

НУБІП України

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

01.12 - КМР.463“С” 2023.03.28.006 ПЗ

ОКСІМЧУКА БОГДАНА МИКОЛАЙОВИЧА

2023 р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну

ПОГОДЖЕНО

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Декан
Факультету конструювання та дизайну
(назва факультету (ІНП))
Ружилю З.В.
(підпис) (ПІБ)

Завідувач кафедри
Надійності техніки
(назва кафедри)
Новицький А.В.
(підпис) (ПІБ)

“ ” 2023 р.

“ ” 2023 р.

НУБІП УКРАЇНИ

УДК 631.372 – 043.96

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

НУБІП УКРАЇНИ

на тему «Дослідження технічного стану деталей та технологічного процесу відновлення коробок передач тракторів МТЗ тягового класу І4 кН»

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(код і назва)

Освітня програма «Технічний сервіс машин та обладнання сільськогосподарського виробництва»
Програма підготовки освітньо-професійна
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Керівники магістерської роботи
К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)
Ст.Викл.
(підпис)
Новицький А.В.
Сиволапов В.А.
(ПІБ)

Виконав Оксімчук Б.М.
(підпис) (ПІБ студента)

НУБІП УКРАЇНИ

КИЇВ – 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет конструювання та дизайну

З А Т В Е Р Д Ж У Ю
Завідувач кафедри надійності техніки

К.Т.Н., доцент Новицький А.В.
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

“ ” 2022 року

З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Оксімчуку Богдану Миколайовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Освітня програма «Технічний сервіс машин та обладнання
сільськогосподарського виробництва»
(код і назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

Тема магістерської роботи Дослідження технічного стану деталей та

технологічного процесу відновлення коробок передач тракторів МТЗ

тягового класу 14 кН

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 28.03.2022 р. № 463 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 1.11.2023 р.
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи 1. Аналітичний огляд конструкції
коробки передач тракторів МТЗ тягового класу 14 кН. 2. Технічна

характеристика коробки передач тракторів МТЗ тягового класу 14 кН. 3.

Каталоги ремонтно-технологічного обладнання. 4. Технічні вимоги на ремонт
шасі тракторів МТЗ тягового класу 14 кН.

Перелік питань, що підлягають дослідженню: Реферат. Вступ. 1. Стан питання
та формування задач на дослідження. 2. Дослідження можливих
несправностей та технічного стану деталей коробки передач. 3.

Обґрунтування граничних та допустимих при ремонті розмірів та зносів деталей коробки передач тракторів МТЗ тягового класу 14 кН. 4. Технологічний процес складання коробки передач тракторів МТЗ тягового класу 14 кН. 5. Охорона праці. 6. Техніко-економічне обґрунтування роботи.

Висновки. Літературні джерела. Додатки.

Перелік графічного матеріалу (за потреби) 1. Аналіз конструкції коробки передач тракторів МТЗ тягового класу 30 кН. 2. Можливі несправності коробки передач тракторів МТЗ тягового класу 30 кН, способи виявлення та усунення. 3. Діагностування коробки передач. 4. Розбирання коробки передач

тракторів МТЗ тягового класу 30 кН. 5. Корпус коробки передач. Схема дефектів. 6. Ремонтне креслення. 7. Маршрутна карта. 8. Операційна карта. 9. Охорона праці. 10. Техніко-економічна ефективність. Висновки. Додатки.

Дата видачі завдання “28 ” березня 2023 р.

Керівники магістерської роботи

(підпис)

(підпис)

Ружи́ло З.В.

(прізвище та ініціали)

Сивла́нов В.А.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Оксі́мчук Б.М.

(прізвище та ініціали студента)

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Магістерська робота на тему: „Дослідження технічного стану деталей та технологічного процесу відновлення коробок передач тракторів МТЗ тягового класу 14 кН”

Роботу викладено на 110 стор., 24 рис., 20 табл., 1 додаток, використано 36 джерел літератури.

Магістерська робота присвячена дослідженню пошкоджень деталей та розробці технологічного процесу відновлення коробок переміни передач тракторів МТЗ тягового класу 3 та удосконаленню технології відновлення її працездатності.

В першому розділі пояснювальної записки наведено аналіз пристрою та принцип роботи коробки переміни передач, причини відмов та несправності.

В другому розділі представлено дослідження основних пошкоджень деталей та встановлено їх параметри.

В третьому розділі проведено статистичний аналіз характеристик імовірної появи пошкоджень (із визначенням коефіцієнтів відновлення, вибракування та придатності. Проаналізувано стан сучасних технологій відновлення роботоздатності коробки передач тракторів. Вибрано технологію відновлення корпусу коробки переміни передач тракторів МТЗ тягового класу 3. Розроблено технологічний процес складання коробки передач тракторів МТЗ тягового класу 3.

В четвертому розділі зроблено аналіз виробничих небезпек та розробити заходи по забезпечення безпечних умов роботи на дільниці з відновлення роботоздатності коробки переміни передач тракторів МТЗ тягового класу 3.

В шостому розділі розраховано техніко-економічні показники технології відновлення роботоздатності коробки передач тракторів МТЗ.

Ключові слова: КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ, ДЕФЕКТИ, ДОПУСТИМІ ТА ГРАНИЧНІ РОЗМІРИ, ПАРАМЕТРИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ, ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ, ДЕФЕКТАЦІЯ, РЕГУЛЮВАННЯ

ЗМІСТ

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Стор

ВСТУП

8

РОЗДІЛ 1. СТАН ВИТАННЯ ТА ФОРМУВАННЯ ЗАДАЧ НА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Аналіз конструкції, принцип роботи та можливі несправності коробки переміни передач тракторів МТЗ тягового класу 14 кН

10

1.2. Технологічний процес розбирання коробки переміни передач

39

1.3. Задачі магістерської роботи

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ

ДЕТАЛЕЙ КОРОБКИ ПЕРЕМІНИ ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРІВ МТЗ

ТЯГОВОГО КЛАСУ 14 КН

44

2.1. Загальна методика

44

2.2. Аналіз технічного стану деталей коробки переміни передач тракторів МТЗ, основні дефекти способи їх виявлення, прилади та оснащення

45

2.3. Аналіз технічного стану корпусу коробок переміни передач

59

2.4. Дослідження ремонтного фонду деталей

62

РОЗДІЛ 3. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ

КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРІВ МТЗ ТЯГОВОГО КЛАСУ 14

КН

67

3.1. Розробка технологічного процесу відновлення корпусу коробки переміни передач

67

3.2. Відновлення деталей коробки переміни передач

74

3.3. Технологічний процес складання коробки переміни передач тракторів МТЗ тягового класу 14 кН

87

РОЗДІЛ 4. УДОСКОНАЛЕННЯ СТЕНДУ ТА ДЛІА РЕМОНТУ КОРОБОК ПЕРЕМІНИ ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРІВ МТЗ ТЯГОВОГО КЛАСУ	
14 КН	99
РОЗДІЛ 5. ЗАХОДИ ПО ОХОРОНІ ПРАЦІ ТА ЗАХИСТУ НАВКОЛИПНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	105
РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ	112
6.1. Визначення капіталовкладень в основні фонди	112
6.2. Визначення потреби у ремонтних матеріалах і запасних частинах	113
6.3. Розрахунок цехових затрат	114
6.4. Складання калькуляції собі вартості ремонту	115
6.5. Техніко-економічні показники	116
ВИСНОВКИ	118
ЛІТЕРАТУРА.	120
ДОДАТКИ	
НУБІП України	
НУБІП України	
НУБІП України	

ВСТУП

У задоволенні постійно зростаючих потреб народного господарства нашої країни тракторах займає чільне місце ремонтне виробництво. Одним із резервів збільшення тракторного парку країни є ремонт, тому його розвитку та вдосконаленню в нашій країні приділяється велика увага.

У процесі експлуатації трактора його надійність та інші властивості поступово знижуються внаслідок зношування деталей а також корозії та втоми матеріалу, з якого вони виготовлені. У тракторі з'являються різні несправності, які усувають при технічному, обслуговуванні та ремонті. Ремонт машин, як

область людської діяльності виник одночасно з появою машин. Хоч би якою досконалою конструкції машина не вступала в процес виробництва, за його вживанні практично виявляються недоліки, які доводиться виправляти додатковою працею. З іншого боку, що більше вийшла вона межу свого

середнього віку, отже, що більше позначається Дія нір. мального зношування, чим більше зношений і старечий розслабився матеріал, з якого вона зроблена, тим численнішими і значнішими стають ремонтні роботи, необхідні.

Для того, щоб підтримати існування машини до кінця періоду, середньої тривалості її життя, дуже важливо негайно виправляти будь-яке пошкодження машин. Дуже яскраво виражена думка, що з технічної точки зору ремонт машин це об'єктивна необхідність. Тільки завдяки ремонту можна підтримувати існування машини до закінчення середньої тривалості її життя.

Це положення повною мірою відноситься до сучасних машин і навіть до тракторів.

Необхідність та доцільність ремонту тракторів обумовлена насамперед нерівномірністю їх деталей та агрегатів. Відомо, що шздать рівномірну машину, всі деталі якої зношувалися б рівномірно і мали б однаковий термін служби, неможливо. Отже, ремонт трактора навіть лише шляхом заміни деяких його деталей та агрегатів, що мають невеликий ресурс, завжди доцільний і з економічного погляду виправданий. Тому в процесі експлуатації трактора проходять в агропідприємствах періодичне технічне обслуговування

та при необхідності поточний ремонт, який здійснюється шляхом заміни окремих деталей та агрегатів, що відмовили, у роботі. Це дозволяє підтримувати трактори у технічно справному стані. При тривалій експлуатації

трактора досягають такого стану, коли витрати коштів і праці, пов'язані з підтримкою їх у працездатному стані в умовах агропідприємств, стають більшими за прибуток, який вони приносять в експлуатації. Такий технічний стан трактора вважається граничним і вони спрямовуються на капітальний ремонт на ремонтні підприємства.

Завдання капітального ремонту полягає, щоб із найменшими витратами відновити втрачену тракторами працездатність. Капітальний ремонт трактора має велике економічне і, отже, народногосподарське значення. Основним джерелом економічної ефективності капітального ремонту тракторів є використання залишкового ресурсу їх деталей.

Близько 70...75% деталей трактора, минулих термін служби до першого капітального ремонту, мають залишковий ресурс і може бути використані повторно чи ремонту, або після невеликого ремонтного впливу, деталі з які у капітальний ремонт тракторів можна розбити втричі групи.

До першої групи належать деталі, які повністю вичерпали свій ресурс і під час ремонту автомобіля мають бути замінені на нові. Кількість таких деталей порівняно невелика і становить 25-30%. До деталей цієї групи відносяться поршні, поршневі кільця, вкладиші підшипників, різні втулки, підшипники кочення, резинотехнічні вироби та ін.

Друга група деталей, кількість яких досягає 30-35%, це деталі, ресурс яких дозволяє використовувати їх без ремонту. До цієї групи відносяться всі деталі, зношування робочих поверхонь яких знаходиться в допустимих межах. До третьої групи належать інші деталі трактора (40...45%). Ці деталі можуть бути використані повторно лише після їх відновлення. До цієї групи належить більшість найбільш складних і дорогих базових деталей трактора і, зокрема, блок циліндрів, колінчастий вал, головка блоку, картери коробки передач і

заднього моста, розподільний вал та ін. Вартість відновлення цих деталей не перевищує 10-50% від вартості їх виготовлення.

Таким чином, основним джерелом економічної ефективності капітального ремонту тракторів є використання залишкового ресурсу деталей

другої та третьої груп. Собівартість капітального ремонту трактора та їх агрегатів навіть за умов порівняно невеликих сучасних підприємств зазвичай не перевищує 60...70% вартості нових тракторів. При цьому досягається велика економія в металах та трудових ресурсах. Капітальний ремонт трактора

дозволяє також підтримувати на високому рівні чисельність тракторного

парку країни. Організації ремонту тракторів у нашій країні постійно приділяється велика увага. Ремонтне виробництво нашої країни безупинно розвивається і вдосконалюється. Курс, що проводиться зараз, на зосередження

капітального ремонту трактора в спецмайстернях дозволить укрупнити і

спеціалізувати підприємства. На великих спеціалізованих ремонтних підприємствах створюються умови для широкого застосування найбільш сучасних технологічних процесів, сучасного обладнання, засобів механізації та автоматизації. Цей генеральний напрямок у розвитку ремонтного виробництва

призведе до різкого підвищення якості капітального ремонту та найбільш повної реалізації його економічних переваг.

Сучасні трактори є складні технічні, системи тривалого користування. У процесі експлуатації тракторів відбувається незворотне погіршення робочих характеристик їх елементів - деталей, зване старінням. В основі старіння

лежать явища фізичного зношування деталей, що відбуваються як при

експлуатації трактора, і при його зберіганні. У першому випадку мають місце зноси першого роду, які проявляються у змінах геометричних розмірів та геометричної форми деталей, у зниженні втомної міцності їх матеріалу. У

другому випадку відзначаються так звані зноси другого роду, що

проявляються в основному в змінах, пов'язаних з явищами корозії, втратою жорсткості, перетвореннями в структурі та властивостях деяких матеріалів.

Зношування, що виникають внаслідок процесів старіння, мають спрямований

характер вони нарастають у часі. Наростання зносу з часом для різних елементів неоднаково. В одних випадках це наростання відбувається по кривій, для якої характерні три періоди: період опрацювання, період

нормального зношування і період прискореного (аварійного) зношування. В інших випадках процес зношування протікає без явно виражених періодів приробітку або прискореного зношування.

При розгляді загальної картини зношування необхідно пам'ятати такі обставини: по-перше, межі окремих періодів зношування на графіках наростання зношування чітко не визначаються; по-друге, основним для

споживача та найбільш тривалим за часом періодом є період нормального зношування, у ході якого наростання зношування відбувається за законом прямої лінії; по-третє, період опрацювання є відносно короткочасним і

реалізується в основному при виготовленні в процесі стендових випробувань і обкатки агрегатів і автомобіля; період прискореного зношування елемента, як правило, не допускається при експлуатації в інтересах попередження

аварійної відмови в роботі. З урахуванням сказаного знос деталей під час використання автомобіля приймається наростаючим із збільшенням напрацювання за лінійним законом.

В результаті старіння відбувається зміна придатності деталей, вузлів, агрегатів та трактора в цілому. При цьому під придатністю розуміється відносна здатність і потенційна можливість виробу виконувати свої функції в

межах допустимих відхилень за якістю роботи протягом оптимального терміну його служби. Зміна придатності трактора визначається зношуванням його деталей.

При цьому чим більше буде зношування, тим менша придатність. З часом або зі зростанням напрацювання у стані трактора або його окремих частин настає межа, після якої використання автомобіля

виявляється недоцільним за рівнем продуктивності та інших технічних показників, за витратами, пов'язаними із застосуванням, та за ступенем

безпеки. При досягненні крайніх допустимих в експлуатації значень за одним із цих показників або за сукупністю їх визначається граничний стан трактора.

Після досягнення цього стану трактор або його агрегат виводиться з експлуатації та ремонтується для відновлення повної або часткової придатності. Різні деталі трактора працюють у різноманітних умовах,

виготовлені з різних матеріалів з використанням різноманітних технологічних

способів і тому служать до досягнення граничного стану неоднаково довго.

Так, наприклад, поршневі кільця, шарніри рульових тяг, фрикційні накладки, прокладки головок циліндрів, вкладиші підшипників колінчастого валу і деякі інші елементи досягають граничного стану при відпрацюванні лише половини

терміну служби рами і кабіни трактора. Колінчасті вали, блоки циліндрів,

головки циліндрів, розподільні вали, півосі, карданні вали та інші деталі досягають граничного стану приблизно через однакову напрацювання з рамою трактора. Окремі корпусні деталі, важелі, елементи металоконструкцій

служать, не досягаючи граничного стану, до списання трактора

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

1. СТАН ПИТАННЯ ТА ФОРМУВАННЯ ЗАДАЧ НА ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Аналіз конструкції, принцип роботи та можливі несправності коробки передач тракторів МТЗ тягового класу 14 кН

Трактори сімейства МТЗ Білорус традиційно комплектуються механічною ступінчастою трансмісією, особливості виконання якої залежать від тягового класу трактора і року випуску. При цьому її конструкція має певні відмінності.

До тракторів МТЗ тягового класу 1.4 можна віднести трактори МТЗ-80/82, МТЗ-100/102, МТЗ Беларусь 890/892, МТЗ Беларусь 920/922.

Найбільш поширені трактори МТЗ-80 і МТЗ-82 випуску після 1985 року, оснащуються трехвальною 9-ступінчастою двохдіпазонною гідрокерованою КПП з сухим фрикційним однодисковим, постійно замкнутим зчепленням.

Кількість передач з редуктором - 18 вперед, 4 назад.

Пристрій КПП

Якщо дивитися на КПП МТЗ-80 в розрізі по поздовжній осі, то первинний і вторинний вал мають одновісне розміщення. Розташування проміжного вала разом з валом передньої передачі і заднього ходу - паралельно первинному. Передній кінець первинного валу закріплений в підшипнику в скляниці корпусу КПП, задній кінець з'єднаний з переднім кінцем вторинного валу в торці в підшипнику.

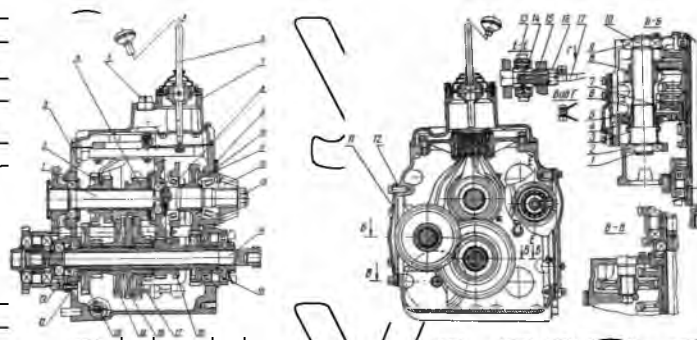


Рис. 1 КПП трактора МТЗ-80.

У поздовжньому розрізі: 1 - первинний вал; 2 - ведуча шестерня IV і V передач; 3 - корпус коробки передач; 4 - ведуча шестерня III передачі; 5 - заливна пробка; 6 - важіль переключення передач; 7 - кришка коробки; 8 -

вторинний вал; 9 - регулювальні прокладки; 10 - стакан підшипника вторинного валу; 11 - ведена шестерня II ступені редуктора; 12 - шестерня головної передачі; 13 - гайка вторинного валу; 14 - внутрішній вал; 15 - провідна шестерня II ступені редуктора; 16 - ведуча шестерня I ступені редуктора; 17 - проміжна шестерня; 18 - ведена шестерня III передачі; 19 -

ведена шестерня IV передачі; 20 - ведена шестерня V передачі і заднього ходу;

21 - проміжний вал; 22 - переднє гніздо внутрішнього валу.

