоїді краще виявляються поперечні тріщини.



а

б

Рис. 3.3 Прилад для намагнічування шатуна(а):

1 — шарнір; 2 — стійка; 3 — опорна планка; 4 — підстава стійки; спеціальний дефектоскоп циркулярного намагнічування (б): 1 — підстава стійки; 2 — стійка; 3-6 — живлення обмоток трансформатора; 7 — соленоїд; 8 — вимикач

Далі на контрольовані ділянки намагніченої деталі наносять суспензію на основі суміші гасу (60%), трансформаторного масла (40 %) і дрібного феромагнітного порошку оксиду заліза (крокусу), меленої чавунної стружки або відсепарованого наждаковомго пилу після полірування сталевих деталей.

Концентрація суспензії — 50 г порошку на 1 дм³ рідкої суміші. Порошок може наноситися й у сухому виді. Магнітні силові лінії проходять через деталь і, зустрічаючи на своєму шляху дефект (наприклад, тріщину), обгинають його як перешкоду, виходячи назовні й указуючи в такий спосіб місце наявності тріщини.

Метод магнітно-порошкової дефектоскопії заснований на зміні положення часток магнітного потоку на поверхню контрольованої деталі й дозво-

ляє виявити тріщини шириною до 1 мкм.

Після контролю на магнітному дефектоскопі деталі слід розмагнітити шляхом пропущення через них змінного струму, силу якого поступово зменшуємо.

3.2. Опис і порядок роботи з магнітним дефектоскопом М-217

В якості установки використовується магнітний дефектоскоп М-217. Дефектоскоп М-217 дозволяє виконувати:

- поздовжнє, циркулярне й місцеве намагнічування;
- розмагнічування;
- безперервний магнітний контроль;
- магнітний контроль на залишковому намагнічуванні вологим методом.

Технічна характеристика дефектоскопа представлена в табл. 3.1.

Таблиця 3.1 - Технічна характеристика дефектоскопа М-217

Показник	Умови експлуатації
Живлення дефектоскопа	Однофазне, від мережі змінного струму
Напруга живлення	220 В
Максимальна споживана потужність	7,5 кВт
Сила струму, що намагнічує	Від 0 до 1500 А

Дефектоскоп включає (рис.3.4):

- силову частину, до якої відноситься силовий трансформатор Т2 потужністю 7 кВт, регульовальний автотрансформатор Т3, понижуючий трансформатор Т1 220/36 В, прилади включення, виміру й сигналізації;
- намагнічуючу частину, яка включає, намагнічуючі контакти S2, змонтовані над дефектоскопом, переносні контакти S1, соленоїд;
- каркас для монтажу силового ланцюга й ланцюги керування;

- ванну для магнітної суспензії.

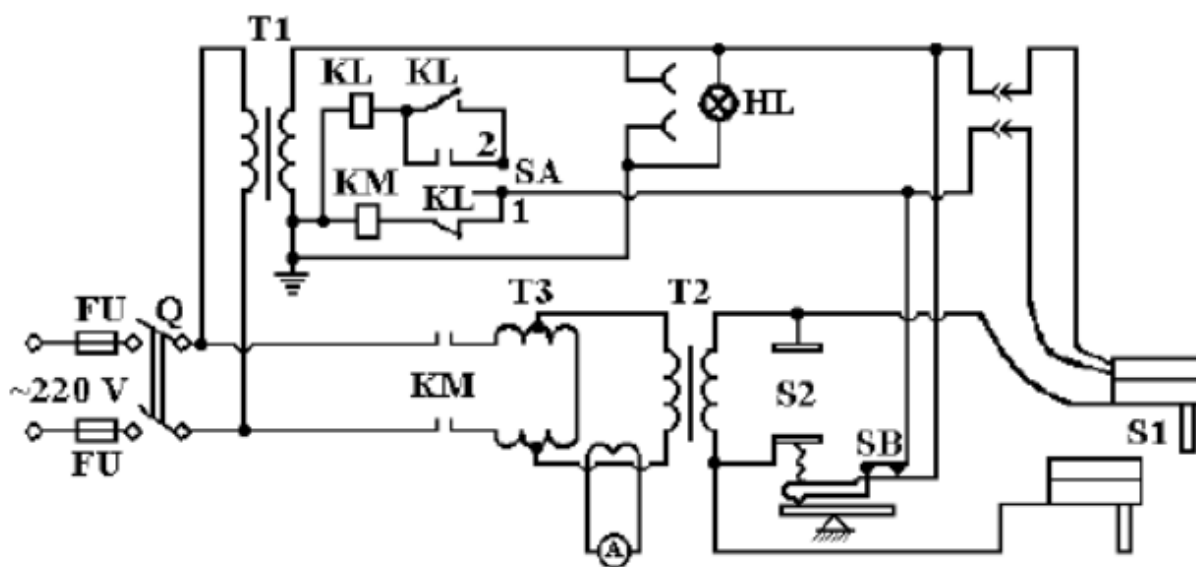


Рис. 3.4 Схема магнітного дефектоскопа М-217:

T1, T2, T3 – трансформатори; S1, S2- контакти; SA – перемикач; SB – мікро-

вимикач; KL, KM – контакти магнітного пускача; HL – сигнальна лампа; FU – запобіжники; Q – пакетний вимикач На панелі дефектоскопа змонтовані сигнальна лампа HL, амперметр і перемикач SA. Сила струму, що намагнічує, регулюється автотрансформатором

При намагнічуванні пропусканням струму через деталь остання устанавлюється на майданчику нижнього затискного контакту, а положення верхнього рухливого контакту регулюється так, щоб між деталлю й контактом був зазор 5...10 мм.

При включенні пакетного вимикача Q напруга з мережі подається на контакти KM магнітного пускача. У первинній обмотці понижувального трансформатора T1, включеного паралельно контактам KM, виникає електричний струм. Далі перемикач SA ставиться в положення 2 «Миттєве намагнічування». Натисканням на педаль спочатку вибирається зазор між деталлю й контактом і забезпечується щільне затиснення деталі, а потім включається мікрОВИМИКАЧ SB.

Ланцюг живлення котушки магнітного пускача (вторинна обмотка понижувального трансформатора T1 – котушка пускача KM – нормально замкнений контакт проміжного реле KL – контакти мікрОВИМИКАЧА SB) виявиться замкненою. Через котушку пускача KM пройде струм, пускач спрацює й контакти пускача замкнуть. На автотрансформатор T3 через замкнені контакти KM потрапить напруга. З автотрансформатора напруга подається на силовий понижувальний трансформатор T1, до вторинної обмотки якого приєднані контакти, що намагнічують, S2 і S1. Так як між контактами перебуває деталь, то по вторинній обмотці пройде струм, що намагнічує. Величина струму, що намагнічує, контролюється амперметром, включеним через трансформатор струму.

У момент замикання контакту KM, з'єднаного паралельно з контактом KL, спрацює проміжне реле, при цьому контакти, нормально розімкнуті, замикаються, а контакти нормально замкнуті, розмикаються, розриваючи ла-

нцюгу живлення котушки магнітного пускателя. Контакти пускача КМ розмикаються. контакти, що замкнули реле блокують контакти КМ, так що реле буде перебувати в спрацьованому стані доти, поки оператор не замкне мікрореле SB. Після розмикання контактів мікрореле SB схема приводиться у вихідне положення.

Тривалість намагнічування в цьому режимі становить 0,03 с.

У режимі «Тривале намагнічування» перемикачем розривають ланцюг живлення котушки проміжного реле KL. Під напругою виявляється котушка пускача КМ.

Намагнічування деталей довжиною більш 500 мм слід виконувати з допомогою виносних ручних контактів. Ручними контактами зручніше проводити місцеве намагнічування в деталях складної форми. Деталь притискається контактами, а потім натискається кнопка мікрореле SB.

Після намагнічування на поверхню деталі наноситься шар суспензії й проводиться ретельний огляд. Огляд оператор проводить при гарному освітленні й з великою обережністю, щоб не стерти порошок, що осів на дефектах.

Закінчивши контроль, деталь потрібно розмагнітити. Для цього між контактами S2 затискається соленоїд, через обмотку якого пропускається струм. деталь, що розмагнічується, протаскується через вікно соленоїда. Виключати струм, що проходить через обмотку соленоїда, можна тільки тоді, коли деталь вилучена від соленоїда, а якщо ні, то вона може знову намагнітитися.

Перевірка якості розмагнічування здійснюється за допомогою феромагнітного порошку (деталь не повинна притягати порошок).