У поперечному розрізі:

1 - кільце стопорне; 2 - підшипник ШРО-208; 3 - кільце пружинне; 4 - шестерня ведена включення ходозменшувача; 5 - шестерня ведена I передачі і заднього ходу; 6 - шайба наполеглива; 7 - кільце стопорне; 8 - шестерня ковзна

I передачі і заднього ходу; 9 - підшипник ШРО-50308; 10 - вал першої передачі і заднього ходу; 11 - ліва кришка бічного люка; 12 - прокладка кришки бічного люка; 13 - шестерня проміжна приводу переднього ведучого моста; 14 - вісь проміжної шестерні; 15 - втулка; 16 - гайка; 17 - лоток.

КОРОБКА ПЕРЕДАЧ. Особливості конструкції коробки передач з перемиканням передач під навантаженням (рис. 1.2). Коробка передач призначена для зміни: крутного моменту на ведучих колесах, швидкості і напрямку руху при постійній частоті обертання колінчастого вала, а також для тривалої зупинки машини при працюючому дизелі.

Силу тяги на гаку і швидкість руху змінюють за рахунок зміни передавального числа трансмісії, для чого в зачеплення вводять відповідні шестерні коробки передач. Ця основна функція коробки передач характеризується кількістю ступенів та їх передавальними числами.

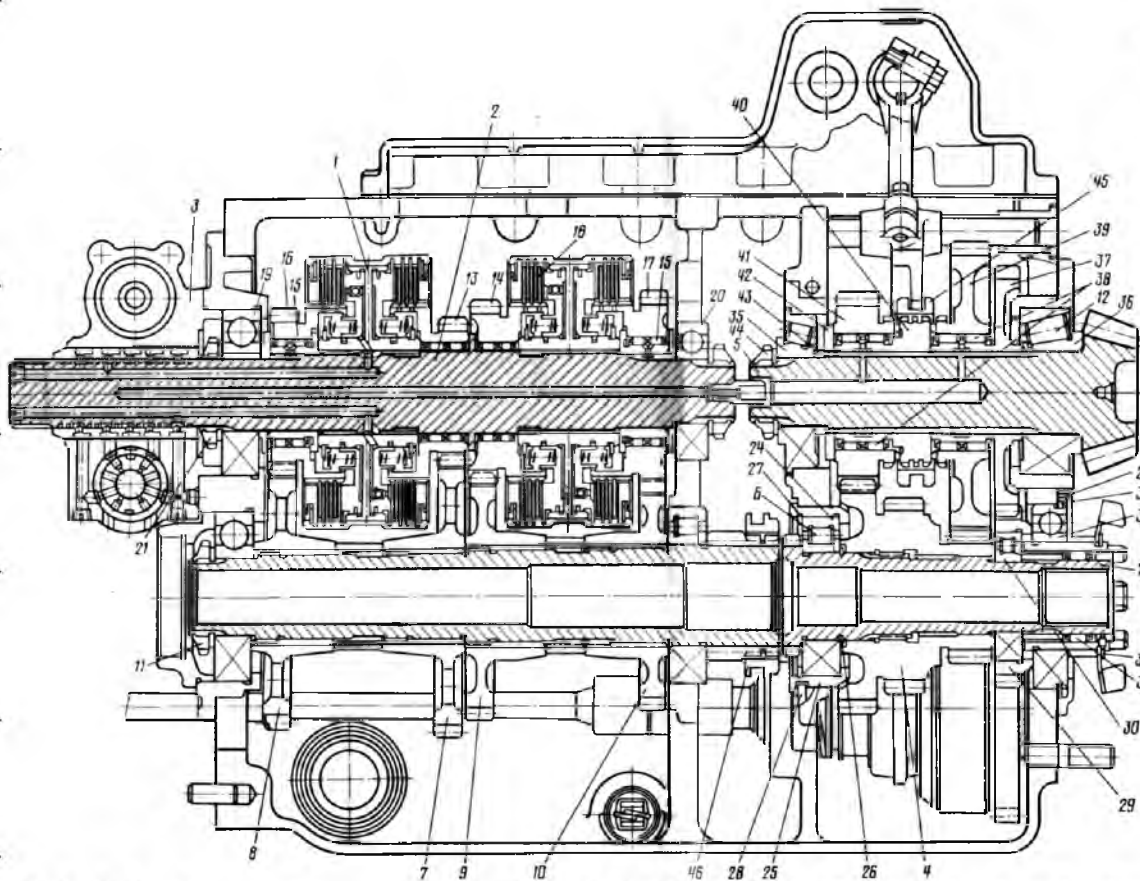


Рис. 1.2 Коробка перемиши передач: 1- вузол передач; 2- первинний вал; 3- розподільник; 4 - блок шестерень; 5 - вторинний вал; 6, 12, 15, 30, 31 і 38 - роликові підшипники; 7 - ведена шестерня I передачі; 8- ведена шестерня передачі; 9 - ведена шестерня II передачі; 10 - ведена шестерня IV передачі; 11, 21 і 44 - гайки; 13 - ведуча шестерня I передачі; 14- ведуча шестерня III передачі; 16 - ведуча шестерня II передачі; 17 - ведуча шестерня IV передачі; багатодискова муфта; 19 20, 24. 32. 35 і 36 - підшипники 22 - стопорна планка; 23 - вал; 25 - стакан 26, 27, 33, 34 - стопорні кільця; 28 - стопорний гвинт; 29 шестерня приводу синхронного ВВП; 37 - ведуча шестерня призода переднього моста і синхронного ВВП; 39 - ведена шестерня першого, другого і четвертого діапазонів; 42 - зубчаста полумуфта; 41 - ведена шестерня третього, п'ятого та шостого діапазонів; 42 - обмежувальна шайба; 43 - регулювальна шайба; 45 - зубчаста рухома муфта; 46 - зубчаста муфта; 47 - вилка перемикач-ня зубчастої муфти

Коробку передач утворюють наступні складальні одиниці (деталі), а також системи: вузол I передачі (рис. 1.1); вал 2 (рис. 1.3) понижених передач і заднього ходу і вал 3 підвищених робочих передач, блок 4 (рис. 1.1) шестерень і вторинний вал 5; корпус.

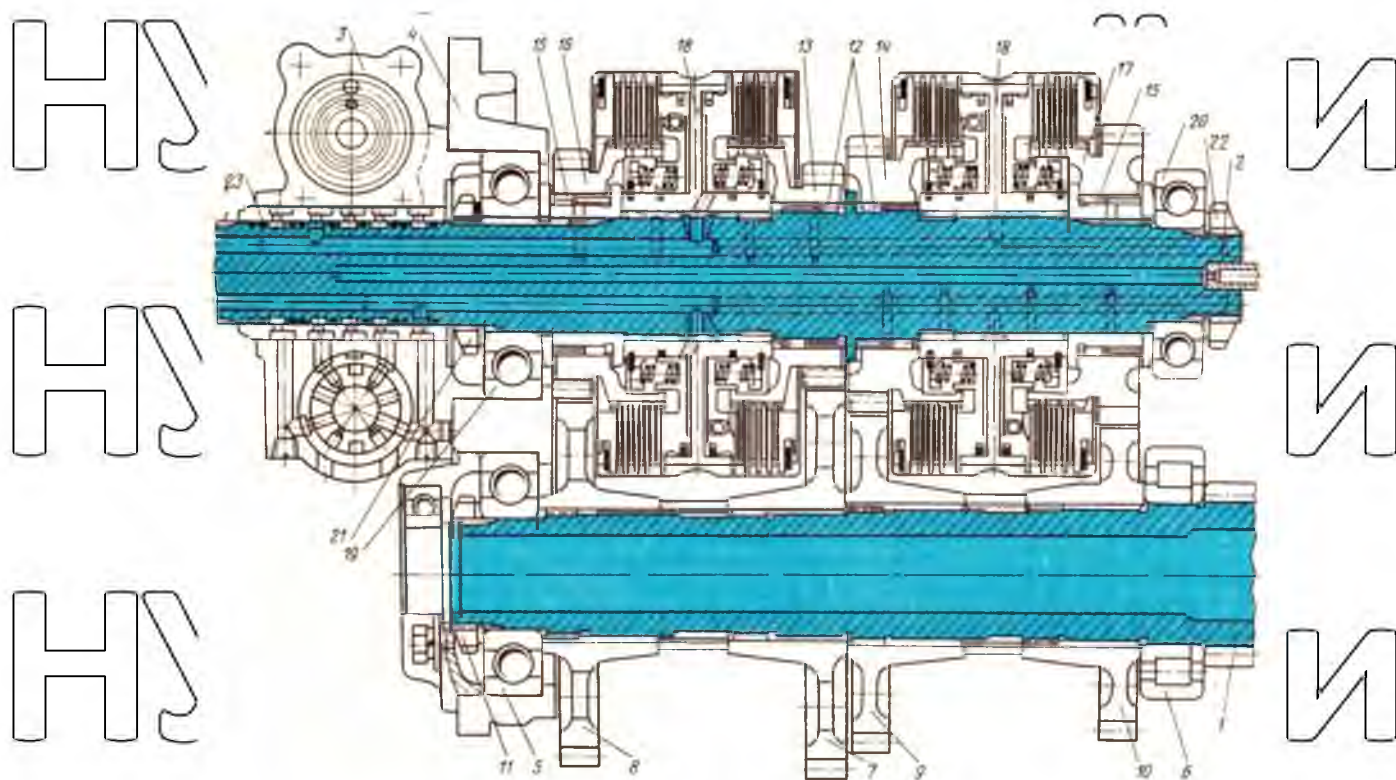


Рис. 1.3. Первинний і проміжний валі в зборі: 1 - проміжний вал; 2 - первинний вал; 3 - розподільник; 4 - стакан; 5, 19 і 20 - підшипники; 6, 12 і 15 - роликові підшипники; 7 - ведена шестерня I передачі; 8 - ведена шестерня II передачі; 9 - ведена шестерня III передачі; 10 - ведена шестерня IV передачі; 11, 21 і 22 -

гайки; 13 - ведуча шестерня I передачі; 14 - ведуча шестерня III передачі; 16 - ведуча шестерня II передачі; 17 - ведуча шестерня IV передачі; 18 - багатодискова муфта (подвійний фрикціон); 23 - кільце ущільнювальне.

Вузол передач складається з проміжного вала 1 (рис. 1.3), первинного вала 2, направляючого розподільника 3 та стакана 4.

На первинному валу встановлені на підшипниках 12 ведучі шестерні 13 I передачі і 14 III передачі, а на підшипниках 15 шестерні 16 II передачі і 17 IV передачі. На шліцах вала розміщено дві подвійні багатодискові фрикційні муфти 18. Вал 2 монтується на підшипниках 19 і 20, а вузол підшипників і передач стягують гайками 21 і 22. У канавках вала встановлені чавунні ущільнюючі кільця 23 вузла розподілу.

Механізм передач. Механізм передач (рис. 1.3) включає:

- вал первинний 26; вал проміжний 11; вал знижених передач 19;
- шестерні ведучі: 1-й передачі 7, 18; 2-й передачі - 6; 3-й передачі - 4;
- шестерні ведені: 1-й передачі 13, 17; 2-й передачі 16; 3-й передачі 22;
- шестерні приводу заднього ходу 20 і 22.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

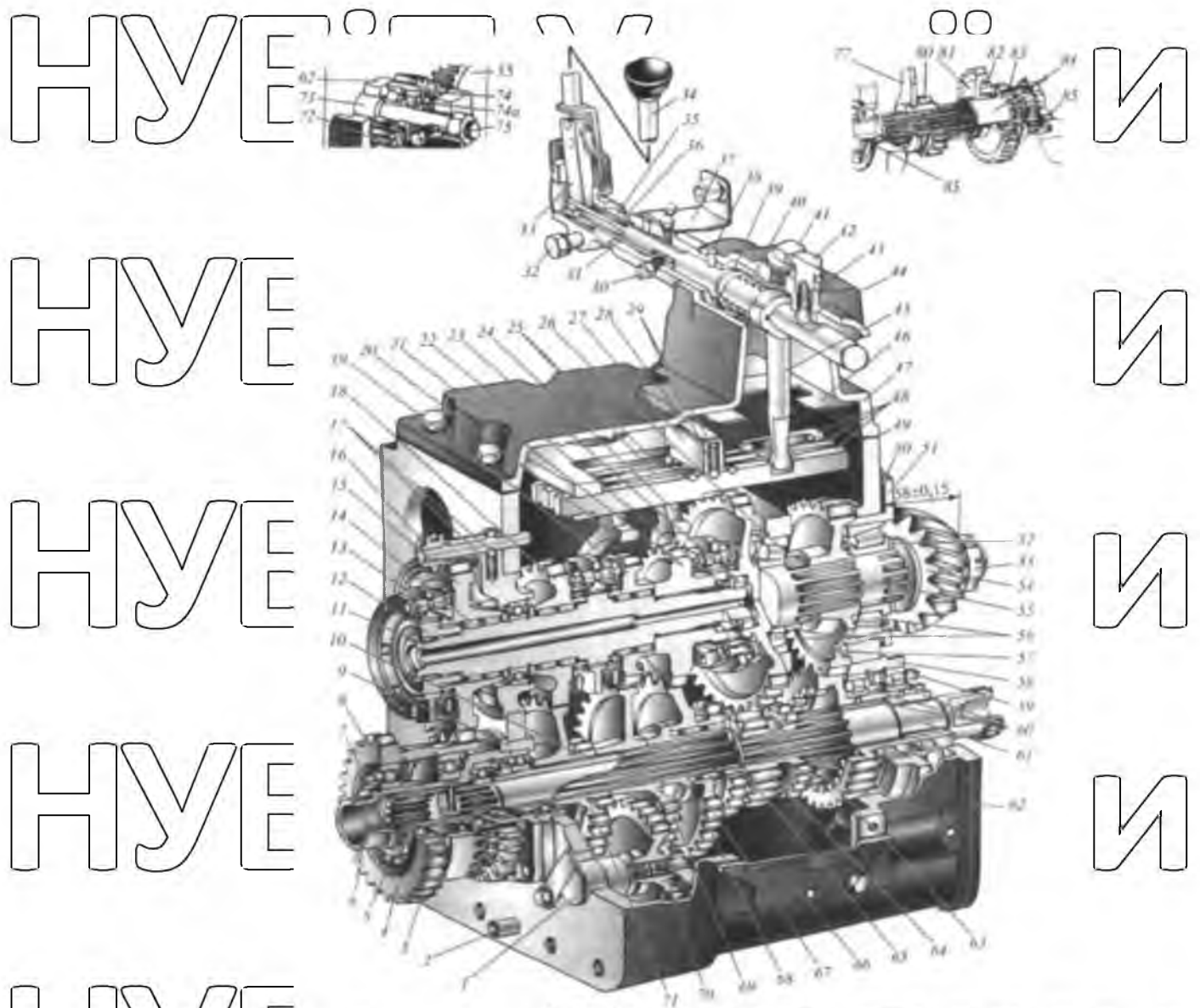


Рис. 1.8. Коробка передач синхронізована.

1 - вісь шестерні заднього ходу; 2 - штифт; 3 - з'єднувальні штифт; 4 - двухвенцовая шестерня редуктора; 5 - шліцьова втулка внутрішнього валу приводу ВВП; 6, 9, 58 - стакан; 7 - стопорне кільце; 8 - шарикопідшипник; 10 - проміжний вал; 11 - первинний вал; 12 - шліцьова втулка; 13 - синхронізатор (3шт.: в редукторі 1 шт.; в КП 2 шт.); 14 - голчастий підшипник; 15 - ведена шестерня редуктора; 16 - вилка синхронізатора редуктора; 17 - пружина і кулька фіксатора; 18 - провідна шестерня 3-й передачі; 19 - провідна шестерня 2-й передачі; 20 - вилка синхронізатора 2-й і 3-й передач;

Таблиця 1.2. Можливі несправності КП і способи їх усунення

Признаки и причини несправності	Спосіб усунення
Шумне переключення передач	
Неповне виключення муфти зчеплення (муфта веде)	Відрегулюйте муфту зчеплення
Знос конусних поверхонь синхронізаторів і шестерень	Замініть зношені деталі
Підвищений шум	
Недостаток масла в трансмісії	Долейте масло
Знос або руйнування підшипників і інших деталей трансмісії	Замініть підшипники і інші елементи

НУБІП України

НУБІП України

1.2. Технологічний процес розбирання коробки передач

Демонтаж коробки передач.

14. Розстикуйте трактор по з'єднанню: «корпус зчеплення - корпус КП» і «корпус КП - корпус заднього моста». Відєднайте КП в зборі.

НУБІП України

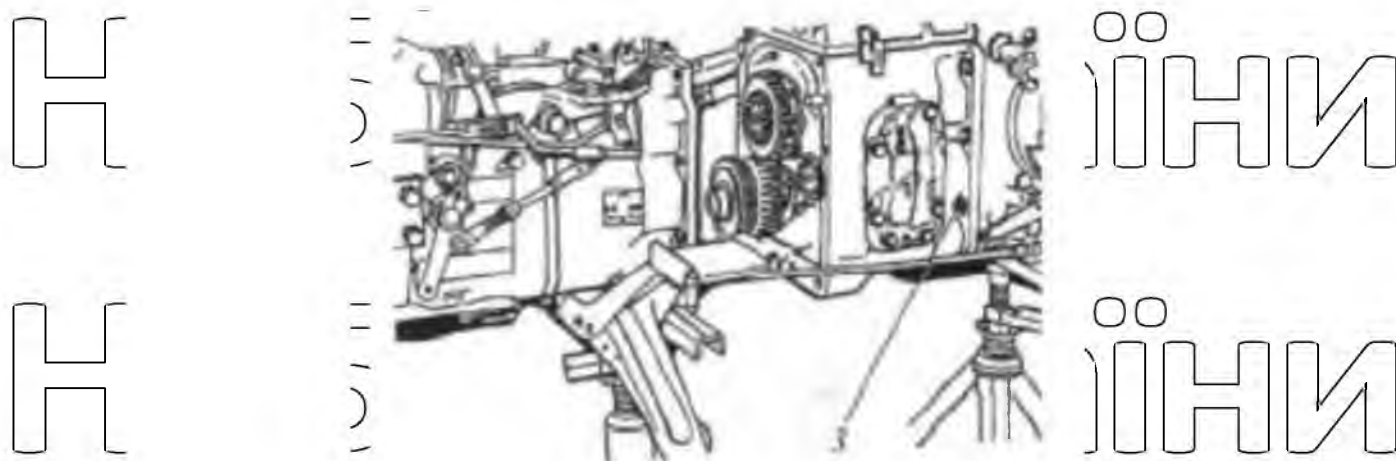


Рис. 1.11. Відеднання КП в зборі.

Коробку передач трактора МТЗ розбираємо і складаємо на розроблюваному стенді (рис. 1.8).

1. Зніміть корпус вилок в зборі з вилками і повідцем 3, відкрутивши болти 1, 2 (рис. 1.9).

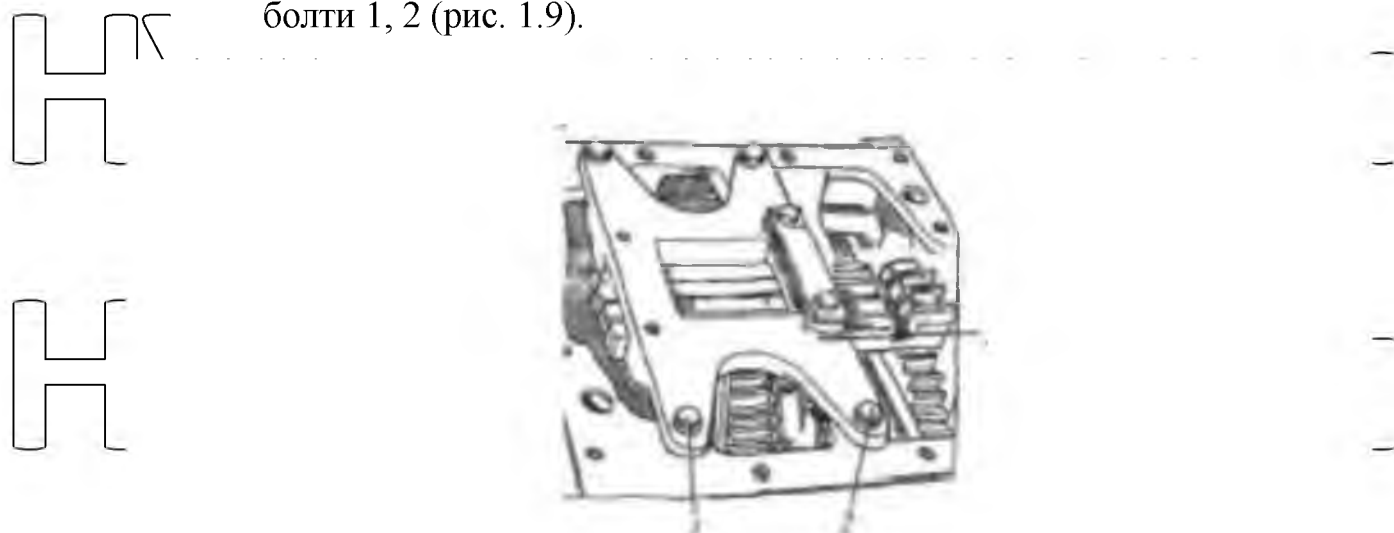


Рис. 1.12. Зняття корпусу вилок в зборі.

2. Розконтруйте і відкрутити гвинт 1, вибийте валик 3 та зніміть вилку 2 перемикавання І і ІІ ступенів редуктора (рис. 1.10).

НУБІП України

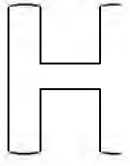
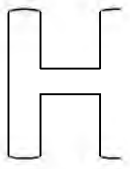


Рис. 1.13. Зняття вилки 2 перемикання I і II ступенів редуктора.



3. Зніміть стопорне кільце 1 і демонтуйте двохвінцеву шестерню 2 редуктора (мультиплікатора, реверс-редуктора) (рис. 1.11).

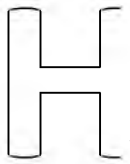
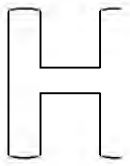
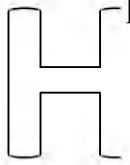


Рис. 1.14. Зняття стопорного кільця 1 і демонтаж двохвінцевої шестерні.

4. Зніміть синхронизатор 1 разом з вилкою і валиком управління (рис. 1.12).

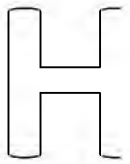
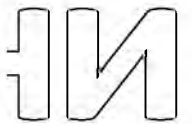
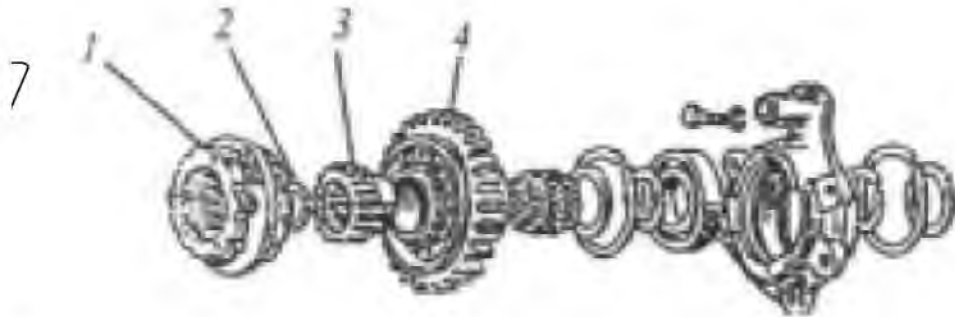
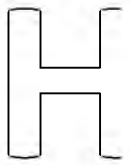


Рис. 1.15. Зняття синхронизатора разом з вилкою і валиком управління.



5. Зніміть стопорне кільце 2. За допомогою знімача зніміть шлицеву втулку 3 і шестерню 4 (рис. 1.15).
6. Вибийте штифт 1 з шлицьовій втулки і внутрішнього валу приводу ВВП за допомогою молотка і борідка (рис. 1.16).

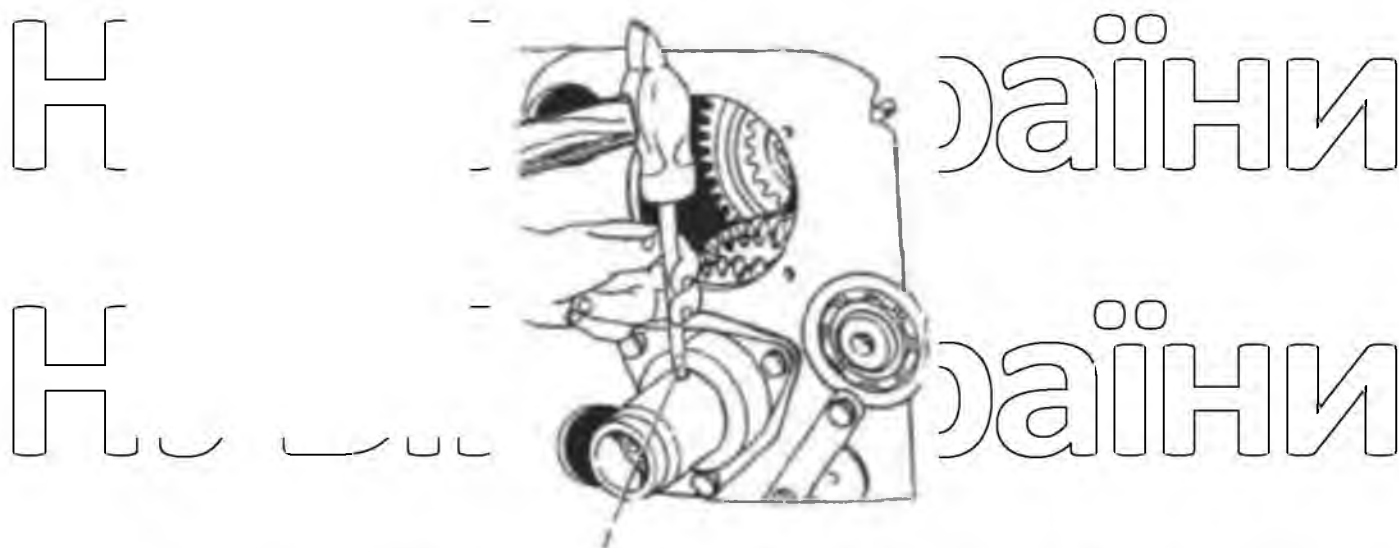


Рис. 1.16. Зняття штифта 1 з шлицьовій втулки і внутрішнього валу приводу ВВП

7. Вибийте внутрішній вал 2 приводу ВВП в напрямку до задньої поверхні тіла КП за допомогою молотка і наставки (рис. 1.17).



Рис. 1.17. Зняття внутрішнього валу 2 приводу ВВП

8. Зніміть гніздо підшипника, відкрутивши три болта.

9. Викрутіть болти і за допомогою демонтажних болтів витягніть провідну шестерню другого діапазону з підшипниками і склянкою в зборі 2 з корпусу

КП.

10. Викрутіть гайку проміжного вала 1.

11. За допомогою знімача демонтуйте проміжний вал 2 (рис. 1.18)

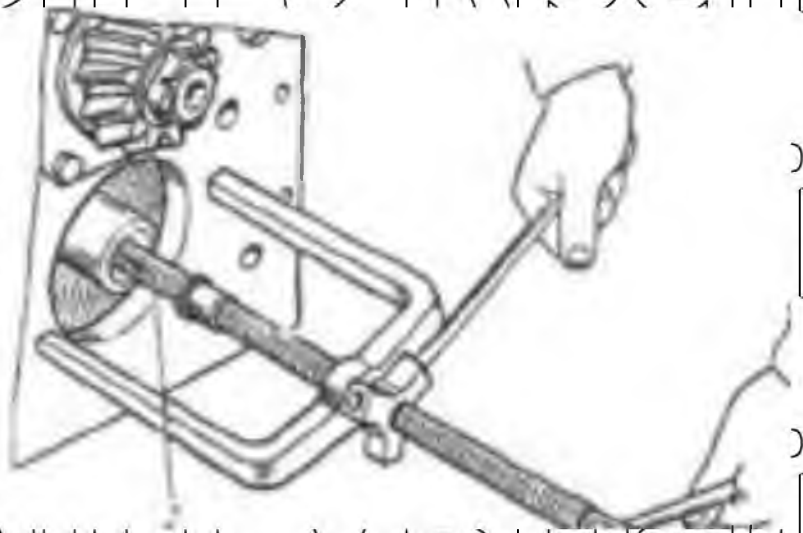
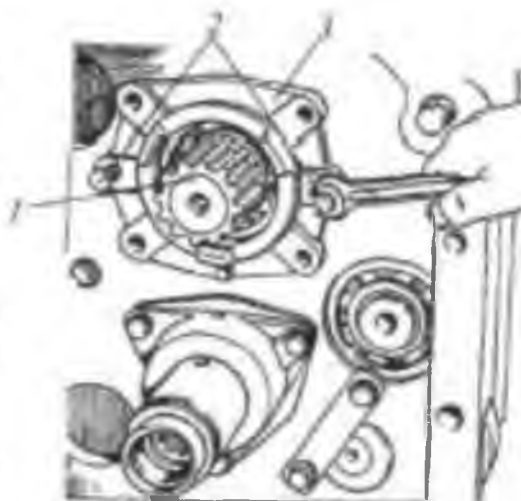


Рис. 1.18. Зняття проміжного вала.

12. Викрутіть болти кріплення стакана 3 і за допомогою демонтажних болтів 2 витягніть первинний вал 1 разом з підшипником і стаканом з корпусу

КП (рис. 1.19).



Таблиця 1.1. Діаметри шийок під підшипники і втулки

Діаметр шийки	Значення, мм	
	номінальне	граничне
Під передній підшипник	50,003... 50,03	49,92
Під задній підшипник	39,992...40,008	39,90
Під втулку проміжного вала	49,915...49,950	49,50

Шестерня ведуча II ступені редуктора КІІ.

1. Виміряйте індикатором внутрішній діаметр бронзової втулки.
2. Виміряйте індикатором внутрішній діаметр металокерамічної втулки.
3. Якщо вимірювання перевищують допустимі межі, наведені нижче, замініть втулки або шестерню.

Таблиця 1.2. Внутрішній діаметр втулки

Внутрішній діаметр втулки	Значення, мм	
	номінальне	граничне
Під шийку внутрішнього валу	36,100 ... 36,162	36,76
Під цапфу проміжного вала	50,025 ... 50,064	50,56

Шестерня 1-й передачі і заднього ходу.

2. Виміряйте індикатором внутрішній діаметр бронзової втулки.
3. Якщо вимір перевищує допустимі межі, замініть втулку або шестерню.

Номінальне значення, мм - 50,05 ... 50,025.

Граничне значення, мм - 50,20.

Стакани і гнізда підшипників.

1. Виміряйте за допомогою індикатора діаметри посадочних расточек під підшипники.

2. Якщо вимірювання перевищують допустимі межі, наведені нижче, замініть деталі.

Таблиця 1.3. Внутрішній діаметр розточки

Внутрішній діаметр розточки	Значення, мм	
	номінальне	граничне
Під підшипник первинного вала	89,975... 90,010	90,50
Під підшипн. ведучої шестерні редуктора	114,975...115,010	115,15
Під підшипник вторинного вала	109,965... 110,000	110,15
Гнізда під підшипник проміжного вала	89,975...90,010	90,06
Переднього гнізда під підшипник проміжного вала	79,979... 80,009	80,14

Ковзаючі (пересувні) шестерні.

1. Виміряйте штангенциркулем довжину зуба.

2. Якщо вимірні значення менше допустимих наведених нижче, замініть деталь.

Таблиця 1.4. Довжина головки зуба

Довжина зуба	Значення, мм	
	номінальне	граничне
Шестерня 1 ступеня редуктора	26,0...27,0	25,0
Шестерня 1-ї передачі и заднього ходу	23,0...24,1	22,0
Шестерня 3-ї передачі	37,0...38,0	36,0
Шестерні 4-ї и 5-ї передач	18,0...20,5	16,5

Вторинний вал.

1. Перевірте різбовий хвостовик вала. Якщо більше двох виступів різби зійшли, відремонтуйте або замініть вал.

2. Виміряйте діаметри шийок вала і внутрішній діаметр шестерні.

3. Якщо вимірювання виходять за допустимі межі, наведені нижче, замініть вал.

Таблиця 1.5. Вторинний вал.

Параметр	Значення, мм	
	номінальне	граничне
Діаметр шийки вала	60,002... 60,021	59,95
Діаметр шийки вала	50,002... 50,018	49,95
Розточка вторинного вала під підшипник 822707-Д	55,01... 55,04	55,12

Синхронізатор (рис. 1.27).

Візуально визначте наявність канавок на конусних поверхнях А. Канавки повинні бути чітко помітні.

Номінальна глибина кільцевих канавок 0,154 ... 0,395 мм. При стиранні канавок до розміру менше 0,10 мм замініть синхронізатор.

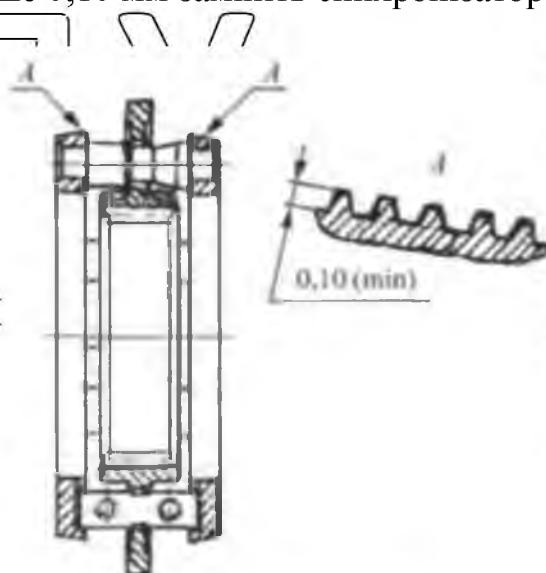


Рис. 1.27. Синхронізатор

Проведення капітальних ремонтів тракторів організується за територіальним принципом: кожне ремонтне підприємство виконує ремонти для підприємств, що розміщуються в певній територіальній зоні. Число

ремонтних підприємств та місця їх розташування залежать в основному від кількості тракторів та умов їх використання та розміщення, а також від виробничо-технічних та інших можливостей в зоні, що обслуговується.

Загальні виробничі потужності ремонтних підприємств повинні відповідати сумарним потребам агропідприємств у капітальних ремонтах тракторів та їх агрегатів. Для оцінки обсягу очікуваного ремонтного фонду

використовуються різні розрахункові методи, у тому числі і методи, засновані на застосуванні нових математичних теорій та обчислювальної техніки.

Підставою до розгляду питання о. напрямі тракторів та агрегатів у капітальний ремонт є досягнення ними встановленого доремонтного та

міжремонтного напрацювання. Затверджені норми напрацювання до капітального ремонту для тракторів та їх агрегатів вважаються мінімальними.

Організація та проведення технічного обслуговування та поточного ремонту тракторної техніки повинні забезпечувати їх перекриття. Напрямок тракторів

та агрегатів у капітальний ремонт проводиться на підставі ретельного аналізу їхнього дійсного технічного стану з урахуванням напрацювання з початку

експлуатації до або після капітального ремонту, а також витрати запасних частин. Агрегат спрямовується в капітальний ремонт тільки в тому випадку,

якщо базова та основні деталі потребують ремонту, що вимагає повного розбирання агрегату, а також якщо працездатність агрегату не може бути

відновлена поточним ремонтом або відновлення поточним ремонтом економічно недоцільно. Технічний стан та комплектність трактора та його

агрегатів при здачі в капітальний ремонт ремонтним підприємствам та при отриманні з ремонту повинні відповідати діючим єдиним технічним умовам

на здачу трактора та агрегатів у капітальний ремонт та на видачу їх після ремонту. Трактори, непридатні за технічним станом ні для подальшого

НУБІП України

використання, ні для капітального ремонту і встановлені амортизаційні терміни, що відслужили, списуються.

1.3. Задачі магістерської роботи

На основі даних комплексного аналізу технології ремонту коробки передач трактора МТЗ тягового класу 14 кН виникає цілий ряд задач, які являються вихідними матеріалами в процесі магістерської роботи.

Для виконання роботи були конкретизовані наступні задачі:

1. Проаналізувати існуючу технологію ремонту коробки передач трактора МТЗ тягового класу 14 кН;
2. Проаналізувати пошкодження деталей коробки передач трактора МТЗ тягового класу 14 кН, що виникають в процесі експлуатації тракторів;
3. Розробити технологічний процес розбирання та складання коробки передач трактора МТЗ тягового класу 14 кН;
4. Скласти схеми та карти дефектації деталей;
5. Розрахувати граничні та допустимі при ремонті спрацювання та розміри деталей;
6. Дослідити пошкодження корпусу коробки передач та розробити технологічний процес відновлення;
7. Розробити міроприємства з охорони праці при ремонтних роботах;
8. Обґрунтувати економічну доцільність ремонту коробки передач трактора МТЗ тягового класу 14 кН.

НУБІП України

РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ДЕТАЛЕЙ КОРОБОКИ ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРІВ МТЗ ТЯГОВОГО КЛАСУ 14 КН

2.1. Загальна методика

Несправності деталей машин можна розділити на три групи: зношування, механічні ушкодження і хіміко-теплові ушкодження.

Зношування. За видом зношування всі деталі можна поділити на п'ять груп.

До першої групи відносяться деталі, для яких основним фактором, що визначає їхню довговічність, є абразивне зношування (деталі ходової частини, що працюють в умовах недостатнього змащення). До другої групи відносяться деталі, що зношуються внаслідок пластичного деформування (шліцьові деталі, зубчасті колеса, муфти, маховики і т.п.).