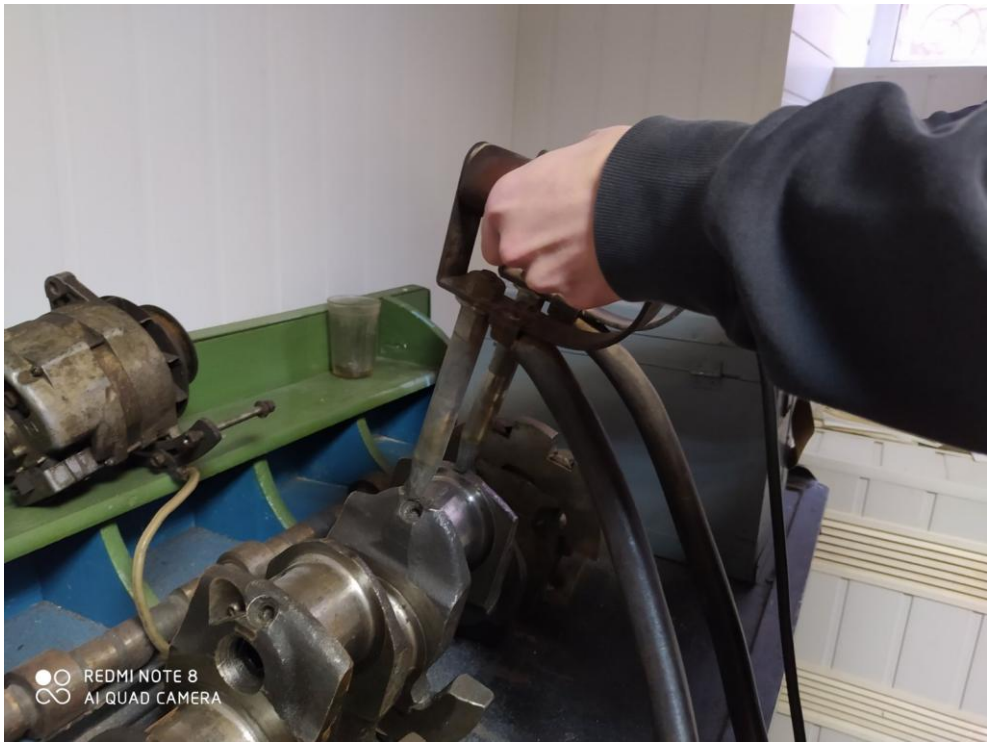


Рис. 3.5. Процес намагнічування деталі виносними контактами



Рис. 3.6. Процес намагнічування деталі в полі силуноїда

3.3. Розрахунок інтенсивності намагнічування

Силу струму при циркуляційному намагнічуванні циліндричної деталі вибираємо за формулою

$$I = 0,25H \cdot D \quad (3.1)$$

де I – сила струму, А;

H – напруженість магнітного поля, А/м;

D – діаметр деталі, мм.

Для тонких пластин та дисків

$$I = 0,16H \cdot b \quad (3.2)$$

де b – діаметр диска, чи ширина пластини, мм.

При полюсному намагнічуванні в соленоїді, силу струму, що пропускається через його обмотку, визначають по формулі

$$I = \frac{H \cdot \sqrt{D_c^2 + l^2}}{1,256n} \quad (3.3)$$

де D_c – середній діаметр соленоїда, см;

l – довжина соленоїда, см;

n – число витків соленоїда.

3.4. Методика розрахунків для намагнічування шатуна та колінчатого валу

Величину сили, що намагнічує, можна визначити, виходячи із закону Кірхгофа:

$$Iw = \sum H_i l_i, \quad (3.4)$$

де I – струм в обмотці електромагніту;

w – число витків в обмотці;

$H_i l_i$ – падіння магнітної напруги на ділянці магнітного ланцюга l_i

Суму падінь магнітних напруг у виробі U_n знаходимо з виразів:

$$\begin{cases} U_n = H_n l_n = H_n (L + b + d), \\ \Phi_n = B_n S_n; S_n = bc. \end{cases} \quad (3.5)$$

Будуємо криву намагнічування матеріалу шатуна (20ХГСА) (рис. 3.7) значення H_n й B_n ухвалюємо з таблиці 3 [24]. Аналогічно будуємо криву намагнічування матеріалу магнітопроводу (сталі 10) (рис. 3.8) значення H_n й B_n ухвалюємо з таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Дані для побудови кривої намагнічування (Сталь 10)

Напруженість намагнічування поля H , А/м	200	500	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000	7500	10000	12500	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000
Магнітна індукція B , Тл	0,09	0,535	1,11	1,25	1,36	1,445	1,49	1,575	1,635	1,710	1,78	1,835	1,870	1,940	2,000	2,04	2,070	2,090	2,100	2,100

Таблиця 3.3 - Дані для побудови кривій намагнічування виробу(20ХГСА)

Напруженість намагнічування поля H , А/м	200	500	1000	1500	2000	2500	3000	4000	5000	7500	10000	12500	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000
Магнітна індукція B , Тл	—	0,0660	0,456	0,852	1,295	1,375	1,460	1,515	1,570	1,6555	1,710	1,750	1,780	1,825	1,860	1,900	1,930	1,945	1,960	1,970

Суму падінь магнітних напруг у виробі $U_{\text{и}}$ знаходимо з виразів:

$$\begin{cases} U_{\text{и}} = H_{\text{и}} l_{\text{и}} = H_{\text{и}} (L + b), \\ \Phi_{\text{и}} = B_{\text{и}} S_{\text{и}}; S_{\text{и}} = bc. \end{cases} \quad (3.6)$$

Використовуючи вираз (3.4) по 6-8 значенням $H_{\text{и}}$ й $B_{\text{и}}$, узятим із кривої намагнічування, будемо залежність $U_{\text{и}} = f(\Phi_{\text{и}})$, і $U_{\text{y}} = f(\Phi_{\text{и}})$, (рис. 3.8):

$$U_{\text{y}} = \frac{\Phi_{\text{и}}}{\mu_0 S_{\text{и}}} \delta \quad (3.7)$$

де $\Phi_{\text{и}}$ – магнітний потік у виробі;

δ – товщина сумарного зазору (0,075мм);

μ_0 – магнітна постійна ($4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м);

$S_{\text{и}}$ – площа перетину виробу

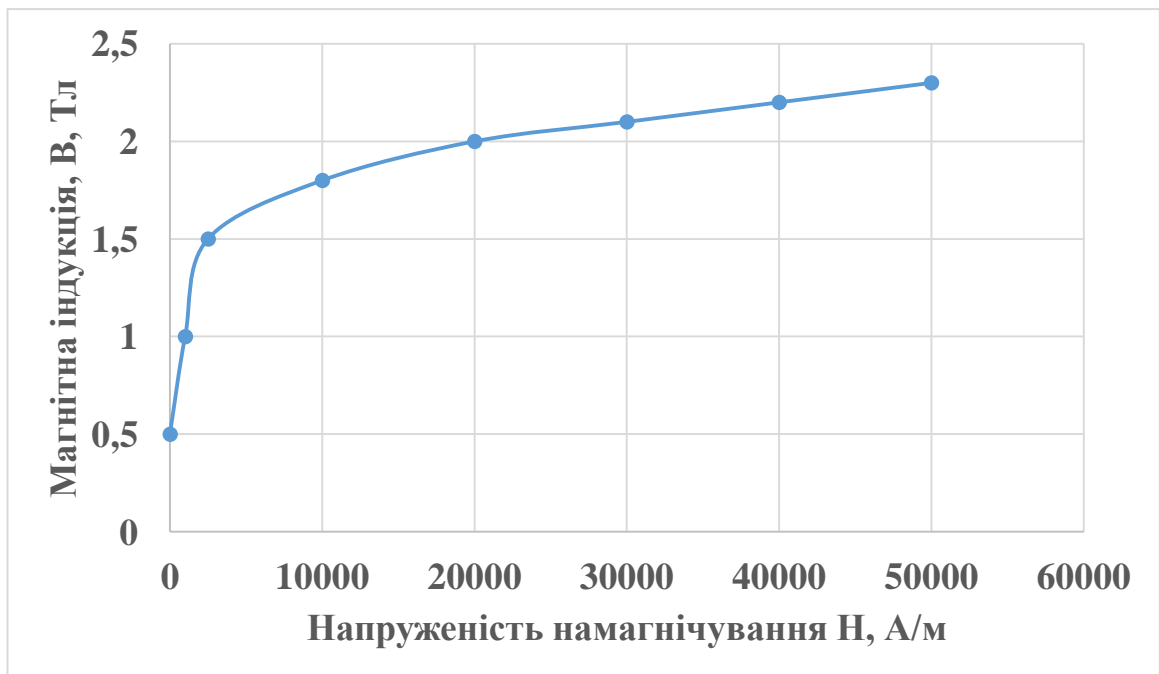


Рис. 3.7. Крива намагнічування матеріалу виробу сталь 10

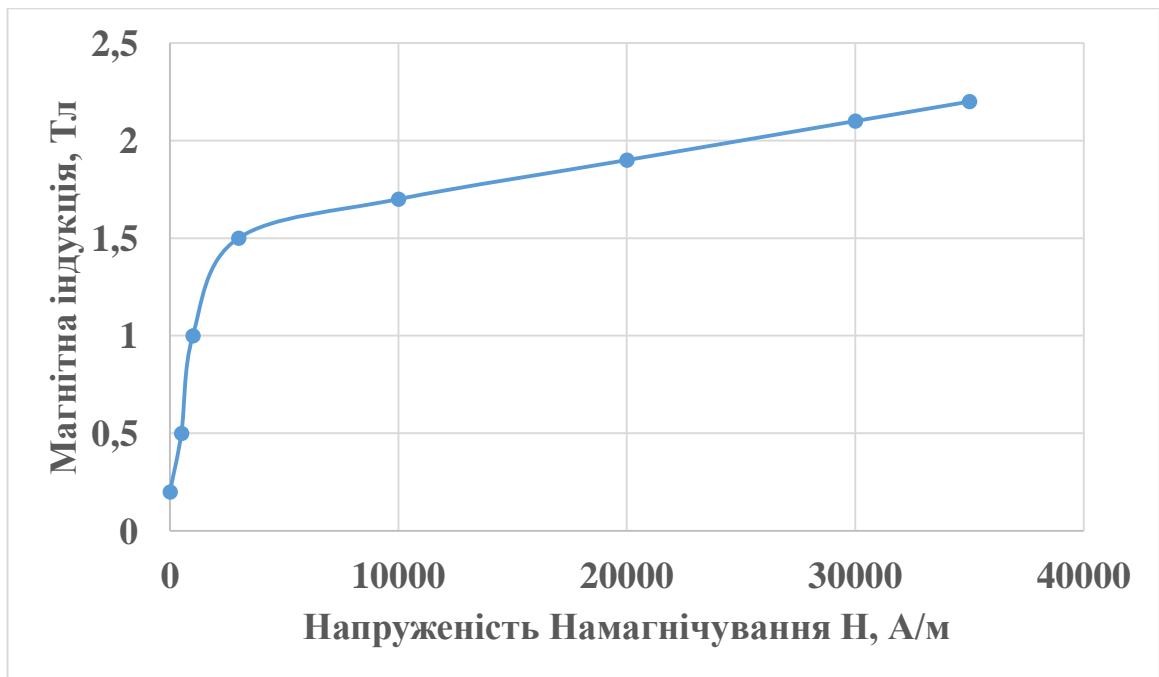


Рис. 3.8. Крива намагнічування матеріалу магнітопроводу сталь 20ХГСА

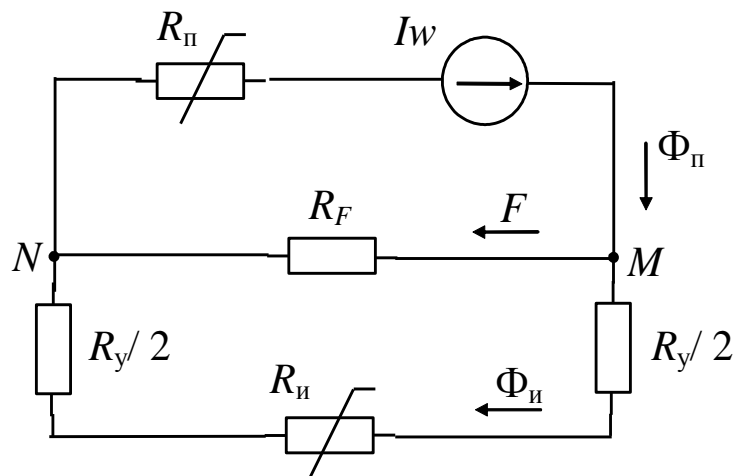


Рис. 3.9. Еквівалентна електрична схема намагнічування

Потім розраховуємо криву падіння магнітної напруги в магнітопроводі залежно від потоку $\Phi_{\text{п}}$ у ньому:

$$U_{\text{п}} = f(\Phi_{\text{п}}):$$

$$\begin{cases} U_{\text{п}} = H_{\text{п}} l_{\text{п}} = H_{\text{п}} (2h + L), \\ \Phi_{\text{п}} = B_{\text{п}}; S_{\text{п}} = B_{\text{п}} cd. \end{cases} \quad (3.8)$$

Значення В и Н визначаємо по кривій намагнічування матеріалу магнітопроводу (рис. 3.7).

Щоб перерахувати U_n залежно від Φ_n , запишемо рівняння Кірхгофа для точки М у еквівалентній електричній схемі (рис. 3.8):

$$\Phi_n - \Phi_n - F = 0, \quad (3.9)$$

де F – магнітний потік розсіювання, шунтувальний виріб і перехідна ділянка.

Так як відношення потоків Φ_n та F обернено пропорційне магнітним опорам $R_n + R_y$ і R_F , то справедливо наступне вираження:

$$\frac{F}{\Phi_n} = \frac{R_n + R_y}{R_F}, \quad (3.10)$$

звідки випливає

$$F = \Phi_n \frac{R_n + R_y}{R_F}, \quad (3.11)$$

де R_F – магнітний опір потоку розсіювання між полюсами електромагніту.

$$R_F = \frac{1}{G_F} (\text{Гн}^{-1}), \quad (3.12)$$

де G_F – провідність ділянки між паралельними призмами (полюсами пристрою, що намагнічує):

$$G_F = R_F^{-1} = \mu_0 (h_F x_F + y_F), \quad (3.13)$$

$$h_F = h - d; \quad x_F = \frac{C}{L} + 0,52 + \frac{2}{\rho_j} \ln\left(1 + \frac{2d}{L}\right);$$

Де

$$y_F = 0,26C + \frac{C}{\rho_j} \ln\left(1 + \frac{2d}{L}\right) + 0,15L + 0,5d.$$

З виражень (3.7) і (3.9) випливає:

$$\Phi_{\text{и}} = \frac{\Phi_{\text{п}}}{1 + \frac{R_{\text{и}} + R_{\text{y}}}{R_{\text{F}}}}, \quad (3.14)$$

де R_{F} одержуємо зі співвідношень (3.12) і (3.13)

Визначаємо число витків w обмотувального дроту, задаючись різними його діаметрами ($d_1 = 0,5 \div 3,5$ мм), з початку прийmemo $d_1 = 1$ мм:

$$w_1 = SK_3 / \left[\frac{\pi d_1^2}{4} \right], \quad (3.15)$$

де $S = 0,8 \cdot 2(d + L) \cdot (h + b + \delta)$ мм²;

d - товщину полюсів, $d = 20$ мм;

L - відстань між полюсами пристрою, що намагнічує, $L = 160$ мм;

h - висота пристрою, що намагнічує, $h = 120$ мм;

δ - товщина ферромагнітного покриття, $\delta = 0,125$ мм;

b - товщина виробу, $b = 10$ мм;

K_3 - коефіцієнта заповнення; $K_3 = 0,4$;

при $d_1 = 1$ мм

$$w_1 = 0,8 \cdot 2 \cdot (0,02 + 0,16) \cdot (0,12 + 0,01 + 0,000125) \cdot 0,4 / (3,14 \cdot 0,0012 / 4) = 19096$$

витка

Визначаємо величину струму в котушці по відомій силі, що намагнічує, й числу витків:

$$I_1 = U_1/w_1 \quad (3.16)$$

$$I_1 = 3500/19096 = 0,18 \text{ А}$$

Визначаємо електричний опір обмотки й споживану потужність:

$$P = I_1^2 R \quad (3.17)$$

$$R = \rho l_{\text{cp}} w_1 / \left[\frac{\pi d_1^2}{4} \right] \quad (3.18)$$

де l_{cp} – середня довжина витка дроту в котушці;

ρ – питомий електричний опір, $\rho = 1,7 \cdot 10^{-8} \text{ Ом}$

$$R = 1,7 \cdot 10^{-8} \cdot 2 \cdot 3,14 \cdot 0,03 \cdot 19096 / [3,14 \cdot 0,0012^2 / 4] = 77,9 \text{ Ом},$$

Тоді

$$P = 0,18^2 \cdot 77,9 = 2,6 \text{ Вт}$$

Так як споживана потужність однакова й не залежить від діаметра обмотувального дроту, тобто його діаметр d_1 залишаємо рівним 3 мм, виходячи із прийнятного числа витків котушки.