До третьої групи відносяться деталі, що виходять з ладу внаслідок корозійно-механічного зношування (поришні, поришнєві кільця, тобто деталі, що працюють в агресивному середовищі). Четверта група, це деталі, довговічність яких лімітується границею витривалості (шатуни, пружини, болти шатунів, тобто деталі, що працюють при циклічних навантаженнях). П'ята група, це деталі, у яких довговічність залежить одночасно від зносостійкості поверхонь тертя і границі витривалості матеріалу деталей (шестерні, ЗК редукторів, коробок передач і т.п.).

Механічні ушкодження деталей. Механічні пошкодження в деталях виникають при дії на них в процесі експлуатації навантажень, що перевищують допустимі, а також внаслідок втоми матеріалу. До механічних пошкоджень належать: тріщини, пробоїни, злами і деформації (вигин, скручування, викривлення).

Найбільш небезпечними при цьому є тріщини, що можуть привести до серйозних поломок.

Тріщини можуть утворитися як у результаті ударних навантажень, так і в найбільш напружених місцях деталей (у місцях концентрації

внутрішніх напружень). Можуть також виникати втомлені тріщини в результаті тривалого впливу циклічних знакозмінних навантажень. Найчастіше вони з'являються в деталях рам, кузовах, колінчастих валах, поворотних цапфах, ресорах і багатьох інших деталях. Найчастіше

тріщини втоми розвиваються в області концентрації напружень (в отворах, в галтелях і т. п.).

Тріщини можуть бути і теплового походження в результаті внутрішніх напружень, як, наприклад, при зварюванні - гарячі і холодні тріщини, або при загартуванні.

Розміри тріщин по ширині коливаються у великих межах: від видимих неозброєним оком до мікроскопічних, які виявляють за допомогою спеціальних приладів.

Деформації виникають в деталях в результаті динамічних навантажень і спостерігаються в таких деталях, як колінчасті вали, шатуни, карданні вали, балки передніх мостів, деталі рам і кузовів і ін.

Скручування деталей виникає від впливу великого крутного моменту. Скручуванню піддаються різні вали, напіввісі і т. п.

Викришування - дефект характерний для поверхонь деталей, що піддавалися ХТО і ще відбувається внаслідок динамічних ударних навантажень у процесі експлуатації (викришування зубців зубчастих коліс). Викришування може бути також у результаті втомлених напруг, наприклад, викришування бабітового шару на вкладишах підшипників ковзання чи на бігових доріжках підшипників кочення.

Хіміко-теплові ушкодження. До таких ушкоджень відносяться: короблення, корозія, нагар (накип), електроерозійне руйнування і т. п. Короблення відбувається в результаті високих температур, що призводять до структурних змін і як наслідок появи значних внутрішніх напружень. Так, наприклад, короблення голівки циліндрів автотракторних двигунів.

Корозія – процес руйнування металів внаслідок хімічної або електрохімічної взаємодії їх з навколишнім середовищем. Результати корозії з'являються у вигляді суцільних окисних плівок або у вигляді місцевих пошкоджень (плям, раковин і ін.). Дії корозії піддаються багато деталей.

Для устаткування характерні суцільна або місцева корозії. Велику небезпеку представляє місцева (вибіркова) корозія. Оцінювати і прогнозувати процеси розвитку місцевої корозії практично неможливо, тому вона в багатьох випадках призводить до раптового виходу конструкції з ладу. Значно знижує працездатність звареної конструкції міжкристалічна корозія по лінії сплавлення.

У більшості випадків технологічне устаткування піддається одночасно механічним і хімічним впливам. У результаті спільного впливу механічного і корозійного факторів у поверхневих шарах металу відбуваються взаємозалежні явища, що сприяють активації процесів деформування, руйнування, хімічних і електрохімічних реакцій. Особливо інтенсивно процес руйнування відбувається при терті в корозійному середовищі.

Зміна фізико-механічних властивостей матеріалу деталей в процесі експлуатації автомобілів виражається найчастіше в зниженні твердості і пружних властивостей.

Зміна властивостей деталей може статися в результаті їх нагріву в процесі роботи до температури, що впливає на термообробку, а також унаслідок спрацьовування поверхневого шару, зміцненого методами хіміко-термічної обробки.

Пружні властивості деталей знижуються унаслідок втоми матеріалу, з якого вони виготовлені. Цей дефект часто виникає в таких деталях, як пружини клапанів і ресори.

Існують і інші різновиди зношування як:

- гідроабразивне зношування, що відбувається в результаті впливу на поверхню металу твердих абразивних частинок у складі технологічної рідини;

- ерозійне зношування, що відбувається внаслідок ударних впливів турбулентних струменів;

- кавітаційне зношування, що відбувається в результаті впливу на поверхню металу мікроударних навантажень, які виникають при утворенні кавітаційних порожнин і пухирців;

- електроерозійне руйнування, що виникає в результаті впливу на поверхню деталей іскрових розрядів. При такому руйнуванні електрони, що випливають з катода, вибивають з поверхні деталі (анода) частки металу, які розсіюються в навколишньому середовищі. Такі ушкодження виникають на електродах свіч, на контактах ел. приладів (переривачів, розподільників та ін.).

2.2. Аналіз технічного стану деталей коробки передач тракторів МТЗ тягового класу 14 основні дефекти способи їх виявлення, прилади та оснащення

Ця інформація використовується для визначення об'ємів виготовлення нових деталей і відновлення тих, що були в експлуатації, а також проектування технологічних процесів їх відновлення, розробки проектів спеціалізованих по відновленню дільниць.

Результати представлені на рисунку 2.1 та таблиці 2.1

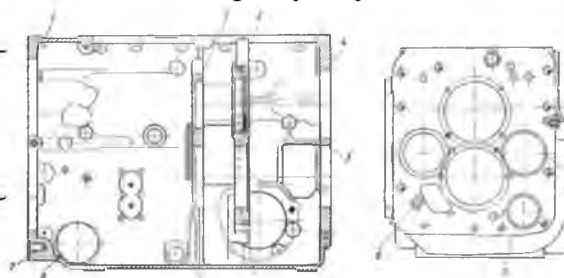


Рис. 2.1. Корпус 80-170T025. Схема дефектів. Матеріал СЧ 20; маса 145 кг; твердість — 170...241 НВ

Таблиця 2.1 - Корпус коробки передач. Карта дефектації.

Контрольовані дефекти		Розміри, мм.		Способи і засоби контролю	
Дефект	Назва	За кресленням	Допустимі	Назва Означення	Висновок
1	2	3	4	5	6
-	Пошкодження різи		Вмятини, забоїни, викривлення, зрив більше 2-х витків не допускаються	Огляд	Відновлювати
1	Знос поверхні отвору під стакан	$316^{+0,057}$	316,08	нутромір індикаторний НИ 250-400-2 ГОСТ 868-72	Відновлювати
2	Знос поверхні під підшипник 309К	$100^{+0,01}_{-0,025}$	100,05	нутромір індикаторний НИ 100-160	Відновлювати
3	Знос поверхні під підшипник 7310	$110^{-0,024}_{-0,059}$	110,02	нутромір індикаторний НИ 100-160	Відновлювати
4	Знос поверхні під стакан підшипника У7712М	$138^{+0,040}$	138,08	нутромір індикаторний НИ 100-160	Відновлювати
5	Знос поверхні під кулькопідшипник 50215А	$130^{+0,012}_{-0,028}$	130,03	нутромір індикаторний НИ 100-160	Відновлювати
6	Знос поверхні під роликпідшипник 92514М	$125^{+0,012}_{-0,028}$	125,03	нутромір індикаторний НИ 100-160	Відновлювати
7	Знос поверхні отвору під штифт (дефектувати при ослабленні посадки)	$14^{-0,016}_{-0,034}$	14,00	нутромір індикаторний НИ 10-18	Відновлювати
8	Знос поверхні під поводки	$20^{+0,073}_{+0,040}$	20,20	нутромір індикаторний НИ 18-50	Відновлювати
9	Знос поверхні під роликпідшипники 12507КМ	$72^{+0,009}_{-0,021}$	72,03	нутромір індикаторний НИ 50-100	Відновлювати

Продовження таблиці 2.1

10	Знос поверхонь під підшипник 309К	$100^{+0,01}_{-0,025}$	100,05	нутромір індикаторний НИ 100-160	Відновлювати
11	Знос поверхонь під підшипники 6-50306К і 207К5	$72^{+0,015}$	72,03	нутромір індикаторний НИ 50-100	Відновлювати

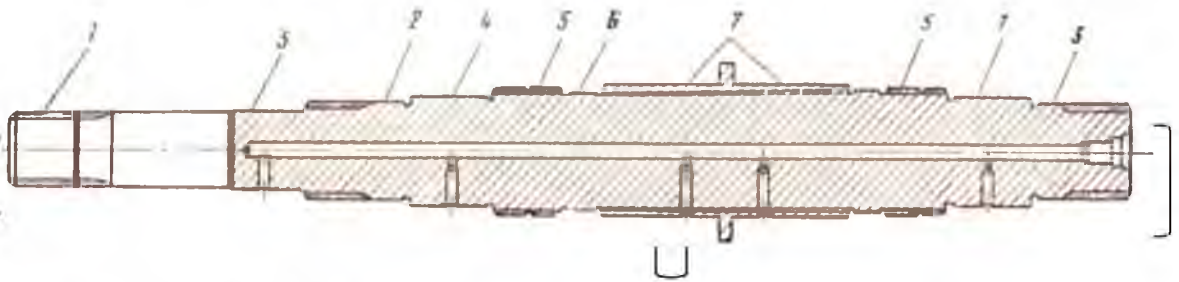


Рис. 2.2. Вал 80С-1701032. Матеріал — сталь 25ХГТ; маса — 8,25 кг; твердість — 59...65 НRC (поз. 1,5), 170...241 НВ (поз. 3, 4, 7), 56 НRC (решта поверхонь). Схема дефектів.

Таблиця 2.2 - Вал 80С-1701032. Карта дефектації.

Контрольовані дефекти		Розміри, мм.		Способи і засоби контролю	Висновок
Дефект	Назва	За кресленням	Допустимі	Назва Означення	
1	2	3	4	5	6
-	Пошкодження різи	Вмятини, забоїни, викривлення, зрив більше 2-х витків не допускаються		Огляд	Відновлювати
1	Знос шлицев по товщині	5,226	4,62	Калібр 0.10 мм	Відновлювати

Продовження таблиці 2.2

1	2	3	4	5	6
2	Знос поверхні під втулку	$37,5^{+0,025}_{-0,050}$	37,32	Скоба або мікрометр МК 50-2	Відновлювати
3	Знос поверхонь під підшипники 309К	$45^{+0,013}_{+0,002}$	44,98	Скоба або мікрометр МК 50-2	Відновлювати
4	Знос поверхонь під підшипники 664910E	$52_{-0,019}$	51,94	Скоба або мікрометр МК 75-2	Відновлювати
5	Знос шліцев по товщині	4,181	3,60	Калібр 0,60 мм	Відновлювати
6	Знос поверхні під втулку	$56^{+0,117}_{+0,087}$	55,83	Скоба або мікрометр МК 75-2	Відновлювати
7	Знос поверхні під підшипник 664913E	$52_{-0,019}$	51,96	Скоба або мікрометр МК 75-2	Відновлювати

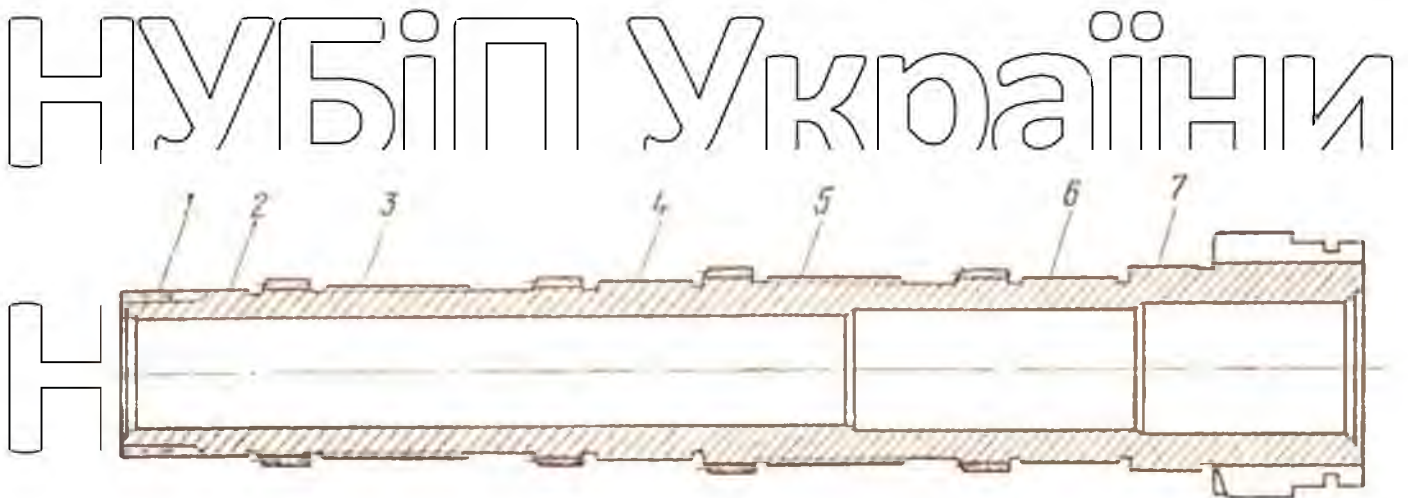


Рис. 2.3. Вал проміжний 80С-1701182. Матеріал сталь 25ХГТ, маса — 6,45 кг; твердість — Т56) ...229 НВ (поз. 1, 2), 57 ... 64 НРС (поз. 2, 7), 47 НРС (решта поверхонь)

Таблиця 2.3 - Вал проміжний 80-1701182. Карта дефектації.

Контрольовані дефекти		Розміри, мм.		Способи і засоби контролю	
Дефект	Назва	За кресленням	Допустимі	Назва Означення	Висновок
1	2	3	4	5	6
-	Пошкодження різи	Вмятини, забоїни, викривування, зрив більше 2-х витків не допускаються		Огляд	Відновлювати
1	Знос поверхні під підшипник 311A	$55^{+0,018}_{+0,002}$	54,96	Скоба або мікрометр МК 75-2	Відновлювати
2	Знос поверхні під шестерню	$55^{+0,117}_{+0,087}$	60,00	Скоба або мікрометр МК 75-2	Відновлювати
3	Знос поверхні під шестерню	$60,2^{+0,117}_{+0,087}$	60,25	Скоба або мікрометр МК 75-2	Відновлювати
4	Знос поверхні під шестерню	$65^{+0,117}_{+0,087}$	65,00	Скоба або мікрометр МК 75-2	Відновлювати
5	Знос поверхні під шестерню	$65,2^{+0,117}_{+0,087}$	65,25	Скоба або мікрометр МК 75-2	Відновлювати
6	Знос поверхні під підшипник 92514M	$70^{+0,021}_{+0,002}$	69,96	Скоба або мікрометр МК 75-2	Відновлювати

Перевірка деталей коробки передач,
Підшипники кочення

Послідовність контролю повністю очищених від забруднень підшипників повинна бути наступною: зовнішній огляд, вимірювання діаметрів внутрішнього і зовнішнього кілець, вимірювання радіального зазору (для кулькових і роликів радіальних підшипників) і монтажної висоти (для роликів конічних підшипників).

Не допускаються тріщини, викришування, лушення металу, кольори мінливості, відбитки (лунки), раковини, корозія, забоїни і подряпини на доріжках кілець і тілах кочення, відсутність або ослаблення заклепок, тріщини, вм'ятини і забоїни на сепараторі, що перешкоджають плавному обертанню зовнішнього кільця підшипника щодо внутрішнього.

Допускаються на посадочних поверхнях зовнішнього і внутрішнього кілець подряпини і риски, на доріжці кочення кілець і тілах кочення - наявність матових поверхонь, на сепараторі - місцеві вм'ятини, що не перешкоджають плавному обертанню зовнішнього кільця відносно внутрішнього.

Шестерні

Дефектацію шестерень виконують відповідно до технічних вимог. Послідовність контролю повністю очищених від заоруджень шестерень повинна бути наступною: зовнішній огляд, визначення площі викришування на зубах, вимір зносу зубів по довжині (для непостійно замкнених шестерень), по товщині і конусності, вимірювання зносу ширини западини і кільцевого паза, зносу ступиці із внутрішнього та зовнішнього діаметрів

Площа викришування робочої поверхні зуба (рис. 2.7) допускається не більше 15% від загальної площі зуба. При цьому загальну площу зуба \wedge заг визначається множенням висоти зуба на його довжину. Площа викришених поверхні зуба визначають множенням довжини на ширину, на якій можуть розташуватися всі викришені ділянки, наявні на робочій поверхні зуба, якщо їх розташувати впритул.

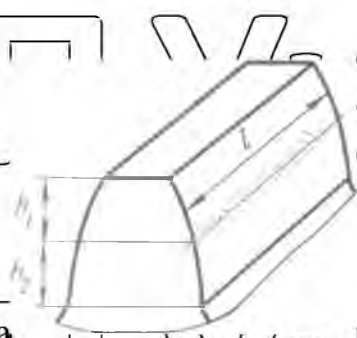


Рис. 2.7. Схема визначення площі викришування робочої поверхні і довжини зубів:

	Дефект № 2	Корпус	0,035
		Підшипник	0,028
	Дефект № 3:	Корпус	0,035
		Підшипник	0,025
	Дефект № 4:	Корпус	0,04
		стакан підшипника	0,025
	Дефект № 5:	Корпус	0,04
		Підшипник	0,025
	Дефект № 6:	Корпус	0,040
		Підшипник	0,025
	Дефект № 7:	Корпус	0,018
		штифт	0,020
	Дефект № 8:	Корпус	0,033
		Поводки	0,015
	Дефект № 9:	Корпус	0,040
9		Підшипник	0,025
	Дефект № 10:	Корпус	0,040
		Підшипник	0,025
	Допуск посадки:		
10	Дефекти № 1,2,3,4,5,6,8,9,10		0,065
	Дефект № 7		0,020
	Дефект № 8:		0,080
	Шорсткість поверхні:		0,050
11	Дефекти № 1,2,3,4,5,6,8,9,10		Rz 20
	Дефект № 7		Rz 10
	Дефект № 8:		Rz 10
	Твердість поверхні		HB 170...241
12	Ведучий процес спрацювання		Мелано-хімічне,
	робочих поверхонь:		окислювальне

2.4. Дослідження ремонтного фонду деталей

Дослідження ремонтного фонду деталей проводять, застосовуючи методи математичної статистики, так як їх пошкодження відносяться до категорії випадкових величин. На базі співставлення допустимих при ремонті і фактичних розмірів спрацьованих поверхонь встановлюємо технічний стан деталей. При дослідженні ремонтного фонду деталей для найбільш повного відображення інформації про їх технічний стан дослідження проводимо для 25 деталей.

1. Досліджуємо технічний стан деталей для дефекту № 2 (Знос поверхні отвору під підшипники 309).

Результати заносимо в таблицю 2.11.

Таким чином, за результатами розрахунків розподіл деталей слідуєчий

Придатних — 7 шт.

На відновлення — 18 шт.