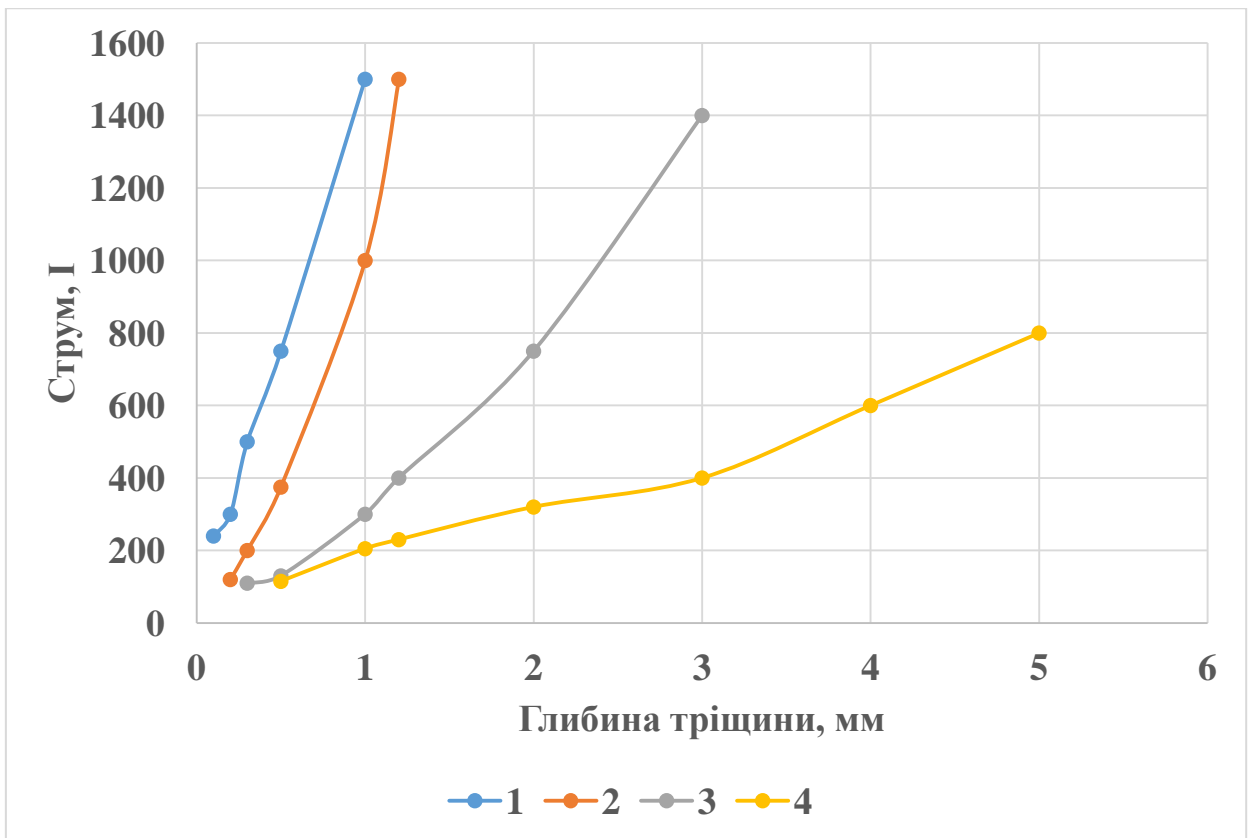


Рис. 3.10. Залежність виявлення внутрішніх дефектів від глибини h їх залягання, способу нанесення магнітного порошку, величини й роду намагнічуючого струму I :

1 - «мокрый» і 2 - «сухий» способи на змінному струмі;

3 - «мокрый» і 4 - «сухий» способи на постійному струмі.

Результати намагнічування наведено на рис 3.11, 3.12.



Рис. 3.11. Намагнічування на змінному струмі по сухому
Процес виявляє тріщини які не глибокі і досить великі, тріщини що за-
лягають на глибині не помічено.



Рис. 3.12. Намагнічування на постійному струмі по сухому



Рис. 3.13. Намагнічування на змінному струмі по мокрому



Рис. 3.14. Намагнічування на постійному струмі по мокрому

Процес намагнічування виявив мікроскопічну тріщину, що залягає під поверхнею.

Таким чином намагнічування колінчатого валу треба вести на постійному струмі згідно рекомендацій рис. 3.10.

3.5. Висновок

В розділі встановлено, що найбільш ефективним методом виявлення дефектів деталей машин є магнітоло-рошковий метод. Розроблено методику проведення дефекації деталей машин за допомогою магнітного дефектоскопа

М-217. Встановлено що намагнічування слід вести на постійному струмі і при цьому використовувати сухий метод виявлення дефектів.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Загальні відомості про охорону праці на підприємстві ТОВ Реммаш

"Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності." Згідно закону України "Про охорону праці" [25].

Відповідальність за стан охорони праці в ТОВ Реммаш покладено на голову підприємства. Так як підприємство досить велике і має 272 робітники, то на підприємстві є посада спеціаліста з охорони праці.

Тому структура охорони праці в господарстві має наступний вигляд: голова підприємства керує службою охорони праці. Ця служба виконує організаційно методичну роботу, підготовлює управлінські рішення та контролює їх реалізацію, цим займається спеціаліст з охорони праці. У виробничих підрозділах охороною праці керують керівники цих підрозділів.

Також в керуванні охороною праці задіяна профспілка через комісії по охороні праці.

Спеціаліст з охорони праці проводить свою роботу за планами які були затверджені головою правління.

Спеціаліст з охорони праці проводить вступний інструктаж та проводить теоретичні заняття в кабінеті, який спеціально обладнано наглядними плакатами, брошурами та літературою. Здійснює догляд за виконанням норм та правил охорони праці, веде облік інструктажів та інше.

На підприємстві впроваджено триступеневий контроль за охороною праці. Тобто на першому ступені контроль веде робітник, далі спеціаліст з охорони праці і керівники підрозділів (другий ступінь), комісія на чолі з головою господарства (третьій ступінь).

Триступеневий контроль виключає проведення адміністративного контролю у відповідності з посадовими обов'язками, а також громадського контролю у відповідності з положенням про комісію по охороні праці.

Стан охорони праці на підприємстві знаходиться на задовільному рівні.

Видача робітникам таких засобів в індивідуальне користування здійснюється за відомостями обліку видачі (повернення) спецодягу, спецвзуття і захисних засобів, які складаються у двох примірниках: один для бухгалтерії, інший зберігається у завгоспу господарства який і видає ці засоби..

При зношенні цих засобів їх списують та відправляють на ветош. Підприємство виділяє значні кошти на забезпечення працівників засобами індивідуального захисту та спец одягом. Але на ряду з цим – є і проблеми такі як:

- несвоєчасна видача спецодягу;
- є порушення з боку завгоспу який закуповує за для економії спец одяг дешевий та неякісний і як наслідок він швидко зношується не витримуючи норми носіння;
- при виконанні зварювальних робіт в ремонтній майстерні відсутні захисні екрани і тому на час зварювальних робіт інші робітники припиняють роботу;
- в ремонтній майстерні відсутня система пожежегасіння;
- в підрозділах відсутні куточки з охорони праці.

4.2. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів на ділянці дефектації деталей

Усі потенційні небезпечні і шкідливі фактори робіт з діагностування можна розділити на кілька основних груп (рис. 4.1).

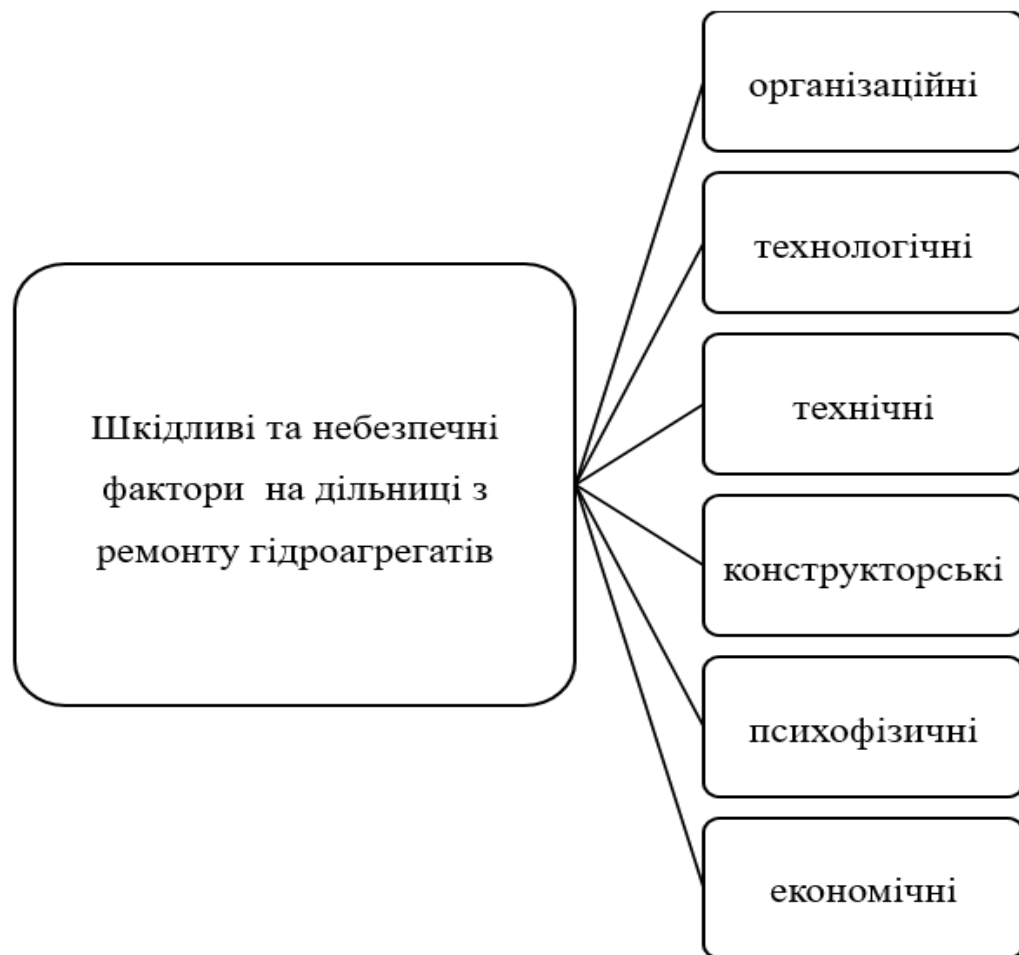


Рис. 4.1. Шкідливі та небезпечні фактори на дільниці

На дільниці дефектування шкідливим фактором виступає ураження електричним струмом та можливість виникнення пожежі.