На вибраковування — 0 шт.

Технічний стан деталей, які надходять у ремонт, оцінюється коефіцієнтами придатності ($K_{пр}$), відновлення ($K_{в}$) і змінності ($K_{з}$). Ці коефіцієнти характеризують відповідно, кількість деталей, які придатні до подальшої експлуатації, потребують відновлення чи заміни із загальної кількості деталей, які надходять в ремонт. [7]

За отриманими результатами досліджень технічного стану деталей

для дефекту № 1 розраховуємо коефіцієнти придатності, відновлення

та змінності за формулами:

$$K_{пр} = n_{пр} / N = 7 / 25 = 0,28, \quad (2.3.1.)$$

$$K_{в} = n_{в} / N = 18 / 25 = 0,72, \quad (2.3.2.)$$

$$K_{з} = n_{з} / N = 0 / 25 = 0,0, \quad (2.3.3.)$$

де $n_{пр}$ — кількість придатних деталей;

$n_{в}$ — кількість деталей, що підлягають відновленню;

$n_{з}$ — кількість деталей, що підлягають вибраковуванню;

N — загальна кількість досліджуваних деталей.

$$\delta_{\text{зм}} = \delta_{\text{п}} - 0,5 \cdot A = 0,02 - 0,5 \cdot 0,02 = 0,01 \text{ мм}, \quad (2.3.5.)$$

де $\delta_{\text{п}}$ – значення початку першого інтервалу,
 A – величина одного інтервалу.

Визначення середнього значення величини зносу, середньо-кватратичного відхилення (δ та σ). При $N > 25$ та при наявності статистичного ряду відповідно:

$$\delta = \sum \delta_{ic} \cdot P_i \quad (2.3.6.)$$

де δ_{ic} – значення середини i – го інтервалу

$$\sigma = \sqrt{\sum (\delta_{ic} - \delta)^2 \cdot P_i} \quad (2.3.7.)$$

Отримуємо

$$\delta = 0,03 \cdot 0,08 + 0,05 \cdot 0,20 + 0,07 \cdot 0,40 + 0,09 \cdot 0,28 + 0,11 \cdot 0,04 = 0,070 \text{ мм}$$

$$\sigma = \sqrt{(0,03 - 0,07)^2 \cdot 0,08 + (0,05 - 0,07)^2 \cdot 0,20 + (0,07 - 0,07)^2 \cdot 0,40 +$$

$$+ (0,09 - 0,07)^2 \cdot 0,28 + (0,11 - 0,07)^2 \cdot 0,04} = 0,019 \text{ мм}$$

Визначення коефіцієнта варіації. Коефіцієнт варіації представляє собою відносну (безрозмірну) характеристику розсіяння показників надійності більш зручну при виборі і оцінці теоретичного закону розподілу, чим середньо-кватратичне відхилення σ . Коефіцієнт варіації визначається за

формулою:

$$v = \sigma / (\delta - \delta_{\text{зм}}) = 0,019 / (0,07 - 0,01) = 0,32 \quad (2.3.8.)$$

Всі розрахунки із формулами і числовими значеннями приведені в додатку 1. [18]

Для підвищення точності розрахунків показників надійності дослідну інформацію вирівнюють (заміняють) теоретичним законом розподілу.

Оскільки $0,3 < v < 0,5$, то обираємо закон нормального розподілу.

Всі дані зводяться до таблиці 2.12.

Таблиця 2.11. - Статистичний ряд інформації про знос поверхонь отворів під шарикоподшипники 309К.

№ інт.	Інтервали, Мм	Середина, мм	Частота, m_i	Дослідна ймовірність, P_i	Накопичена ймовірність, $\sum P_i$
1	0,02...0,04	0,03	2	0,08	0,02
2	0,04...0,06	0,05	5	0,20	0,28
3	0,06...0,08	0,07	10	0,40	0,68
4	0,08...0,10	0,09	7	0,28	0,96
5	0,10...0,12	0,11	1	0,04	1,00

Всі розрахунки із формулами і числовими значеннями приведені в

додатку

Таблиця 2.12. - Показники технічного стану ремонтного фонду

Назва показника	Одиниці вимірювання	Значення
1 Коefіцієнти :		
Придатності		0,28
Відновлення		0,72
Змінності		0,0
2 Границі зміни пошкодження	мм	0,10
3 Середнє значення величини зносу	мм	0,070
4 Середнє квадратичне відхилення	мм	0,019
5 Коefіцієнт варіації		0,32
6 Теоретичний закон розподілу		ЗНР

На основі отриманих даних досліджень та проведених розрахунків будемо гістограму та полігон.

НУ

НУ

НУ

НУ

НУ

НУ

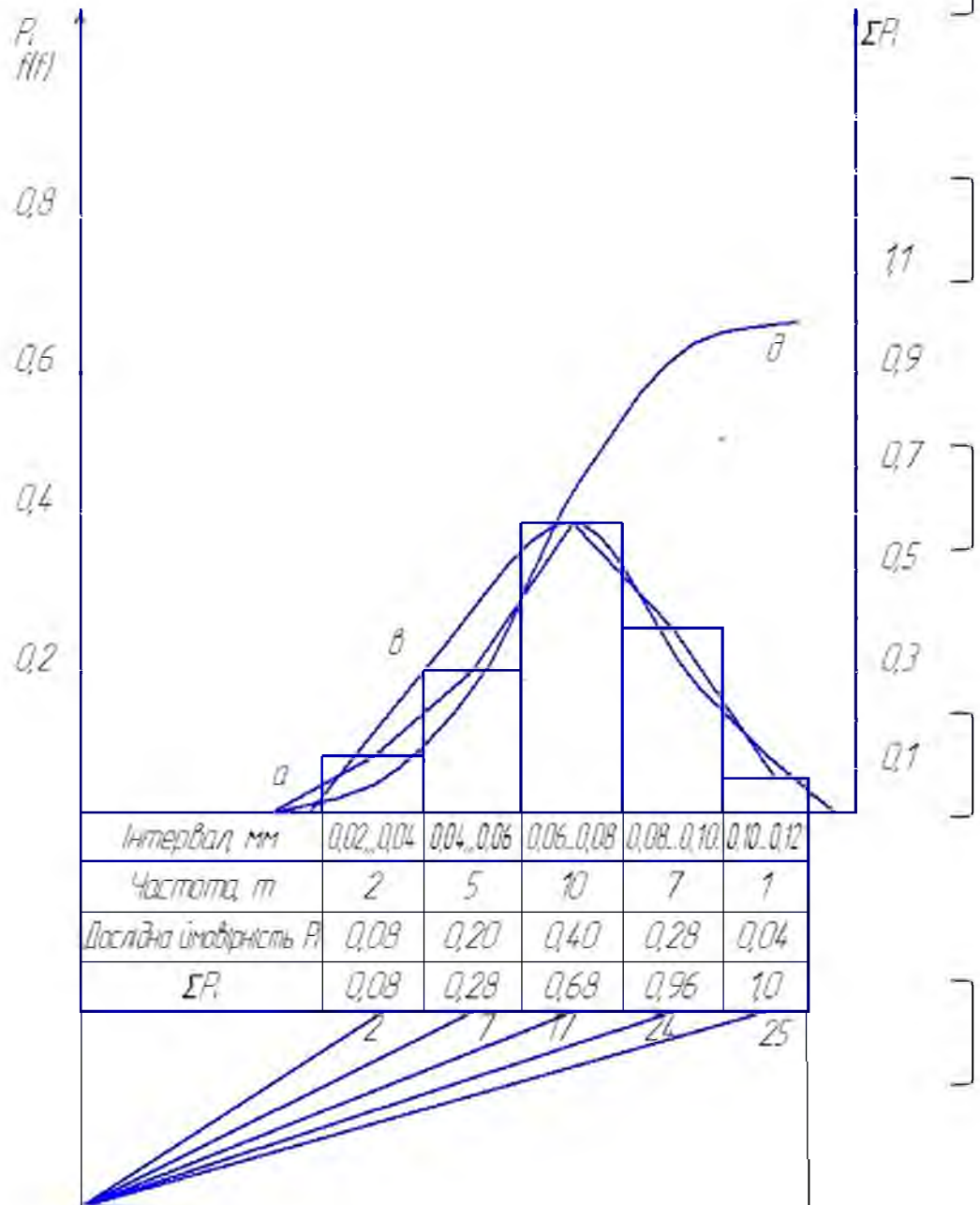


Рис. 2.13. Схема обробки інформації про знос поверхонь отворів корпусу коробки передач під підшипники 309К.

НУБІП України

3. ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДНОВЛЕННЯ КОРОБКИ ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРІВ МТЗ ТЯГОВОГО КЛАСУ 14 КН

3.1. Розробка технологічного процесу відновлення корпусу коробки передач

Проектування технологічного процесу відновлення деталей проводять в наступній послідовності:

- А) розробляємо ремонтне креслення на задану деталь;
- Б) розробляємо технологічний процес відновлення.

Ремонтне креслення зношеної деталі розробляють згідно до вимог ГОСТ 2604-68 та ОСТ 70009006 (16).

На ремонтному кресленні наводяться види дефекту, коефіцієнт повторно сті пошкоджень, раціональні способи і технологічний маршрут відновлення.

Обгрунтовуються технологічні бази, що використовуються при відновленні. В якості основних об'єктів проектування в галузі відновлення деталей виступають деталь і технологічний процес відновлення. У силу того, що відновлення деталей носить комплексний характер, необхідний системний підхід. Деталь як об'єкт проектування відповідає усім вимогам поняття системи, тобто має цілісність і складається з взаємозалежних частин. Цими частинами є опорні, поверхні тертя, закріплювальні, сполучні та інші поверхні, між якими існують визначені відношення. Наприклад, співвідношення між шорсткістю і відхиленням форми циліндричності.

Деталь як система може поділятися на підсистеми і на структурні складові (елементи). Кількість структурних складових залежить від типу і складності конструкції деталі, її службового призначення. Ієрархічну структуру деталі можна показати на прикладі ведучого вала шестерні. У даному випадку першочергове значення для визначення стану всієї системи

мають поверхні, що спряжені.

Місцеве (безвanne) електролітичне нарощування.

Товщина гальванічних покриттів на поверхні деталі зазвичай виходить нерівномірною. Причиною цього є незадовільна здатність електролітів, що розсіює. Під розсіювальною здатністю електроліту розуміють його властивість забезпечувати одержання рівномірних по товщині покриттів на деталях. Чим вище здатність електроліту, що розсіює, тим більш рівномірними по товщині виходять покриття на деталях. Розсіювальна здатність електроліту залежить від ступеня рівномірності розподілу електричних силових ліній, що йдуть від анода до катода.

Ці силові лінії розподіляються нерівномірно в обсязі електроліту, а концентруються на краях катода і частинах, що його виступають (рис. 3.1). На тих ділянках катода, де силових ліній більше, щільність струму буде вищою і, отже, товщина покриття буде найбільшою. Розсіювальна здатність електроліту може бути підвищена за рахунок зміни складу електроліту. Електроліти з малою концентрацією основної солі мають більш високу розсіювальну здатність. Більш рівномірне по товщині покриття може бути отримано: при застосуванні фігурних анодів, що копіюють форму деталі; за рахунок раціонального розміщення анодів щодо катода, постановкою додаткових катодів та токонепровідних екранів

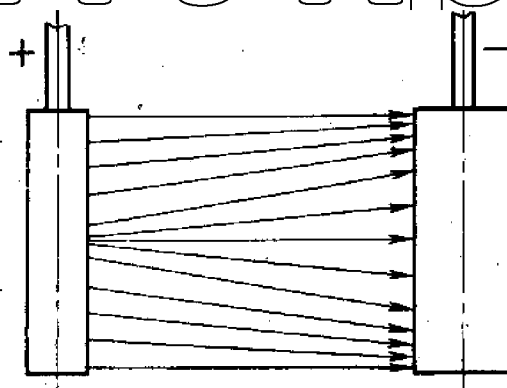


Рис. 3.1.

Розподіл силових ліній

в електроліті

Великий вплив на рівномірність розподілу покриття на поверхні деталі надає число анодів та їх розташування щодо катода (рис. 3.2)

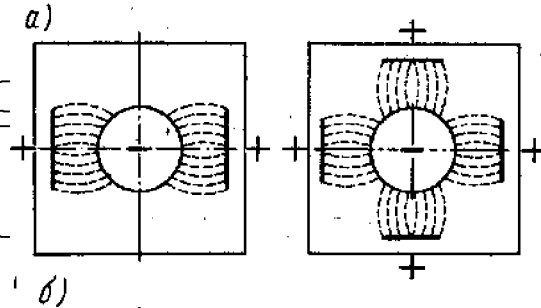


Рис. 3.2. Вплив розташування анодів на розподіл силових ліній (а) та товщину шару покриття (б).

Крім розсіювальної здатності, розрізняють ще так звану криючу здатність електроліту, під якою розуміють властивість електроліту забезпечувати отримання покриття на поглиблених частинах деталей, незалежно від його товщини. Криюча здатність електроліту переважно визначається його концентрацією. Зі збільшенням концентрації основної солі в електроліті криюча здатність покращується. Металеві покриття, одержані в тальванічних ваннах, мають кристалічну будову. Однак їх кристалічна решітка значною мірою спотворена.

Причиною цього є великі внутрішні напруги та використання водню, що виділяється на катоді. Такий стан структури електролітичного металу зумовлює його властивості, які значно відрізняються від властивостей литого металу.

Металеві покриття, отримані методом електролізу, мають, як правило, високу твердість і крихкість. У покриттях мають місце, дуже значні внутрішні напруги, які негативно позначаються на міцності втомі деталей. На величину внутрішніх

напруг та інші властивості покриттів великий вплив надають режим їх нанесення та склад електроліту.

Змінюючи режим електролізу та склад електроліту, можна керувати якістю гальванічних покриттів.

Технологічний процес нанесення гальванічних покриттів

Процес нанесення покриттів на деталі включає три групи операцій: підготовку деталей до нанесення покриття, нанесення покриття та обробку деталей після покриття. Підготовка деталей до покриття включає такі операції:

механічну обробку поверхонь, що підлягають нарощуванню; очищення деталей

від оксидів та попереднє знежирення; монтаж деталей на підвісний пристрій;

ізоляцію поверхонь, що не підлягають покриттю, знежирення деталей з подальшим промиванням у воді, анодну обробку (декапування). Попередня

механічна обробка деталей має на меті надати відновлюваним поверхням

правильну геометричну форму. Проводиться ця обробка відповідно до

рекомендацій з механічної обробки відповідного матеріалу. Очищення деталей

від оксидів з метою позбавлення поверхні проводять шляхом обробки шліфувальною шкіркою або м'якими колами з полірувальною пастою.

Попереднє знежирення деталей проводять шляхом промивання в

розчинниках (уайт-спірит, дихлоретан, бензин та ін). При монтажі деталей на

підвісне пристосування необхідно забезпечити надійний їх електричний контакт з струмопідвідною штангою, сприятливі умови для рівномірного розподілу

покриття по поверхні деталі і для видалення бульбашки водню, що виділяються

при електролізі. Для захисту поверхонь, що не підлягають нарощуванню,

застосовують: цапон-лак у суміші з нітросмалто у співвідношенні 1:2, наносячи його у кілька шарів при пошаровому сушінні на повітрі, чохли з

поліхлорвінілового пластикату товщиною 03-05 мм; різні футляри, втулки,

екрани, виготовлені з неелектропровідних кислотостійких матеріалів (ебоніт,

текстоліт, вініпласт тощо). Остаточне знежирення деталей, що підлягають

нарощуванню, найчастіше проводять шляхом електрохімічної обробки в лужних розчинах наступного складу: їдкий натр - 10 кг/м³, сода кальцинована - 25, тринатріїфосфат - 25, емульгатор ОП-7 3-5 кг/м³. Режим знежирення: температура розчину 70-80 °С, щільність струму 5-10 А/дм², тривалість процесу 1-2 хв. Деталі при знежиренні електрохімічного завішують на катодну штангу.

При електролізі на поверхні деталі виділяється водень, який механічно зриває жирову плівку і таким чином прискорює процес омилення та емульгування жирів. Щоб уникнути наводорожування поверхні деталі наприкінці процесу знежирення змінюють полярність на зворотну протягом 0,2—0,3 хв обробляють деталі на аноді.

Деталі простої форми можна знежирювати також шляхом прогирання кашкою віденського вапна, що складається з суміші окису кальцію і окису магнію з добавкою 3% кальцинованої соди і 1,5% їдкого натру. Цю суміш розводять водою до пастоподібного стану та наносять на деталі волосяними кистями. Після знежирення деталі промивають у гарячій, а потім у холодній воді. Суцільна, без розривів, плівка води на знежиреній поверхні свідчить про хорошу якість видалення жирів. Декапування (анодну обробку) виробляють для видалення найтонших окисних плівок з поверхні деталі та забезпечення

найбільш міцного зчеплення гальванічного покриття з підкладкою. Ця операція безпосередньо передє нанесенню покриття. При хромуванні анодну обробку виробляють переважно електроліт. Деталі завішують у ванну для хромування і

для прогріву витримують 1-2 хв без струму, а потім піддають обробці на аноді протягом 30-45 с при анодні щільності струму 25-35 А/дм². Після цього, не виймаючи деталі з електроліту, перемикають їх на катод і наносять покриття.

При залишанні (залізни) декапування також проводять шляхом анодної обробки деталей у спеціальній ванні з 30%-ним водним розчином сірчаної кислоти протягом 2-3 хв, при температурі 18-25 °С і анодної щільності струму для сталевих деталей 60-70 А/дм², для чавунних 10-15 А/дм² і для деталей з

алюмінієвих сплавів 100-120 А/дм². У ряді випадків перед декапуванням деталі, що залишаються, піддають анодному травленню. Анодному травленню перед декапуванням підлягають деталі, що не піддавалися механічній обробці. Травлення в цьому випадку проводиться в спеціальній ванні з хлористим електролітом для залишення при температурі 70-80 ° С, анодної щільності струму 20 А/дм² протягом 1-2 хв для чавунних деталей і при 10-100 А/дм² течія 1-5 хв для сталевих деталей.

Деталі з алюмінієвих сплавів рекомендується піддавати хімічному травленню в 20% розчині соляної кислоти при кімнатній температурі протягом 1-1,5 хв. Після травлення деталі промивають у холодній воді і тільки після цього декакують. Після завершення декапування деталі, що підлягають залишенню, промивають у холодній воді, а потім у гарячій при температурі 50—60°С, де їх одночасно підігрівають до температури, близької до температури електроліту для залишення. Підігріті деталі завантажують у ванну для залишення і після витримки протягом 10-20 с включають струм.

Нарощування покриття спочатку протягом 2-5 хв ведуть при катодній щільності струму 1-5 А/дм², а потім поступово (протягом 2-10 хв) підвищують щільність струму до величини, встановленої режимом. Обробка деталей після нанесення покриття включає такі операції: нейтралізацію деталей від залишків електроліту; промивання деталей у холодній та гарячій воді; демонтаж деталей з підвісного пристосування та видалення ізоляції; сушіння деталей, термічну обробку (при необхідності); механічне оброблення деталей до необхідного розміру.