Вимоги безпеки праці при дефекації деталей.

- на дефектовочну дільницю допускаються особи, що пройшли спеціальну підготовку по зазначених видах робіт, що пройшли інструктаж з безпечних методів ведення робіт.
- спецодяг дефектувальника повинен бути міцним, чистим і щільно облягати тіло. Під час роботи він повинен бути застебнутий. Манжети допускається зав'язувати зав'язками, кінці яких забирають.
- устаткування, на якому дефектувальник робить роботи, повинен займати стійке положення й утримуватися в чистоті.
- на робочому місці й навколо нього не повинні валятися сторонні предмети.

4.3. Заходи по забезпеченню захисту працівників від дії шкідливих та небезпечних факторів

Організація пожежної безпеки в майстерні

Ремонтна майстерня відноситься до другого ступеня вогнестійкості: стіни цегельні, дах з бетонних плит, підлоги бетонні, перегородки цегельні.

Для забезпечення пожежної безпеки в майстерні повинні бути розроблені протипожежні заходи у відповідності вимогами пожежної безпеки для майстерні.

Контроль за виконанням правил пожежної безпеки покладає на інженерно-технічного працівника майстерні (завідуючого майстерні), що зобов'язаний стежити, щоб дороги, проходи, проїзди й місця розташування пожежного інвентарю були вільні для своєчасного доступу [26].

Пожежна ситуація в майстерні може виникнути при замиканні проводки, неправильному зберіганні легкозаймистих рідин, ганчірок, палінні в невстановлених місцях.

Внаслідок цього необхідно перевіряти проводку не рідше чим один раз у рік; установлювати запобіжники й блокувальні пристрої; рідини зберігати в закритих ємностях; щодня забирати ганчірря з робочих місць у спеціальні металеві ящики; курити тільки в спеціально відведені для цього місцях.

У ремонтній зоні забороняється:

Користуватися відкритим вогнем, переносними горнами, паяльними лампами й т.п. У ті приміщення де застосовуються легкозаймисті горючі рідини (бензин, гас і т.п.), також у приміщеннях з легкозаймистими матеріалами (деревообробні, шпалерні й т.п.);

Мити деталі бензином і гасом у невстановлених місцях

Зберігати легкозаймисті рідини в кількості, що перевищує добову потребу

Ставити машину чи агрегат при наявності підтікання з бака, а також заправляти автомобіль чи трактор паливом.

Зберігати чистий обтиральний матеріал разом з використаним.

Застосовувати переносні лампи без захисних сіток.

Користуватися ломом при перекочуванні бочок з паливом.

Відкривати пробки бочок з легкозаймистими рідинами ударами металевих предметів (варто застосувати спецключ із кольорового металу).

Захаращувати проходи між стелажми й виходи із приміщень устаткуванням, тарою й т.п.

Установлювати в зоні автомобілі в кількості, що перевищує норму, або порушувати спосіб їхнього розміщення .

Захаращувати запасні ворота, як усередині, так і зовні

На кожні 50 м² повинен бути один вогнегасник, але не менше двох на кожне приміщення.

У приміщення встановлюють ящики із сухим піском з розрахунку 0,5 м³ на 100 м² площі, але не менш одного на кожне окреме приміщення. Ящики офарблюють у червоний колір і постачають лопатою й совком.

4.4. Дії у разі настання надзвичайної ситуації

Електробезпека:

У процесі роботи слюсарі користуються електричною енергією для освітлення робочого місця, привода інструмента, верстатів. При цьому існує небезпека враження їх електричним струмом. Для захисту людей від шкідливого й небезпечного його впливу, існують наступні вимоги до електробезпеки:

- Перед початком роботи слюсар повинен перевірити справність дії використовованого їм устаткування й інструмента з електроприводом.
- Переносні лампи, використововані для освітлення в затемнених місцях, повинні мати напругу не більш 36 вольтів.
- Перед початком роботи необхідно перевірити справність вмикачів, і надійність живильних проводів.

- Підключати електроінструмент в гумових рукавичках, калошах, коштуючи на гумовому килимку.
- При роботі встаткування слід перевірити, щоб струмопровідні проведення були захищені від випадкового ушкодження.

При роботі з електроінструментом забороняється:

- Не допускається зіткнення проводів з гарячими, з вологими й масляними поверхнями або предметами.
- Забороняється використовувати встаткування й інструмент на роботах, для яких він не призначений.
- Залишати його без нагляду із працюючим двигуном.
- Натягати й перегинати кабель інструмента, передавати його робітником, що не мають дозволу на його використання.
- Використовувати його при іскрінні щіток на колекторі, що супроводжується появою колового вогню на його поверхні.

4.5. Висновок

Проаналізовано роботу базового підприємства та визначено основні недоліки в його роботі. Визначено небезпечні та шкідливі фактори, а також розроблено заходи, що до їх уникнення.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВПРОВАДЖЕННЯ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ДЕТАЛЕЙ У ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

5.1. Розрахунок економічної ефективності

Розрахунок економічної ефективності виконуємо для річної програми відновлення шатунів $W = 800$ шт.

Вартість технічного оснащення технологічного процесу становить [30]:

$$\Phi_{oc} = C_{об} + C_{осн} + C_{птз} \quad (5.1)$$

де $C_{об}$ – питома вартість обладнання 120000, грн.;

$C_{осн}$ – вартість технологічного оснащення, грн..

$C_{птз}$ – вартість підйомно-транспортних засобів, грн.

$$C_{осн} = 0,2 \cdot C_{об} = 0,2 \cdot 120000 = 24000 \text{ грн.}$$

$$C_{птз} = 0,25 \cdot C_{об} = 0,25 \cdot 120000 = 30000 \text{ грн.}$$

$$\Phi_{oc} = 120000 + 24000 + 30000 = 174000 \text{ грн.}$$

Розрахунок собівартості виконання ремонтних робіт виконуємо за формулою:

$$C_{п} = C_{зпн} + A_{об} + C_{р.об.} + C_{м} + C_{е} . \quad (5.2)$$

Заробітна плата основних виробничих працівників становить:

$$C_{з.п.н.} = C_0 + C_{дод} + C_{нрх}, \quad (5.3)$$

$$C_0 = T \cdot C_{год} \cdot W = 0,88 \cdot 85 \cdot 800 = 59840 \text{ грн.} \quad (5.4)$$

де T – трудомісткість виконання робіт, люд.-год,

$C_{год}$ – середня погодинна ставка робітника, грн.;

W – річна програма робіт, шт.

$$C_{дод} = C_0 \cdot K_{дод} = 0,08 \cdot 59840 = 4787 \text{ грн.} \quad (5.5)$$

$$C_{нрх} = 22 \% (C_0 + C_{дод}) = 0,22(59840 + 4787) = 14218 \text{ грн.} \quad (5.6)$$

$$C_{зпн} = 59840 + 4787 + 14218 = 78845 \text{ грн.}$$

Відрахування на амортизацію обладнання становлять:

$$A_{об} = K \cdot C_{об} = 0,1 \cdot 120000 = 12000 \text{ грн.} \quad (5.7)$$

Відрахування на ремонт обладнання становлять:

$$C_{р.об.} = K \cdot C_{об} = 0,035 \cdot 120000 = 4200 \text{ грн.} \quad (5.8)$$

Відрахування на ремонтні матеріали становить:

$$C_{м} = 0,15 \cdot C_0 = 0,15 \cdot 59840 = 8976 \text{ грн.} \quad (5.9)$$

Витрати на електроенергію становлять:

$$C_e = W_{e.p.} \cdot C_e = 526 \cdot 3,26 = 1715 \text{ грн.} \quad (5.10)$$

де $W^{e.p.}$ - витрата електроенергії на технологічний процес 526, кВт.

C_e - вартість кВт/год. електроенергії, грн.

$$C_n = 78845 + 12000 + 4200 + 8976 + 1715 = 105736 \text{ грн.}$$

Витрати на одну деталь становлять:

$$B_\delta = \frac{C_n}{W} = \frac{105736}{800} = 132,2 \text{ грн} \quad (5.11)$$

Приведені витрати становлять:

$$B_{np}^1 = B_\delta + (K_n + K_\delta) = 132,20 + (0,15 \cdot 217,50) = 164,80 \text{ грн} \quad (5.12)$$

де K_n – нормативний коефіцієнт відрахунків, $K_n = 0,15$

K_δ – капіталовкладення на одну деталь, грн.

$$K_\delta = \frac{\Phi_{oc}}{W} = \frac{174000}{800} = 217,50 \text{ грн} \quad (5.13)$$

З урахуванням ПДВ витрати на одну деталь становить:

$$B_{np} = B_n^1 + (20\% \cdot B_n^1) = 164,80 + (0,2 \cdot 164,80) = 198 \text{ грн.} \quad (5.14)$$

Прейскурантна ціна на одну деталь становить:

$$C_d = 285 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект складе

$$E_p = (C_d - B_{np}) \cdot W = (285 - 198) \cdot 800 = 69600 \text{ грн} \quad (5.16)$$

Термін окупності витрат складає:

$$O_p = \frac{\Phi_{oc}}{E_p} = \frac{174000}{69600} = 2,5 \text{ року} \quad (5.17)$$

Оцінку доцільності використання розробленої технології відновлення деталі виконуємо за технічно-економічним критерієм і співставленням значень O_p та коефіцієнта ефективності K_e з нормативними ($K_{e.н.} > 0,15$, $O_{p.н.} < 6,6$ років).

$$K_e = \frac{(C_d - B_{np}) \cdot W}{\Phi_{oc}} = \frac{(285 - 198) \cdot 800}{174000} = 0,4 \quad (5.18)$$

На підставі аналізу проведених розрахунків можна зробити висновок про доцільність використання розробленого технологічного процесу відновлення шатуна.