Цей порядок виконання заключних операцій зберігається при нанесенні покриттів з електролітів, проте конкретні процеси мають деякі особливості.

Так, якщо деталі піддавалися хромуванню, то їх спочатку промивають у ванні з дистильованою водою (для уловлювання електроліту), а потім - в проточній воді, після чого занурюють на 0,5-1 хв в 3-5%-ний розчин кальцинованої соди

(для нейтралізації залишків електроліту) та остаточно промивають у теплій воді. Потім деталі знімає з підвісних пристроїв, видаляють з них ізоляцію і сушать у сушильній шафі при температурі 120-130°С. У деяких випадках для

зняття внутрішньої напруги в хромових покриттях деталі проходять

термообробку з нагріванням до 180-200 °С в масляній ванні і витримкою при

цій температурі протягом 1-2 год. Після залишення деталі промивають у

гарячій воді, потім піддають нейтралізації від залишків електроліту в 10%-ному розчині каустичної соди при температурі 70-80 °С протягом 5-10 хв, після чого

знову промивають у гарячій воді і демонтують з підвісних пристроїв

Осталювання (залізнення) деталей.

Осталюванням називається процес отримання твердих зносостійких слівних покриттів з гарячих хлористих електролітів. Процес осталювання

застосовується у ремонтному виробництві головним чином з метою компенсації

зношування деталей. У порівнянні з процесом хромування він має наступні

переваги високий вихід металу по струму, що досягає 85-90% (в 5-6 разів вище,

ніж при хромуванні), велику швидкість нанесення покриття, яка при веденні

процесу в стаціонарному електроліті досягає 0,3-0,5 мм/год (в 10-15 разів вище,

ніж при хромуванні), високу зносостійкість покриття (не нижче ніж у сталі 45

загартованої) - можливість отримання покритті з твердістю $H = 2000-6500$ МПа

товщиною 1-1,5 мм і більше; застосування простого та дешевого електроліту. Ці

переваги процесу залишення пояснюють його широке застосування у практиці

ремонту

Сутність цього способу полягає в тому, що на деталі в потрібному місці за

допомогою пристосовування створюють місцеву ванночку і проводять

нарощування (рис. 3.1).

Місьцеве осталювання знайшло широке застосування для відновлення

посадочних отворів у корпусних деталях.

Отвір розточують (для видалення слідів зносу і поверхневого шару металу), знежирюють віденським вапном або карбідним мулом, промивають водою, встановлюють пристосування, проводять травлення 50%-ним розчином H_2SO_4 та HCl і знову промивають водою. Після цього встановлюють сталевий анод, заливають холодний або гарячий електроліт, включають струм і проводять процеси декапування і осталювання.

Заключні операції. Після нанесення електролітичних або хімічних покриттів всі деталі слід ретельно вимити гарячою водою.

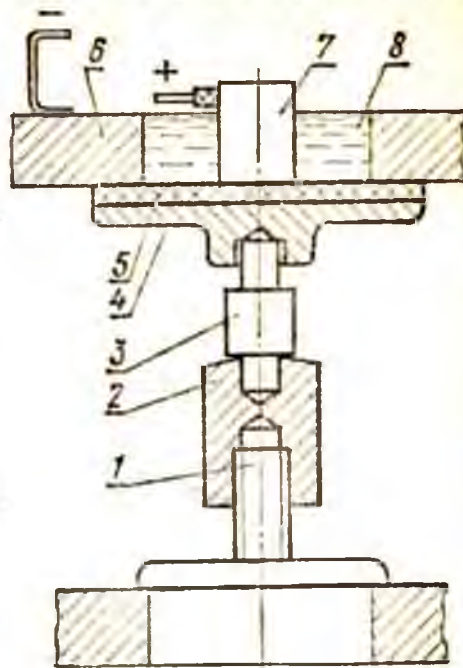


Рис. 3.3. Відновлення поверхні посадочного отвору в корпусі коробки передач трактора: 1 - гвинт з фланцем; 2 - тайка; 3 - упорний стрижень; 4 - диск; 5 - ізоляційна (гумова) прокладка; 6 - корпус коробки передач (катод); 7 - анод; 8 - ванна в відновлюваному отворі.

3.2. Відновлення деталей коробки передач

Основними дефектами валів коробки передач є спрацювання шліців, поверхонь під підшипники кочення, зубів по товщині, канавок під ущільнювальні кільця вторинного вала, органічні і мінеральні відклади в його каналах, пошкодження різьби, тріщини, поломка і викривлення зубів. Спрацювання стінок канавок вторинного вала під ущільнювальні кільця допускається до 2,63 мм.

Кінці валів з пошкодженою різьбою наплавляють віброконтактним способом наплавочним дротом 1,8Нп-50, обточують наплавлений кінець до нормальних розмірів, фрезерують лиски і канавки чи свердлять отвори відповідно до конструкції вала та нарізають нову різьбу.

При незначному спрацюванні посадочних поверхонь під підшипники кочення (до 0,06 мм на діаметр) їх відновлюють за допомогою еластоміра ГЭН-150В. При значному спрацюванні (більше 0,06 мм) поверхні наплавляють віброконтактним способом наплавочним дротом 1,8Нп-50, обточують і шліфують до нормальних розмірів. Після обточування поверхні обробляють пластичним деформуванням за допомогою обкатки роликками.

Спрацьовані шліци (при зменшенні їх товщини на 0,5 мм і більше) наплавляють у середовищі вуглекислого газу, потім вал обточують, фрезерують шліци і гартують їх за допомогою струму високої частоти. Після цього вал шліфують до нормального діаметра.

ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ

Вихідні дані розробки технологічного процесу відновлення деталей. Вихідними даними, які необхідно розташовувати при проектуванні технологічних процесів, служать:

1. Річна виробнича програма ремонту тракторів, агрегатів та деталей.

2. Креслення вузла чи складальної одиниці, куди входить деталь. Дане креслення дозволяє проаналізувати умови роботи деталі, вимоги до складальної одиниці.

3. Робоче креслення деталі. Робоче креслення виготовлення деталі, на автомобілебудівному заводі необхідне для уявлення про допустимі похибки на розміри деталі, її форму і розташування поверхонь, марку матеріалу деталі та додаткові вимоги до деталі або її елементів.

4. Технологічний процес виготовлення деталі на заводі. Найважливішою умовою забезпечення необхідного рівня якості відновлення деталей є технологічна наступність між процесами виготовлення та відновлення деталей. Ця умова визначає виняткову цінність відомостей про технологічний процес виготовлення деталей для технолога авторемонтного виробництва.

5. Ремонтне креслення деталі. Ремонтний креслення виконується відповідно до вимог, встановлених ГОСТом на ремонтну документацію. Він повинен мати необхідну кількість проекції, розмірів при правильній їх розстановці, дотримання похибки форми та розташування поверхонь, додаткові вимоги до деталі.

6. Дані про кількість пошкоджених поверхонь, характер пошкоджень, про можливі поєднання дефектів у зношених деталях, кількість деталей з певними поєднаннями дефектів. Зазначені відомості необхідні для встановлення раціональної послідовності усунення дефектів, формування оптимальних розмірів партій, що запускаються у виробництво, визначення кількості технологічних маршрутів, відновлення деталей, вибору способів усунення дефектів.

7. Вказівки про перевагу застосування методів обробки та способів усунення окремих дефектів, про рівень відновлення службових властивостей деталі. Велика різноманітність способів усунення дефектів та високі вимоги до якості відновлення деталей вимагають знання об'єктивних технологічних

можливостей кожного способу, умов його застосування до конкретної деталі, рівня відновлення функціональних властивостей деталі.

8. Довідкові дані про обладнання, його завантаження, керівні та нормативні технічні матеріали, відомості про передовий досвід ремонту деталей цього найменування.

До цих матеріалів відносяться: дані про обладнання (технічні характеристики, паспорти верстатів, каталоги, відомості про завантаження обладнання), операційні припуски та допуски (нормали), каталоги різальних, вимірювальних та допоміжних інструментів; нормативи режимів різання, допоміжного та підготовчо-заклучного часу та часу на обслуговування робочого місця та відпочинок робітника; таблиці величин врізання інструментів; дані про твердість та відносну зносостійкість окремих видів покриттів, отримані за результатами проведених науково-дослідних робіт; єдиний тарифно-кваліфікаційний довідник.

Методика та послідовність проектування технологічних процесів відновлення деталей. Проектування технологічного процесу відновлення деталі включає цілий комплекс робіт:

аналіз технологічного процесу виготовлення деталей; аналіз інформації про частоти та характер пошкоджень окремих поверхонь деталей; систематизацію та аналіз можливих способів усунення окремих дефектів; розробку складу та послідовності технологічних операцій; визначення оптимальних обсягів ремонтних робіт;

вибір технологічних баз; вибір засобів технічного оснащення (обладнання, пристроїв, обробного, допоміжного та вимірювального інструменту); розроблення оригінальних засобів технічного оснащення; вибір режимів різання, схеми базування;

обґрунтування міжопераційних допусків та припусків на обробку;
системний аналіз розроблених варіантів технологічного процесу та вибір оптимального;

розроблення технологічної документації на технологічний процес відновлення деталі.

Розробка технологічного процесу відновлення деталей ведеться в наступній послідовності.

1. Будуються можливі схеми варіантів технологічних маршрутів, засновані на попередньому аналізі відновлення подібних деталей та досвіді технолога.

2. Встановлюються структурні схеми варіантів виконання технологічних операцій.

3. Визначається оптимальний структурний склад операцій

4. На основі оптимальних структурних схем технологічних операцій формується оптимальний технологічний маршрут відновлення деталі. до

5. Проводиться виробниче коригування технологічного процесу відновлення деталі.

6. Проводиться технічне нормування технологічних операцій.

7. Складається технологічна документація.

Ремонт деталі передбачає відновлення її працездатності, початкової посадки, розмірів, геометричної форми та взаєморозташування осей, міцності, твердості термічності та ін. Усунути одні й самі дефекти можливо різними

способами, наприклад, зношені місця можуть бути відремонтовані

хромуванням, металізацією, наплавкою, механічною обробкою та іншими способами, і навпаки, один і той же спосіб може бути застосований для усунення

різних дефектів Наприклад, зварювання застосовна для відновлення зношених ділянок.

Деталі, заварювання тріщин, наплавлення різьблення та ін.

Аналіз можливості та доцільності відновлення деталей та вибір способів усунення дефектів. На основі даних конструкторської документації та результатів прискорених випробувань деталей даного найменування для автомобілів, що запускаються у виробництво, а крім того, на базі апіорної інформації вирішується питання про можливість усунення тих чи інших дефектів, тобто проводиться класифікація дефектів на усувні та непереборні. Питання доцільності відновлення деталей тієї чи іншої найменування може бути вирішено з урахуванням залежності запропонованої М. А. Масіно.

Цією залежністю можна використовувати визначення доцільності відновлення деталей, мають необхідний запас міцності (механічної, втомної тощо).

Вибір способу усунення дефектів проводиться на основі критеріїв, розроблених В. А. Шадрічевим та уточнених М. А. Масіно. Критерій застосування дозволяє з існуючих способів усунення дефекту вибрати ті, які найкращим чином відповідають даної деталі.

Критерій довговічності визначає працездатність відновлюваних деталей. Він виражається через коефіцієнт довговічності, під яким розуміється відношення довговічності 1 відновленої деталі до довговічності нової деталі цього найменування. Техніко-економічний критерій є функцією двох аргументів: k_p - коефіцієнт продуктивності способу; E - показник економічності методу. Керуючись наведеними критеріями, можна вибрати раціональний спосіб усунення дефектів чи їх сукупностей. Слід пам'ятати, що з різних конкретних деталей формули визначення значень критеріїв також мають конкретний вид (функціональні залежності).

Закономірності надходження відновлення деталей в різним технічним станом

При піддефектної технології відновлення деталей вирішення питання про можливість їх повторного використання та вибір раціональних способів

усунення дефектів може прийматися на основі даних про характер і величину зносу.

У разі промислового відновлення деталей за маршрутною технологією наявність тільки цієї інформації зовсім недостатньо так як великий вплив при цьому на вибір способів, а також послідовність операцій відновлення надає сукупність дефектів, що становлять той чи інший маршрут. Тому необхідно досліджувати як розподіл розмірів поверхонь зношених деталей, а й виявити статистичні закономірності у освіті дійсних поєднань дефектів, оцінити ймовірності надходження деталей по нитки. Загальна кількість можливих станів зношеної деталі може бути визначена за формулою $p = N_k$, де N – число можливих дефектів на деталі; k – число рівнів контрольованих параметрів. При контролі деталей за альтернативною ознакою число рівнів контрольованого параметра дорівнює двом (є дефект на робочій поверхні або відсутній).

Для складних деталей, що мають велику кількість поверхонь, що зношуються, число можливих станів (поєднання дефектів) досягає значних величин. Наприклад проміжний вал коробки передач трактора МТЗ. перевіряється згідно з технічними умовами на контроль-сортировку за десятьма параметрами, може мати 1024 можливих поєднань дефектів, провідний вал — 2048, фланець веденого валу — 256. взаємопов'язані. Це значною мірою і обумовлює стійкість природних поєднань дефектів.

Практика показує, що, попри випадковий характер утворення тих чи інших поєднань дефектів, надходження деталей відновлення має цілком певні закономірності. Наприклад, зі збільшенням обсягу вибірки обстеження частота надходження деталей з тим чи іншим станом поступово стабілізується, наближаючись до якогось постійного значення. При цьому виявляються так звані статистичні закономірності або стійкість надходження деталей коли неможливо заздалегідь передбачити, з яким саме поєднанням дефектів надходить на контроль-сортування та чи інша деталь, але можна передбачити

ймовірність цієї події за результатами обстеження великої кількості таких деталей.

Дослідження стану значної номенклатури деталей, аналіз виробничих умов їх відновлення, а також науково-дослідних робіт у галузі маршрутної технології дозволили встановити як основні наступні ознаки, використання яких дає можливість об'єднати зношені деталі з великою кількістю можливих станів у групу технологічних маршрутів відновлення деталей. Частота появи деталі з певним поєднанням дефектів. З усіх можливих станів деталі необхідно перш за все виявити із заданою достовірністю стійкі поєднання дефектів, найбільш ймовірні з яких є базою при формуванні технологічних маршрутів відновлення.

Дефекти, що становлять такі поєднання, є найбільш близькими, тому що їх усунення проводиться за єдиним технологічним процесом. Отже, частота появи тієї чи іншої поєднання дефектів $P(8<)$. є основною ознакою групування різних дефектів у маршрути відновлення. Частота відноситься до типу класифікаційних ознак з числом градацій, що дорівнює кількості виявлених поєднань дефектів.

Функціональний зв'язок поверхонь деталі. Ознака функціонального зв'язку поверхонь деталі передбачає необхідність включення в одні й самі маршрути, по-перше, дефектів, усунення яких окремо не забезпечує необхідної точності відновлення, і, по-друге, дефектів, усунення одного з яких автоматично веде до усунення іншого. Перший випадок передбачає ретельне вивчення технічних умов робочого креслення деталі, які задають певний взаємозв'язок між різними її поверхнями у вигляді допустимих відхилень у їх взаємному розташуванні.

Через пошкодження настановних баз в умовах ремонтного виробництва часто важко вкластися в межі допуску у взаємному положенні відновлюваних поверхонь щодо невідновлюваних. Це призводить до порушення роботи сполучень і, зрештою, до зниження ресурсу відремонтованих автомобілів. У зв'язку з цим потрібно суворо, ніж у процесі виготовлення деталей, підходити *

вибору установчих баз за її відновлення. Якщо все-таки відхилення у взаємному

положенні перевищують допустимі, необхідно включати в маршрут відновлення відповідні поверхні даної деталі. У другому випадку поверхні деталі конструктивно пов'язані між собою таким чином, що усунення дефекту на одній з них призводить до одночасного усунення дефекту на іншій. Так, наприклад, при усуненні зносу шліців ведучого валу коробки передач МТЗ (Деталь 130-1701030) одночасно усувається і знос шийки під передній кульковий підшипник, так як технологічний процес у цьому випадку передбачає відрізання зношеного і напресовування з наступним приварюванням. (деталь 130-1701030/2).

Отже, при зносі шліців у технологічний маршрут необхідно включити і відновлення шийки під передній кульковий підшипник незалежно від її стану. Ознака функціонального зв'язку, що відноситься до типу якісних, дозволяє чітко класифікувати дефекти та їх поєднання на окремі класи за рахунок об'єднання таких дефектів в одні маршрути відновлення. Зв'язок розмірів зношених деталей.

Наступною класифікаційною ознакою, що характеризує стан деталей ремонтного фонду, є тіснота зв'язку між зносами різних поверхонь деталі. Це кількісна ознака який встановлює суворість дотримання пропорційності у появі різних дефектів деталі. Як оцінка тісноти зв'язку між дефектами служать коефіцієнти взаємозв'язку. Відповідно до цієї класифікаційної ознаки дефекти мають між собою сильні зв'язки, об'єднуються в загальні технологічні маршрути відновлення.

Технологічна подібність дефектів та їх поєднань. Метою класифікації деталей ремонтного фонду є формування таких маршрутів їх відновлення, які характеризуються спільністю як технологічних завдань, так і способів їх вирішення. Тому поряд з ознаками, що характеризують стан деталей, необхідно ввести ознаку, що розділяє всі дефекти та їх поєднання на технологічно подібні групи. Такий поділ здійснюється як за спільністю основних операцій відновлення, маючи на увазі найбільш прогресивні способи ремонту даного типу деталей, так і по спільності обладнання, що застосовується. Ознака

технологічного подібності передбачає об'єднувати у одні маршрути дефекти і поєднання дефектів, усунення яких виробляється за однаковою технологією, і навіть дефекти, які можуть усуватися різними технологічними прийомами, але у загальних робочих місцях. При класифікації деталей ремонтного фонду за ознакою технологічної подоби, крім спільності основних операцій та робочих місць відновлення, необхідно враховувати схему організації цеху та розташування обладнання. При формуванні технологічних маршрутів відновлення треба уникати зайвих транспортних витрат.

Мінімізація пробігу деталі між окремими ділянками відновлення одна із основних вимог розробки технологічних маршрутів. Отже, при проектуванні нових спеціалізованих підприємств щодо відновлення деталей розстановку обладнання необхідно проводити не групами, а в процесі типових технологічних процесів. Економічна доцільність відновлення деталей із різним технічним станом. При виявленні доцільності усунення різних дефектів деталі відповідно до ДСТУ 17102-94, всі вони поділяються на три види: критичні, значні і малозначні. Такий поділ ґрунтується на оцінці ступеня впливу кожного дефекту деталі, що розглядається, на ефективність і безпеку використання деталі.

Критичним називається дефект, за наявності якого використання деталі за призначенням практично неможливе або виключається відповідно до вимог безпеки. Значним називається дефект, який суттєво впливає на використання деталі за призначенням та на її довговічність, але не є критичним. Малозначним називається дефект, який не істотно впливає на використання деталі за призначенням і її довговічність.