Таблиця 5.1 - Техніко-економічні показники відновлення вала зчеплення

Показники	Значення показників
Об'єм впровадження, шт.	800
Об'єм капіталовкладень, грн.	174000
Загальна трудомісткість, люд.-год.	88
Виробничі витрати, грн..	105736
Витрати 1 деталь з врахуванням ПДВ, грн.	198

Показники	Значення показників
Прейскурантна ціна на 1 деталь, грн..	285
Коефіцієнт ефективності	0,4
Річний економічний ефект, грн.	69600
Термін окупності капіталовкладень, роки.	2,5

5.2. Висновок

Наведені в таблиці 5.1. розрахунки вказують на доцільність впровадження заходів, направлених на удосконалення технології відновлення шатунів з використанням магнітної дефектоскопії в ремонтній майстерні, а саме впровадження відновлення наплавленням, оскільки її реалізація дозволяє отримати річний економічний ефект 69600 грн., а термін окупності додаткових матеріальних затрат складає 2,5 роки.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Проведений у розділі аналіз методів, діагностичних пристроїв і діагностичних параметрів, які необхідні при проведенні контролю й наступній оцінці технічного стану деталей тягового рухомого складу являє собою системний підхід, спрямований на виявлення основних технічних параметрів виробу. Поряд з розглянутим інструментальним методом контролю більш докладно описані методи неруйнуючого контролю.

Проведений неруйнуючий контроль деталей дозволяє:

- виявити дефектні вироби на стадії виробництва й не допустити їх введення в експлуатацію;
- виявити дефектні вироби на планових ремонтах, завдяки цьому уникнувши постановки машин на позапланові ремонти через відмову деталей і відповідно скоротити витрати на експлуатацію.

Неруйнуючий контроль дозволяє виявити дефектні вироби, але в сучасному, економічно ефективному виробництві важливо не тільки виявити бракований виріб, але й визначити причини виникнення браку й попередити появу дефектної продукції надалі.

В результаті розрахунків було спроектовано відділення з дефекації та відновлення деталей двигунів. Площа дільниці становить 36 м², а її розміри 6х4 м, загальна площа відділення становить 240 м².

Розроблено технологічний процес відновлення шатуна з урахуванням процесу магнітної дефектоскопії. Час відновлення шатуна складе 2.64 години на 8 шатунів.

В розділі встановлено, що найбільш ефективним методом виявлення дефектів деталей машин є магнітоло-рошковий метод. Розроблено методику проведення дефекації деталей машин за допомогою магнітного дефектоскопа М-217. Встановлено що намагнічування слід вести на постійному струмі і при цьому використовувати сухий метод виявлення дефектів.

Проаналізовано роботу базового підприємства та визначено основні недоліки в його роботі. Визначено небезпечні та шкідливі фактори, а також розроблено заходи, що до їх уникнення.

Розрахунки вказують на доцільність впровадження заходів, направлених на удосконалення технології відновлення шатунів з використанням магнітної дефектоскопії в ремонтній майстерні, а саме впровадження відновлення наплавленням, оскільки її реалізація дозволяє отримати річний економічний ефект 69600 грн., а термін окупності додаткових матеріальних затрат складає 2,5 роки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Дефектація деталей [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://avtomir.dn.ua/defektatsiya-detalej/>.
2. Ремонт машин та обладнання: підручник для вищих навчальних закладів / [Дирда В.І., Мельянцов П.Т., Калганков, Є.В. та ін.]. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2015. – 292 с.
3. Калганков Є.В. Технічне діагностування об'ємних гідроприводів трансмісії як об'єктивна необхідність / Є.В. Калганков // Матеріали III Всеукраїнської науково-практичної заочної конференції «Сучасна наука: теорія і практика» (м. Запоріжжя, 28–30 листопада 2012 р.) / Всеукраїнське громадське об'єднання «Нова освіта». – Запоріжжя.: 2012. – Том II. – С. 88–90.
4. Марков О.Д. Автосервис: Рынок, автомобиль, клиент / Марков О.Д. М.: Транспорт, 1999. - 270 с.
5. Технічна діагностика [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.wikipedia.org/wiki>
6. Коробкін В. Ф. Основи технічної діагностики автомобілів / В. Ф. Коробкін. – Миколаїв, 2007. – 56 с.
7. Ключев В.В., Технические средства диагностирования / В.В. Ключев Справочник. – М.: Машиностроение, 1989. – 672 с
8. Сучасні методи та засоби неруйнівного контролю і технічної діагностики [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.pwi-scientists.com/rus/nktd2018>.
9. Види неруйнівного контролю. Класифікація видів і методів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://uk.sodiummedia.com/3925301-types-of-non-destructive-testing-classification-of-species-and-methods>.
10. Варнаков В.В. Технический сервис машин с./х. назначения / Варнаков В.В. – М.: Колос, 2000. – 256 с.

11. Тельнов Н. Ф. Ремонт машин: учебник / Тельнов Н. Ф. - М.: Агрпромиздат, 1992. – 450 с.
12. Гречкосій В. Д. Довідник сільського інженера / Гречкосій В. Д. – К.: Урожай, 1998. – 236 с.
13. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник. - К.: Знання, 2004. – 478 с.
14. Візуально-оптичний і вимірювальний контроль [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Візуально-оптичний_і_вимірювальний_контроль.
15. ДСТУ EN ISO 17640:2018 Неруйнівний контроль зварних швів. Ультразвуковий контроль. Методи, рівні контролювання та оцінювання (EN ISO 17640:2017, IDT; ISO 17640:2017, IDT)
16. Електромагнітні методи неруйнівного контролю [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <https://psnk.kpi.ua/index.php/prokafedru/dystsypliny/225-elektromahnitni-metody-neruivnoho-kontroliu>.
17. Куц Ю.В. Магнітний неруйнівний контроль: Навчальний посібник / Ю.В. Куц, А.Г. Протасов, В.К. Цапенко, В.С. Єременко, Ю.Ю. Лисенко, К: НТУУ "КПІ". – 2012. – 139 с.
18. ДСТУ 2865-94 Контроль неразрушающий. Термины и определения.
19. Електромагнітні методи неруйнівного контролю. Частина 1: Магнітний неруйнівний контроль [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.051003 «Приладобудування» професійного спрямування «Прилади і системи неруйнівного контролю»/ НТУУ «КПІ» ; уклад. Ю. В. Куц, А. Г. Протасов, В. К. Цапенко [та ін.]. – Електронні текстові дані (1 файл: 8,62 Мбайт). – Київ : НТУУ «КПІ», 2012.
20. Калганков Є. В. Вивчення методів виявлення прихованих дефектів. Методичні рекомендації / Є. В. Калганков. – Дніпро: ДДАЕУ, 2019. – 18 с.
21. Неруйнівний контроль зварних з'єднань [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://поради.pp.ua/nauka/12012-neruivniy-kontrol-zvarnih-zyednan-obladnannya-gost.html>.

22. Чуприн, В.А. Исследование и разработка методов и средств контроля вязкости и плотности жидких сред с применением ультразвуковых нормальных волн [Текст]: дис. ... докт. техн. наук: 05.11.13 / Владимир Александрович Чуприн. М. – 2016. – 263 с

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

24. Инструкция по неразрушающему магнитопорошковому контролю деталей локомотивов и моторвагонного подвижного состава Белорусской железной дороги./ В. И. Лаврисюк, М. В. Лобковский, Е. А. Глебик, Л. А. Минич — Минск: Белорусская железная дорога, 2004г.

25. Закон України “Про охорону праці” / Законодавство України про охорону праці. - К. Нова редакція 2002 р.

26. Закон України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування" [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України (ВВР). - 1999, - № 46-47, - с. 403. - Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1105-14#Text>

27. Закон України "Про об'єкти підвищеної небезпеки" [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України (ВВР), 2001, - № 15, - с.73.

28. ДСН 3.3.6.037-99 „Державні санітарні норми шуму, ультразвуку та інфразвуку”.

29. НПАОП 0.00 – 7.11 – 12 "Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників".

30. Вініченко І.І. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних робіт для студентів факультету механізації сільського господарства / І.І Вініченко, А.О. Сітковська. Дніпропетровськ: ДДАЕУ, 2016. – 27 с.

31. Калганков Є.В. Методичні рекомендації до виконання і оформлення дипломних проектів ОС "Бакалавр" за спеціальністю 208 "Агроінженерія" і

дипломних робіт ОС "Магістр" за спеціальністю 208 "Агроінженерія" / Калганков Є.В. – Д.: ДДАЕУ, 2021. – 36 с.

ДОДАТКИ

ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра надійності і ремонту машин

**ОБҐРУНТУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ МАГНІТО-ПОРОШКОВОГО
МЕТОДУ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДЕТАЛЕЙ
МАШИН**

Доповідач: Разон С.В.

Керівник к.т.н., доцент: Толстенко О.В.

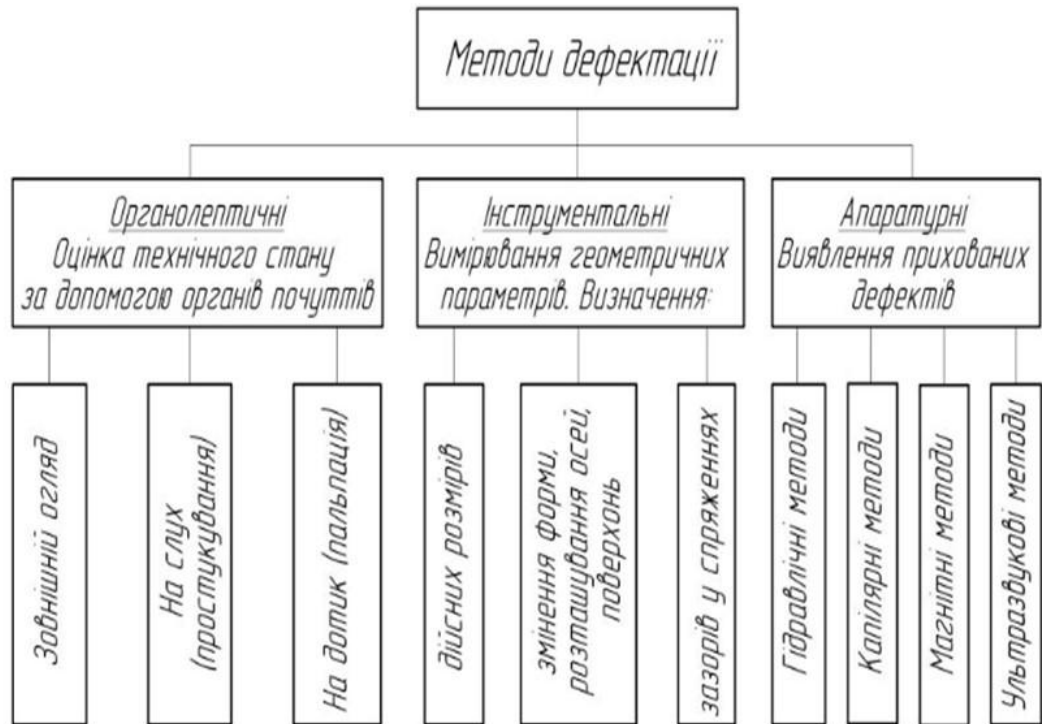
МЕТА РОБОТИ

Розробка методів визначення показників надійності деталей машин за результатами магніто-порошкового контролю при конкретних умовах експлуатації.

ЗАДАЧІ РОБОТИ

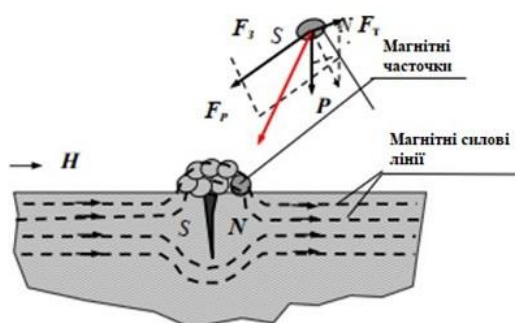
1. аналіз систем, приладів діагностування й неруйнуючого контролю в оцінці та прогнозуванні технічного стану машин;
2. аналіз і систематизація інформації про технічний машин в процесі діагностування й неруйнуючого контролю;
3. розробка технологічного процесу відновлення деталі з використанням операції магніто-порошкового контролю.
4. Розробка методики проведення експериментальних досліджень магніто-порошкового методу дефекації деталей машин, а також провести дослідження різних режимів намагнічування.
5. Розробити заходи по поліпшенню стану охорони праці та захисту у надзвичайних ситуаціях.
6. Провести техніко-економічну оцінку роботи.

Аналіз методів діагностування та дефектації



4

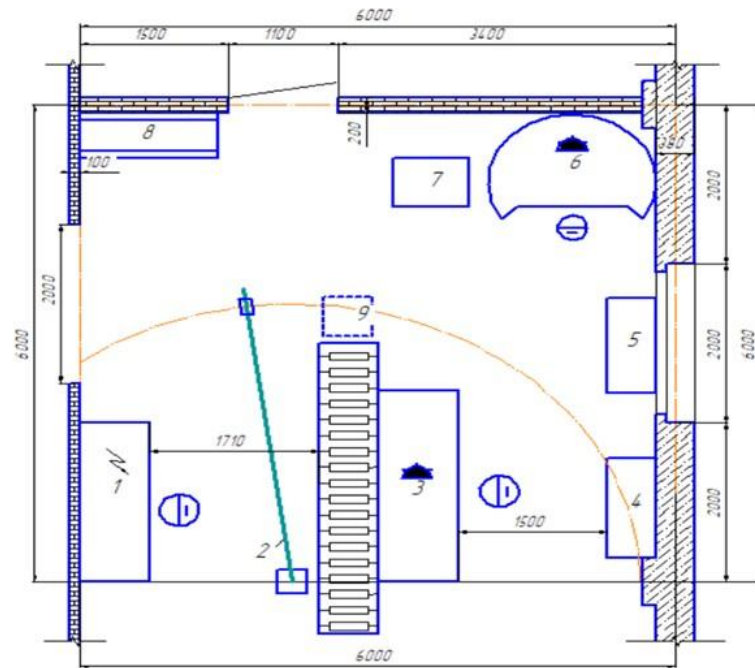
Магнітні методи дефектації



Сили, що діють на магнітну частку в полі розсіювання дефекту й скупчення магнітних часток на поверхні деталі в області дефекту
 S - магнітна часточка, P - сила тяжіння, F_t - сила тертя, F_z - зтягуючи сила, F_r - результуюча сила

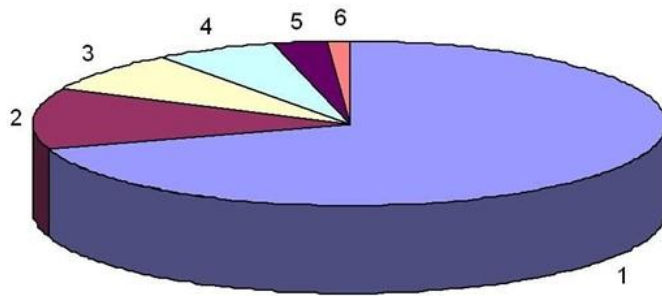
5

Дільниця дефектації деталей



6

Процес магніто-порошкової дефектації деталей



Розподіл способів при відновленні зношених деталей машин:
 1 – наплавлення й зварювання (70 %); 2 – ремонтні розміри (12 %); – електролітичні покриття (8 %); 4 – полімерні матеріали (6 %); 5 – установка додаткової ремонтної деталі (3 %); 6 – поверхневопластичне деформування (1 %)



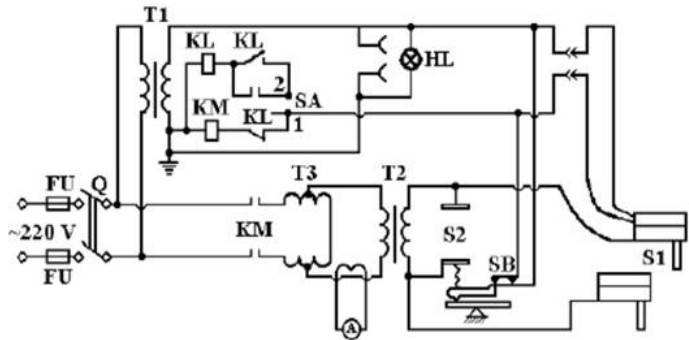


Схема магнітного дефектоскопа М-217:
 Т1, Т2, Т3 – трансформатори; S1, S2- контакти; SA – перемикач;
 SB – мікрровимикач; KL, KM – контакти магнітного пускача; HL –
 сигнальна лампа; FU – запобіжники; Q – пакетний вимикач На
 панелі дефектоскопа змонтовані сигнальна лампа HL, амперметр і
 перемикач SA. Сила струму, що намагнічує, регулюється
 автотрансформатором

Показник	Умови експлуатації
Живлення дефектоскопа	Однофазне, від мережі змінного струму
Напруга живлення	220 В
Максимальна споживана потужність	7,5 кВт
Сила струму, що намагнічує	Від 0 до 1500 А

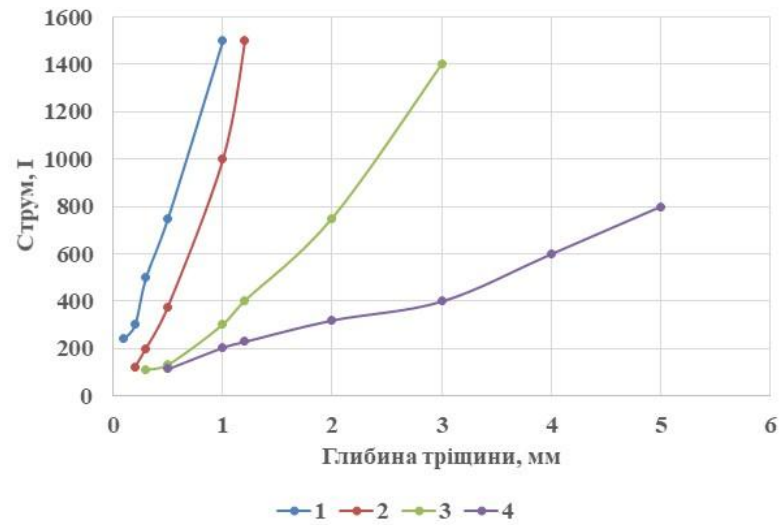
8

Намагнічування зразків



9

Експериментальні дослідження



Залежність виявлення внутрішніх дефектів від глибини h їх залягання, способу нанесення магнітного порошку, величини й роду намагнічуючого струму I :

1 - «мокрый» і 2 - «сухий» способи на змінному струмі;

3 - «мокрый» і 4 - «сухий» способи на постійному струмі.