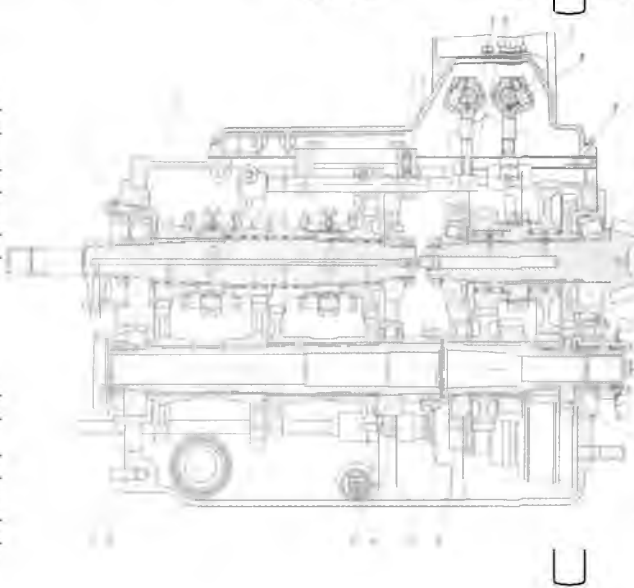
Слід зазначити, що певні поєднання дефектів, кожен з яких при окремому розгляді є малозначним або значним, можуть бути еквівалентні критичному дефекту. Це обставина дозволяє зробити висновок про те, що зношена деталь повинна вибраковуватися не тільки у випадку, коли розмір однієї з її поверхонь перевищує допустимий для ремонту, але і коли сукупність кількох дефектів

(незначних і значних) робить її відновлення економічно недоцільним. Отже, економічна доцільність відновлення деталей одна із основних ознак класифікації сукупності їх станів за маршрутами. Виявивши економічно доцільні відновлення групи деталей, необхідно знайти оптимальний варіант організації їх відновлення. Відновлення деталей може здійснюватися за одним із варіантів: за єдиним технологічним маршрутом, що включає в себе всі економічно доцільні для відновлення групи, за кількома маршрутами, основу яких лежать групи, ймовірності надходження деталей за якими найбільші, за маршрутами,

сформовану
об'єднань
групу.

Вибір

здійснюється
функції.



розробленими на кожну
внаслідок послідовних
введення дефектів
найкращого варіанту
за допомогою цільової

3.3. Технологічний процес складання синхронізованої коробки

передач.
Коробку передач складають на стенді. Перед складанням всі деталі ретельно промивають, просушують, канали продувають стиснутим повітрям. Тертьові поверхні деталей змащують дизельним маслом. Спочатку складають великі вузли.

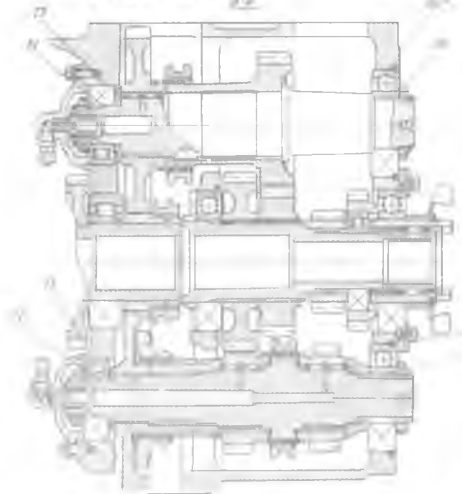
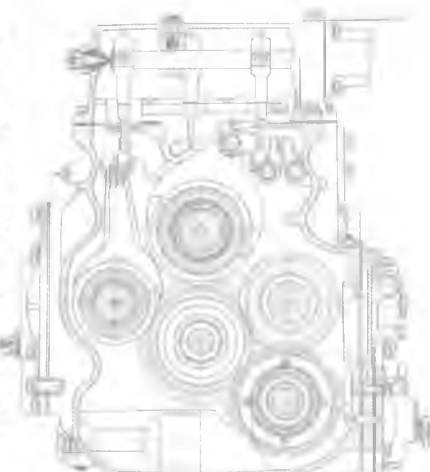
Під час складання гідропідтискової муфти поршні і пружини встановлюють на спеціальному пристрої.

НУБІП України

Рис. 3.2. Коробка передач. Схема монтажних спряжень.

Таблиця 3.1 - Коробка передач. Монтажні спряження

1	Спряжені деталі		Розмір за кресленням, мм	Натяг (-), зазор (+), мм	
	Назва	Позначення		За кресленням	Допустимий
2	3	4	5	6	
1	Підшипник	409А	45 ^{-0,012}	- 0,002	+ 0,06
1	Вал	80С-1701032	45 ^{+0,018} _{+0,002}	- 0,030	
2	Стакан	80-1701034	120 ^{+0,010} _{-0,026}	+ 0,035	+ 0,14
	Підшипник	409А	120 _{-0,085}	- 0,025	
3	Підшипник	309К	45 ^{-0,012}	- 0,002	+ 0,01
	Вал	80С-1701032	45 ^{+0,018} _{+0,002}	- 0,030	
4	Корпус коробки передач	1522-1701025	100 ^{-0,010} _{-0,025}	+ 0,025	+ 0,05
	Підшипник	309К	100 _{-0,015}	- 0,025	
5	Корпус коробки передач		110 ^{-0,024} _{-0,025}		+ 0,05
6	В: В: Ц: В:				+ 0,07
7	В: В: Ц: В:				+ 0,15
8	Шпонка	6X10	6 ^{-0,025}	+ 0,030	+ 0,30



9	Втулка	80-1701424	$20^{+0,053}$	$+0,020$	$+0,126$	$+1,0$
	Поводок	85-1702037	$20^{+0,040}$	$+0,073$	$+0,060$	

РОЗДІЛ 4. УДОСКОНАЛЕННЯ СТЕНДУ ДЛЯ РЕМОНТУ

КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ТРАКТОРІВ МТЗ ТЯГОВОГО КЛАСУ

14 кН

Призначення та область використання стану.

Стенд для розбирання та складання коробок переміни передач призначений для ремонту коробок передач тракторів МТЗ тягового класу 14 кН.

Стенд дозволяє швидко та якісно виконати всі необхідні технологічні операції по розбиранню та збиранню коробок переміни передач МТЗ тягового класу 30 кН та їх регулювання. Наявність гідроциліндра в конструкції стану дозволяє виконувати операції випресування та запресування .

Використовуватися стенд буде в дільниці ремонту агрегатів ремонтної майстерні. Стенд може бути виготовлений в умовах ремонтної майстерні господарства.

Технічна характеристика стану .

1. Тип-стаціонарний;
2. Конструкція – складально- зварювальна;
3. Привід-електро-гідравлічний;
4. Тиск в гідросистемі - 6,5 Мпа
5. Найбільше зусилля на штоці гідроскоби - 50 кН;
6. Хід штоку гідро скоби - 150 мм
7. Поворот кантувача навколо горизонтальної осі – 180 град.
8. Ремонтують коробки передач тракторів МТЗ тягового класу 30 кН.
- 9 Габарити, мм:

довжина – 1840;

ширина - 1520;

НУБІП України

висота - 1380

9

Маса, кг - 1090.

Технічні вимоги.

НУБІП України

1. Варити по периметру прилеглих деталей електрозварюванням по ГОСТ 9467-75.

2. Перед початком роботи перевірити рівень масла в баці (95мм від верхнього краю заливної горловини), залити масло МГ-30.

НУБІП України

3. Відрегулювати максимальне зусилля на штоці 50кН.

4. Покриття емаль ПФ-115 ГОСТ 6465-76 по грунтовці ПФ-020 ГОСТ 18186-79.

5. Гідросистема стану повинна бути герметична при тиску 10 Мпа.

НУБІП України

6. Гідроскоба разом з візком повинна переміщуватись по направляючим від руки плавно.

7. Зусилля повороту гідроскоби навколо горизонтальної осі та пересування по направляючим, прикладене до ручки гідроскоби, повинно бути не більше 100 Н.

НУБІП України

8. Поворот кантувача повинен бути плавним , без ривків.

Будова та робота стану для розбирання та складання коробок переміни передач тракторів МТЗ тягового класу 30 кН.

НУБІП України

Надзвичайно важливе значення для правильної експлуатації тракторів та автомобілів має справний стан трансмісії. Однією з найбільш відповідальних частин трансмісії транспортного засобу є коробка передач. В процесі експлуатації коробки передач порушуються основні параметри регулювань, зношуються шестерні та підшипники, тому виникає необхідність періодичного регулювання та ремонту коробок передач. Ця робота може бути виконана

НУБІП України

якісно з додержанням всіх необхідних вимог на стенді для розбирання та збирання коробок передач

Розрахунок на міцність основних деталей конструкції. При аналізі силового розрахунку деталей стенда виявлено, що найбільш навантаженими

деталлями будуть: болтові з'єднання кантувача з фланцями валів тумб, на яких обертається кантувач разом з коробкою передач трактора. Тому розраховую на міцність дані деталі.

Розрахунок болтового з'єднання проводимо наступним чином:

болтове з'єднання розраховую на зріз при навантаженні поперечною силою.

Умова міцності з'єднання виражається слідуючою формулою:

$$\tau_{зз} = \frac{P}{\frac{\pi d_1^2}{4} \cdot i} \leq [\tau]_{зз} \quad (3.1)$$

де $\tau_{зз}$ - розрахункове навантаження зрізу болта, $[\tau]_{зз}$ - допустиме навантаження зрізу болта, $[\tau]_{зз} = 80 \text{ Н/мм}^2$;

P - поперечна (осьова) сила, яка створюється вагою коробки передач

трактора та кантувача; $P = 16000 \text{ Н}$;

d_1 - діаметр різьби болта, $d_1 = 10 \text{ мм}$;

i - кількість болтів у з'єднанні, $i = 4$ шт.

$$\tau_{зз} = \frac{16000}{\frac{3,14 \cdot 10^2}{4} \cdot 4} = 50,95 \text{ Н/мм}^2$$

Отже $\tau_{зз} = 50,95 \text{ Н/мм}^2 < [\tau]_{зз} = 80 \text{ Н/мм}^2$.

Умову міцності витримано.

Кантувач закріплено на валах двох тумб. Зажим(5) кантувача через гвинт(16) з'єднаний з маховичком (17). Кантувач через вал(19), шестерню(22) та рейку (23) з'єднаний з гідроциліндром (18).

Кантувач разом з закріпленою коробкою передач обертається на валах тумб за допомогою гідро циліндра приводу кантувача, до кінця якого приєднано зубчасту рейку. Зубчата рейка входить в зачеплення з шестернею вала тумби. Шестерня закріплена на валу тумби і передає зусилля через шпонку.

Вибираємо шпонку В 18x11x63 ГОСТ -78.

Проведемо перевірку шпонки.

Для спрощення розрахунків приймають, що шпонка врізана у вал на половину своєї висоти, і напруження змінання розподіляються рівномірно за висотою і довжиною шпонки. Тоді умову міцності шпонкового з'єднання на змінання можна записати у вигляді

$$\sigma_{зм} = \frac{F_{зм}}{A_{зм}} \leq [\sigma_{зм}]$$

Де $F_{зм}$ - зусилля змінання, яке створюється гідроциліндром і дорівнює 6000 Н;

$A_{зм} = h * l / 2$ - площа змінання;

h - висота шпонки;

l_p - робоча довжина шпонки (довжина прямолинійної ділянки шпонки, $l_p = l$ для виконання В),

$[\sigma_{зм}]$, - допустимі напруження на змінання.

Допустимі напруження в нерухомих шпонкових з'єднаннях при спокійному навантаженні рекомендується приймати:

- при сталій маточині і посадці з гарантованим натягом у з'єднанні

Н вал-маточина $[\sigma_{зм}] = 150...200$ МПа, $[\sigma_{зм}] = 60...100$ МПа при чавунній маточині;

- за відсутності гарантованого натягу у з'єднанні вал-маточина $[\sigma_{зм}] = 100...150$ МПа і $[\sigma_{зм}] = 60...80$ МПа при чавунній маточині.

Ці значення допустимих напружень занижують на 1/3 при роботі зі слабкими поштовхами і на 2/3 - при ударному навантаженні.

Н ^{Тоді} $\sigma_{зм} = \frac{F_{зм}}{A_{зм}} = \frac{2 * 6000}{11 * 10^{-3} * 63 * 10^{-3}} = 15.1 \text{ МПа} \leq [\sigma_{зм}] = 60 \text{ МПа}$

Умова міцності витримана.

Н Розрахунок шпонок на зріз проводять тільки у випадку дії короткочасних перевантажень, якщо такі мають місце.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 5. ЗАХОДИ ПО ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА ЗАХИСТУ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

5.1. Загальні заходи безпеки:

До самостійної роботи з ремонту допускаються особи, які мають відповідну кваліфікацію, отримали вступний інструктаж на робочому місці з охорони праці, а також що пройшли перевірку електробезпеки. Слюсар, який не пройшов своєчасно повторний інструктаж з охорони праці та відповідну щорічну перевірку знань не повинен приступати до роботи. При вступі на роботу слюсар повинен проходити попередній медогляд, а в подальшому - періодичні медогляди, встановлені Міністерством охорони здоров'я.

Забороняється користуватися інструментом, пристосуваннями, обладнанням, поводження з якими слюсар не навчений.

Слюсар зобов'язаний дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку, а також правила пожежної безпеки, затверджені на підприємстві. Палити дозволяється тільки в спеціально відведених місцях. Вживати спиртні напої та наркотичні речовини перед і (або) в процесі роботи забороняється.

Слюсар повинен знати, що найбільш небезпечними і шкідливими виробничими факторами, що діють на нього в процесі виконання робіт є:

- Легкозаймісті рідини їх пари, газу,
- Етилований бензин,
- Обладнання, інструмент, пристосування.

Легкозаймістий рідини їх пари, газ - при порушенні правил пожежної безпеки у поводженні з ними можуть стати причиною пожежі вибуху. Крім того, пари і газу, потрапляючи в органи дихання, викликають отруєння організму. Етилований бензин - діє отруйно на організм, при вдиханні його парів, забруднення ним тіла, одягу, попаданні його в організм з їжею та питною водою.

Обладнання, інструмент, пристосування - при неправильному застосуванні можуть призвести до травм.

Слюсар повинен працювати в спецодязі і в разі необхідності використовувати інші засоби індивідуального захисту.

Відповідно до Типовими галузевими нормами безплатної видачі робітникам і службовцям спецодягу, спецвзуття та інших засобів індивідуального захисту слюсареві видаються: Костюм віскозно-лаксановий, Фартух хлорвініловий, Чоботи гумові, Норукавники хлорвінілові, Рукавиці комбіновані. При роботі з етилованим бензином додатково: Фартух гумовий, Рукавички гумові.

Слюсар повинен виконувати тільки роботу, доручену йому безпосереднім керівником. Під час роботи він повинен бути уважним, не відволікатися на сторонні справи та розмови.

Про помічені порушення вимог безпеки на своєму робочому місці, а також про несправності обладнання, пристосувань, інструменту та засобів індивідуального захисту слюсар повинен повідомити своєму безпосередньому керівнику і не приступати до роботи до усунення помічених порушень і несправностей.

Слюсар повинен уміти надавати долікарську допомогу потерпілому відповідно до інструкції з надання першої долікарської допомоги при нещасному випадку.

Про кожний нещасний випадок, очевидцем якого він був, слюсар повинен негайно повідомити адміністрації підприємства, а постраждалому надати першу долікарську допомогу, викликати лікаря або допомогти доставити потерпілого в медпункт або найближчий медичний заклад.

Якщо нещасний випадок стався з самим слюсарем, він повинен по можливості звернутися в медпункт, повідомити про те, що трапилося адміністрації підприємства або попросити зробити це когось з оточуючих

Заходи безпеки перед початком роботи.

Підготувати необхідні для роботи засоби індивідуального захисту. Одягти і заправити спецодяг, застебнути манжети рукавів. Отримати завдання на роботу у свого безпосереднього керівника. Не виконувати роботу без отримання завдання та на прохання водіїв або інших осіб.

Оглянути і підготувати своє робоче місце, прибрати всі зайві предмети, не заважаючи проходів.

Перевірити стан підлоги на робочому місці. Якщо підлога слизький або вологий, вимагати, щоб його витерли або посипали тирсою, або зробити це самому.

Перевірити наявність та справність інструменту, пристроїв і устаткування. Не працювати несправним інструментом і пристосуваннями або на несправному обладнанні і не тільки виробляти самому усунення несправностей.

Перевірити наявність пожежного інвентарю на ділянці і в разі відсутності такого повідомити про це свого керівника.

Включити припливно-витяжну вентиляцію і в разі необхідності місцеву вентиляцію.

Для виключення ураження електричним струмом електроінструменти заземлюють.

Заходи безпеки під час роботи.

Прислухаючись до роботи з технічного обслуговування і ремонту, вжити заходів, що виключають проливання палива з паливного бака, паливопроводів і приладів системи живлення. Переконатися в тому, що закриті видаткові та магістральні вентиля і чи немає в газопроводах газу під тиском.

При ремонті вжити заходів щодо запобігання іскроутворення шляхом зняття клем з акумуляторної батареї або його відключення спеціальним пристроєм.

Знешкодити перед розбиранням карбюратори і бензонасоси, що працюють на етилованому бензині, а також їх деталі гасом.

Проводити мийку деталей тільки в місцях, відведених для цієї мети. Мийні ванни з гасом після закінчення закривати кришками. Виробляти розбирання і ремонт у спеціальних верстаках або стендах. Користуватися тільки спеціальними пристосуваннями.

Продування клапанів, трубок і жиклерів паливної апаратури виробляти повітрям зі шланга або насосом. Продувати їх ротом забороняється. При продуванні деталей струменем повітря не направляти її на поруч працюючих людей або на себе.

Під час перевірки роботи форсунок на стенді не підставляти руку до розпилювача.

Перевірку надійності пуску двигуна і регулювання мінімальних обертів холостого ходу виробляти на спеціальних постах, обладнаних місцевим відсмоктуванням газів якщо пости, розташовані в приміщенні ТО.

Перед запуском двигуна перевірити, загальмований чи автомобіль стоянковим гальмом і чи є спеціальні упори (черевики) під колесами, чи встановлений важіль на перемиканнях передач (контролера) у нейтральне положення.

Для безпеки переходу через оглядові канали, а також для роботи спереду і з позаду автомобіля використовувати перехідними містками, а для спуску в оглядову каналу спеціально встановленими для цієї мети сходами.

При попаданні етилованого бензину на шкіру негайно обмити облитий ділянку шкіри гасом, а потім вимити теплою водою з милом. Якщо етилований бензин (краплі або пари) потрапили в очі, промити їх теплою водою і негайно звернутися в медпункт або до лікаря.

Якщо спецодяг облита бензином, звернемося до свого безпосереднього керівника для її заміни.

Заходи безпеки в аварійній ситуації.

Призупинити роботу.