Намагнічування на змінному струмі по сухому



Намагнічування на постійному струмі по сухому



Намагнічування на змінному струмі по мокрому



Намагнічування на постійному струмі по мокрому

В розділі встановлено, що найбільш ефективним методом виявлення дефектів деталей машин є магнітоло-рошковий метод. Розроблено методику проведення defeкації деталей машин за допомогою магнітного дефектоскопа М-217. Встановлено що намагнічування слід вести на постійному струмі і при цьому використовувати сухий метод виявлення дефектів.

Показники	Значення показників
Об'єм впровадження, шт.	800
Об'єм капіталовкладень, грн.	174000
Загальна трудомісткість, люд.-год.	88
Виробничі витрати, грн..	105736
Витрати 1 деталь з врахуванням ПДВ, грн.	198
Прейскурантна ціна на 1 деталь, грн..	285
Коефіцієнт ефективності	0,4
Річний економічний ефект, грн.	69600
Термін окупності капіталовкладень, роки.	2,5

Проведений у розділі аналіз методів, діагностичних пристроїв і діагностичних параметрів, які необхідні при проведенні контролю й наступній оцінці технічного стану деталей тягового рухомого складу являє собою системний підхід, спрямований на виявлення основних технічних параметрів виробу. Поряд з розглянутим інструментальним методом контролю більш докладно описані методи неруйнуючого контролю.

Проведений неруйнуючий контроль деталей дозволяє:

- виявити дефектні вироби на стадії виробництва й не допустити їх введення в експлуатацію;
- виявити дефектні вироби на планових ремонтах, завдяки цьому уникнувши постановки машин на позапланові ремонти через відмову деталей і відповідно скоротити витрати на експлуатацію.

Неруйнуючий контроль дозволяє виявити дефектні вироби, але в сучасному, економічно ефективному виробництві важливо не тільки виявити бракований виріб, але й визначити причини виникнення браку й попередити появу дефектної продукції надалі.

В результаті розрахунків було спроектовано відділення з defeкації та відновлення деталей двигунів. Площа дільниці становить 36 м², а її розміри 6х4 м, загальна площа відділення становить 240 м².

Розроблено технологічний процес відновлення шатуна з урахуванням процесу магнітної дефектоскопії. Час відновлення шатуна складе 2.64 години на 8 шатунів.

В розділі встановлено, що найбільш ефективним методом виявлення дефектів деталей машин є магнітоло-рошковий метод. Розроблено методику проведення defeкації деталей машин за допомогою магнітного дефектоскопа М-217. Встановлено що намагнічування слід вести на постійному струмі і при цьому використовувати сухий метод виявлення дефектів.

Проаналізовано роботу базового підприємства та визначено основні недоліки в його роботі. Визначено небезпечні та шкідливі фактори, а також розроблено заходи, що до їх уникнення.

Розрахунки вказують на доцільність впровадження заходів, направлених на удосконалення технології відновлення шатунів з використанням магнітної дефектоскопії в ремонтній майстерні, а саме впровадження відновлення наплавленням, оскільки її реалізація дозволяє отримати річний економічний ефект 69600 грн., а термін окупності додаткових матеріальних затрат складає 2,5 роки.

УДК 631.51.4

**ОБГРУНТУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ МЕТОДІВ НЕРУЙНІВНОГО
КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДЕТАЛЕЙ МАШИН, ЩО НАДХОДЯТЬ
В РЕМОН**

Разон С.В.

*здобувач вищої освіти СВО Магістр,
ОПП Агроінженерія, ІТФ ДДАЕУ*

*Науковий керівник – Толстенко О.В.,
кандидат технічних наук, доцент*

Дефектація, це операція технологічного процесу ремонту виробу, що заключається в визначенні ступеня придатності деталей і складальних одиниць, що були в експлуатації, до використання на об'єкті, що ремонтується. Вона необхідна для виявлення у деталей експлуатаційних дефектів, що виникають в результаті зношування, корозії, втомленості матеріалу та других процесів, а також із-за порушення режимів експлуатації і правил технічного обслуговування [1].

В результаті тертя і зносу деталі змінюються геометричні параметри, шорсткість робочих поверхонь, фізико-механічні властивості поверхневих шарів матеріалу, а також виникають втомлювальні напруження.

Втомлювальні напруження порушують суцільність матеріалу, сприяють появі мікро- і макротріщин, викрашуванню металу робочих поверхонь та руйнуванню деталі.

Зміна механічних фізико-механічних властивостей матеріалу – порушення структури матеріалу, а також збільшення або зменшення твердості матеріалу, міцності і т. д.

Порушення режимів експлуатації та правил ТО можуть привести до схоплювання поверхонь, коробленню деталей в результаті перегріву або деформації під дією механічного навантаження, виникненню тріщин, облому фланців та ін.

Для реалізації завдань дефектації використовують такі методи: органолептичні, інструментальні і виявлення прихованих дефектів. Саме метод і виявлення прихованих дефектів можуть виявити мікротріщини які є концентраторами напружень і в подальшому приводять до руйнування деталі. Одним із перспективних способів неруйнівного контролю який можливо широко застосовувати в ремонтному виробництві є магнітопорошковий метод.

Магнітопорошковий контроль застосовують для виявлення дефектів, які перебувають на поверхні або залягають на глибину до 10 мм. Він придатний для оцінки конструкцій і деталей, виготовлених з феромагнітних сталей звичайної якості або зі сталей якісних вуглецевих і низько вуглецевих. За допомогою магнітного методу можна виявити також поверхневі дефекти й дефекти, що залягають на глибину 1 – 4 мм [2].

Для визначення дефекту велике значення має правильний вибір напруженості магнітного поля. Занадто велика напруженість призводить до осадження магнітного порошку по всій поверхні виробу і появі „помилкових” дефектів, а недостатня – до зниження чутливості методу. При котролі в прикладеному магнітному полі на поверхні деталі вона повинна знаходитися в межах 1590...3980 А/м, а на залишкову намагніченість приходиться 7960...15920 А/м.

Силу струму при циркуляційному намагнічуванні циліндричної деталі вибираємо за формулою:

$$I = 0,25 \cdot H \cdot D, \quad (1)$$

де I – сила струму, А;

H – напруженість магнітного поля, А/м;

D – діаметр деталі, мм.

При полюсному намагнічуванні в соленоїді, силу струму, що пропускається через його обмотку, визначаємо по формулі:

$$I = \frac{H \cdot \sqrt{D_c^2 + l^2}}{1,256\pi} \quad (2)$$

де D_c – середній діаметр соленоїда, см;

l – довжина соленоїда, см;

n – число витків соленоїда.

Експериментальні дослідження на різних режимах проводились на установці М-217. Контроль прихованих дефектів проводився на шийках колінчатого валу.

В результаті досліджень було встановлено оптимальні значення струму та інтенсивності намагнічування. Результати роботи наведено на (рис. 1).



Рисунок 1. Результати виявлення мікротріщин

а – виявлення поверхневої тріщини при струмі 100-200 А, б – виявлення тріщини при струмі 250-750 А на глибині до 2 мм

В результаті проведених досліджень встановлено, що методом магніто-порошкового контролю можливо виявити дефекти:

- поверхневі із шириною розкриття в поверхні 0,002 мм і більше, глибиною 0,01 мм і більш;
- подповерхневі, що залягають на глибині до 2 мм;
- внутрішні (більших розмірів), що лежать на глибині більше 2 мм.

Список використаних джерел:

1. Ремонт машин та обладнання: підручник для вищих навчальних закладів / [Дирда В.І., Мельянцов П.Т., Калганков, Є.В. та ін.]. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2015. – 292 с.
2. EN 970:1970. Неразрушаючий контроль сварних швов, виконаних плавленням. Візуальний контроль// Измерения. Контроль. Качество. Неразрушающий контроль. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – С. 668–674.