Негайно повідомити керівництво автобазу про сталось з ним, або з його вини травматичному випадку, а також про будь-якому нещасному випадку з участю інших працівників підприємства, свідком якого він був.

Взяти участь у ліквідації наслідків аварії .

Надати потерпілому при нещасному випадку, першу, долікарську допомогу, допомоги доставити його в медпункт, за необхідності викликати медичних працівників на місце події.

Заходи безпеки після закінчення роботи.

Після закінчення роботи слюсар повинен:

Вимкнути вентиляцію ит обладнання.

Привести в порядок робоче місце, інструмент і пристосування, ретельно очистити від залишків етилованого бензину дрантям рясно змоченою бензином, а потім протерти сухою ганчіркою, після чого прибрати їх відведене місце.

Зливати залишки гасу та інших легкозаймистих рідин в каналізацію забороняється.

Зняти спецодяг і прибрати її в призначене для цього місце.

Своєчасно здавати спецодяг та інші засоби індивідуального захисту в хімчистку (прання).

5.2 Протипожежні заходи

У ремонтній зоні забороняється:

Користуватися відкритим вогнем, переносними горнами, паяльними

лампами тощо У тих приміщення де застосовуються легкозаймисті горючі

рідини (бензин, гас тощо), також в приміщеннях з легкозаймистими

матеріалами (деревобробних, шпалерні і т.п.)

Мити деталі бензином і гасом у невстановлених місцях.

Зберігати легкозаймисті рідини в кількості, що перевищує добову потребу.

Ставити авто за наявності підсікання з бака, а також заправляти автомобіль

паливом .

Зберігати чистий обтиральний разом з використанням.

Застосовувати переносні лампи без захисних сіток.

Користуватися ломом при перекачці бочок з пальним.

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

Захаращувати проходи між стелажми і виходи з приміщень обладнанням, тарою і т.п.

Встановлювати в зоні автомобілі в кількості, що перевищує норму, або порушувати спосіб їх розстановки.

Захаращувати запасні ворота, як всередині, так і зовні.

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

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

Організація робочого місця та техніка безпеки при виконанні зварювальних та наплавлювальних робіт.

Організація робочого місця при виконанні робіт з відновлення деталей зварюванням і напавленням залежить від застосовуваного методу зварювання.

При ручному електродуговому зварюванні на робочому місці встановлюється наступне обладнання: стіл зварювальника, поворотний стілець, стелажі для деталей, шафа для зберігання електродів та інструменту, кантувач для встановлення деталей при зварюванні та необхідні підйомні пристрої.

При механізованому напавленні деталей на робочому місці встановлюють переобладнаний токарний верстат, непридатний для використання за прямим призначенням. На супорті верстата монтується наплавний автомат. Як джерела живлення використовують зварювальні машини, трансформатори та випрямлячі.

Зварювальні машини рекомендується встановлювати в окремому приміщенні, а

на робочому місці в цьому випадку повинен знаходитися щиток для дистанційного керування.

На робочому місці газозварювальника встановлюють зварювальний стіл із підставкою для газозварювального пальника. На відстані 3...4 м від зварювального столу монтують рампу з кисневим та ацетиленовим редукторами та шафу для зберігання шлангів та пальників. Ацетиленовий генератор, а також балони з киснем та ацетиленом зберігаються в окремих приміщеннях.

При виконанні зварювальних та наплавних робіт необхідно забезпечити безпечні умови праці. До виконання зварювальних робіт допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичну комісію та спеціальний курс навчання в навчальних комбінатах. Робочий пост зварювальника повинен бути обладнаний місцевою витяжною вентиляцією для відсмоктування шкідливих парів газів та аерозолів, що складаються з оксидів металів та продуктів згоряння обмазок та флюсів.

При виконанні електрозварювальних робіт все обладнання, що знаходиться під напругою, має бути надійно заземлене. Для захисту зварювальників від ультрафіолетових та теплових випромінювань на робочому місці повинні бути захисні маски зі світлофільтрами, рукавиці та фартухи з вогнетривкої тканини захист навколишніх від ультрафіолетових випромінювань забезпечують на робочому місці спеціального зварювальника кабіни.

Виконання робіт з газового зварювання вимагає суворого дотримання правил поведінки з кисневими балонами і ацетиленовими генераторами. Кисневі балони не можна піддавати ударам. Зберігати балони необхідно у спеціальному приміщенні, а кисень на робочі місця зварювання подавати трубопроводами. Щоб уникнути вибуху кисневі редуктори та вентилі необхідно ретельно оберігати від забруднення маслами та жирами.

НУБІП України

Ацетилен з повітрям утворює вибухонебезпечні суміші, тому потрібно стежити, щоб не було витоку газу і перед початком роботи ретельно провітрювати робоче приміщення.

Організація робочих місць та техніка безпеки. Основне обладнання ділянки гальванічних покриттів складається з ванн для нанесення покриттів та допоміжних ванн для знежирення, травлення та промивання деталей. Ванни необхідно встановлювати в суворій відповідності до технологічного процесу. Враховуючи, що в ремонтному виробництві застосовують кілька різних процесів нанесення покриттів, і з метою економії площі рекомендується основні ванни встановлювати біля стін ділянки, а допоміжні — посередині.

Якщо як джерела живлення застосовують випрямлячі, їх слід встановлювати поблизу від ванн-споживачів струму. Для завантаження та вивантаження деталей, а також їх транспортування від однієї ванни до іншої зазвичай застосовують електротельфери.

Найбільш шкідливими для здоров'я працюючих на гальванічних ділянках є електроліти. Більшість кислотних і лужних електролітів дуже токсичні та негативно діють на дихальні шляхи та шкірні покриви працюючих.

Гальванічні процеси протікають, як відомо, із виділенням кисню та водню. Гази, що виділяються, захоплюють із собою дрібні частинки електроліту і таким чином насичують повітря в приміщенні шкідливими парами. Враховуючи це, при обладнанні гальванічних ділянок особливу увагу приділяють вентиляції приміщень.

Рекомендується на гальванічних ділянках мати загальну припливно-втяжну вентиляцію з 8-10-кратним обміном повітря на годину. Крім загальної вентиляції, кожна ванна зі шкідливими виділеннями повинна мати двостороннє бортове відсмоктування повітря. Потужність бортових відсмоктувачів визначають виходячи з об'єму повітря, що забирається з 1 м² поверхні ванни на годину. Для ванн зберігання цей показник повинен бути 6000 м³/год, для

залишення — 4800, для нікелювання — 2500, для міднення — 2000, для електролітичного знежирення — 3000 м³/год.

При роботі на гальванічних ділянках необхідно застосовувати гумове взуття, рукавички та фартухи. У приміщенні повинні встановлюватись фонтанчики з водою для обмивки шкірних покривів, на які може випадково потрапити електрик. Підлоги та стіни гальванічної ділянки повинні бути покриті керамічною плиткою та щодня промиватися з метою охорони навколишнього середовища стічні води після промивання деталей необхідно, перш ніж спускати в каналізацію, пропускати через очисні споруди.

Організація робочого місця та техніка безпеки при напilenні деталей. Робоче місце для нанесення покриттів повинно мати таке основне обладнання: стелаж для зберігання деталей-верстаток для підготовки деталей до нанесення покриттів; стенд (камера) для напilenня; пульт керування; джерело живлення-рампу з редукторами для подачі газів та повітря; шафа для зберігання оснастки. До роботи на установках для плазмового, електродугового та високочастотного напilenня допускаються особи не молодші 18 років навчені прийомам роботи на обладнанні 2-3-ї груп електробезпеки.

Найбільш складними з погляду техніки безпеки є умови роботи на установках для плазмового напilenня. При цьому найбільш шкідливими для здоров'я працюючих є шум, забруднення повітря, ультрафіолетові та інфрачервоні випромінювання. Шум плазмового струменя в безпосередній близькості від плазми моторна може досягати 115-120 дБ. Для захисту оператора від шуму рекомендується покриття наносити в спеціальних камерах. При плазмовому напilenні повітря приміщення може забруднюватись металевим пилом, аерозолями оброблюваних матеріалів та оксидами азоту. Для захисту оператора в цьому випадку також є спеціальні камери з місцевим відсмоктуванням повітря.

Плазмовий струмінь є інтенсивним джерелом інфрачервоного та ультрафіолетового випромінювання, тому оператор повинен працювати у захисній масці зі світлофільтром. Металізаційні камери також обладнуються відповідними світлофільтрами. Захист рук від випромінювань проводиться за рахунок застосування при роботі рукавиць із азбестової тканини. Вимоги до техніки безпеки при газополум'яному та електро- тродуговому напиленні пред'являються ті ж, що і при виконанні робіт з газового та електродугового зварювання.

Організація робочого місця та техніка безпеки під час виконання малярних робіт Організація фарбувальних робіт на авторемонтних підприємствах залежить від виробничої програми та характеру виконуваних робіт. Зазвичай на авторемонтних підприємствах відділення забарвлення організуються на ділянках ремонту двигунів, електрообладнання, рам, кабін, агрегатів, складання автомобілів. Забарвлення окремих деталей проводиться, як правило, у спеціальних відділеннях. Всі фарбувальні відділення обладнуються фарбувальними і сушильними камерами, необхідними ідійомно-транспортними та спеціальними пристроями, припливно-витяжною вентиляцією, пристроями для нанесення та сушіння лакофарбових матеріалів.

При проектуванні відділень фарбування слід суворо дотримуватись встановлених будівельних норм. При нанесенні фарби на поверхню деталей виникає так званий туман і шкідливі для здоров'я пари розчинника, які з'єднуючись з повітрям, утворюють вибухонебезпечну суміш. Тому фарбувальні роботи повинні проводитися в спеціальних камерах. Існуючі камери для фарбування працюють за принципом так званого «надлишкового тиску».

У фарбувальну камеру постійно подається вентилятором свіже повітря, обсяг якого повинен значно перевищувати об'єм - повітря, що відсмоктується.

Так як свіже повітря завжди містить деяку кількість пилу, його попередньо необхідно очистити. Вентиляція приміщень повинна бути розрахована таким

чином, щоб шкідливі речовини не перевищували гранично допустимих санітарних норм та вибухобезпечних концентрацій. Нимі серйозна увага приділяється питанням ліквідації забруднень довкілля шкідливими випаровуваннями. Щоб їх уникнути, відпрацьоване повітря перед виходом в атмосферу очищається.

При виконанні фарбувальних робіт слід суворо дотримуватися правил техніки безпеки та виробничої санітарії встановлені для робочих малярських відділень. Основні положення цих правил зводяться до виконання наступних вимог. При виконанні робіт з фарбування необхідно застосовувати засоби індивідуального захисту органів дихання та зору. Приготування лакофарбових матеріалів слід проводити тільки в спеціальних приміщеннях, обладнаних вентиляційною системою з використанням бачків, що герметично закриваються, з механічними мішалками. Для захисту шкіри рук, обличчя та шиї рекомендується застосовувати спеціальні профілактичні мазі та пасти.

Зберігати матеріали необхідно тільки в спеціальних приміщеннях. Для фарбувальних робіт повинні використовуватися спеціальні вибухобезпечні вентиляційні установки та переносні світильники напругою не більше 12 В.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

РОЗДІЛ 6. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ РОБОТИ

Основними показниками економічної ефективності оцінки ремонтної майстерні є сума додаткових капіталовкладень, собівартість ремонту, річний економічний ефект, строк окупності додаткових капіталовкладень.

6.1. Визначення капіталовкладень в основні фонди.

Вартість основних фондів ЦРМ :

$$C_0 = C_6 + C_{об} + C_i, \text{ де}$$

C_6 - вартість будівлі майстерні;

$C_{об}$ - вартість обладнання, грн;

C_i - вартість інструменту, грн.

(штучна вартість якого перевищує 100 грн)

Вартість виробничої будівлі.

$$C_6 = C_6' \cdot S, \text{ де}$$

C_6' - середня вартість будівельно-монтажних робіт, грн/м². Для ремонтних підприємств: $C_6' = 15000$ грн/м².

S - виробнича площа

$$C_6 = 15000 \cdot 120 = 1800000 \text{ грн.}$$

вартість установленого обладнання становить 40% від вартості будівлі.

$$C_{об} = 0,4 \cdot 1800000 = 720000 \text{ грн.}$$

Вартість приладів, пристосувань, інструменту становить 50% від вартості обладнання

$$C_i = 0,5 \cdot 720000 = 360000 \text{ грн.}$$

Вартість основних фондів дорівнює:

$$C_0 = 1800000 + 720000 + 360000 = 2880000 \text{ грн.}$$

Вартість основних фондів дільниці ремонту коробок тракторів МТЗ тягового класу 14 кН до реконструкції становить 1940000 грн.

Додаткові капіталовкладення :

$$K = C_0 - C_0' = 2880000 - 1940000 = 940000 \text{ грн.}$$

Таблиця 6.1 - Розрахунок фонду оплати праці

Показники	Значення
Затрати праці на ремонт однієї коробки, люд.-год.	135
Річна програма ремонту коробок, шт	94
Годинні ставки, грн/год	80,0
Річні затрати праці, люд.-год	12690
Основна оплата, грн	1015200
Додаткова оплата, грн	406080
Всього, грн	1421280

6.2. Визначення потреби в ремонтних матеріалах і запасних частинах

Потребу в основних матеріалах і запасних частинах визначаємо в грошовому виразі. При розрахунку виходимо із нормативного відношення між сумами прямих витрат, виражених в процентах.

Знаючи, що для КР тракторів на оплату праці приходиться 30% від вартості прямих затрат, знаходимо скільки становить 1%. Тоді по нормативах визначаємо, що затрати на запчастини складають 45%, а матеріали 15%, інші витрати – 10%. Результати заносимо в таблицю 5.2.

Таблиця 6.2 - Розрахунки прямих затрат, грн.

Витрати	Капітальний ремонт	
	%	грн
Оплата праці	30	1421280
Запасні частини	45	2131920
Ремонтні матеріали	15	710640
Інші затрати	10	473760
Всього	100	4737600

6.3. Розрахунок цехових витрат

Цехові витрати включають відрахування на амортизацію, поточний ремонт будівлі і технологічного обладнання, оплату ІТР і обслуговуючого персоналу майстерні, а також вартість електроенергії, пару, стисненого повітря, спецодягу та взуття. Відрахування на амортизацію та поточний ремонт будівлі і обладнання зведено в таблицю 6.3.

Таблиця 6.3 - Відрахування на амортизацію і поточний ремонт будівлі і обладнання

Назва	Балансова вартість, грн.	Амортизація		Поточний ремонт	
		%	грн.	%	грн.
Будівля	1800000	3,0	54000	3,0	54000
Обладнання	720000	8,0	57600	4,0	28800
Разом	2520000	--	111600	--	82800
Всього			194400		

6.4. Розрахунок собівартості ремонту.

В собівартість ремонту входять витрати на оплату праці, запасні частини, ремонтні матеріали.

Розрахунок фонду заробітної плати.

При виконанні поточного ремонт робітникам іде оплата за виконану нормозміну по 4 розряду тарифної сітки.

Затрати на оплату праці при виконанні поточного ремонту :

$$З_{\text{пр}} = П_{\text{пр}} \cdot О_{\text{ус.р}} = 12690 \cdot 80,0 = 1015200 \text{ грн. ;}$$

Допоміжна оплата складає 40%, від основної.

Усі дані розрахунків заносимо в таблицю 5.1.

Визначаємо фонд оплати праці ІТР та допоміжного персоналу.

Таблиця 6.4 - Фонд оплати праці.

Посада	Кількість чоловік	Місячний оклад, грн.	Основна оплата, грн.	Додаткова оплата, грн.	Всього, грн.
Завідуючий майстернею	1	12000	144000	57600	201600
Техробітник	1	7000	84000	16800	100600
	2	-	-	-	-
Всього:			228000	74400	302200

Вартість електроенергії, затрати на додаткові матеріали, спецодяг входять в інші затрати і становить 5% від основних фондів.

$$З_{\text{ів}} = 0,05 \cdot С_0 = 0,05 \cdot 2880000 = 144000 \text{ грн.}$$

Загальновиробничі витрати :

$$С = 4737600 + 194400 + 302200 + 144000 = 5378200 \text{ грн.}$$

Собівартість ремонту коробки передач трактора:

$$C_p = \frac{C}{Pr};$$

де :

Pr - програма ремонтів

$$C_p = \frac{5378200}{94} = 57215 \text{ грн./шт.};$$

6.5. Техніко - економічні показники

Вартість ремонту відновленої коробки передач тракторів МТЗ

(тягового класу 14 кН для споживачів складає 65860 грн.

Ефективність використання праці у КРМ встановлюється розрахунком продуктивності праці, яка визначається за формулою :

$$P_p = \frac{Pr}{P_c};$$

де :

P_c - середньорічна кількість працюючих, чол.

94

$$P_p = \frac{94}{6} = 15,6 \text{ шт./люд.}$$

Фондовіддача буде рівна:

$$F = \frac{Pr \cdot 1000}{C_o} = \frac{94 \cdot 1000}{2880000} = 0,033 \text{ шт./тис.грн.}$$

де :

C_o - вартість основних фондів, тис.грн.

Вартість валової продукції становить

$$B_{вп} = P_{вдн} * N,$$

де, N – програма ремонту коробок передач трактора МТЗ, шт.

Отже,

$$B_{вп} = 65860 * 94 = 6190840 \text{ грн.}$$

Прибуток становить :

$$\Pi = (\text{Цвідн} - \text{Св}) * N = (65860 - 57215) * 94 = 812630 \text{ грн.}$$

Рентабельність виробництва становить :

$$P = ((\text{Цвідн} - \text{Св}) / \text{Св}) * 100;$$

$$P = ((65860 - 57215) / 57215) * 100 = 15,1 \%$$

Термін окупності капіталовкладень в дільницю ремонту коробки передач трактора МТЗ визначимо за формулою :

$$\text{Ток} = K / \Pi ;$$

де К – капіталовкладення, грн.

$$\text{Ток} = 940000 / 812630 = 1,2 \text{ року}$$

Економічні показники зводимо до таблиці 6.5.

Таблиця 6.5.

Економічні показники

ПОКАЗНИКИ	Значення
Річна виробнича програма ремонту коробок передач трактора МТЗ , шт	94
Додаткові капіталовкладення, грн	940000
Випуск продукції на 100 м ² виробничої площі, шт	0,68
Фондовіддача, шт/тис. грн	0,033
Продуктивність праці, шт/чол	15,6
Собівартість ремонту однієї коробки, грн	57215
Відпускна вартість ремонту однієї коробки, грн	65860
Прибуток., грн	314625
Рентабельність, %	15,1

Строк окупності додаткових
капіталовкладень, років

ВИСНОВКИ

На основі даних комплексного аналізу технології ремонту коробок переми́ни передач тракторів МТЗ тягового класу 14 кН вирішено цілий ряд задач відновлення її роботоздатності.

В роботі були конкретизовані і вирішені наступні задачі:

1. Дано аналіз існуючих технологій ремонту коробок переми́ни передач тракторів МТЗ тягового класу 14 кН;
2. Проаналізувано види пошкоджень деталей коробок переми́ни передач тракторів МТЗ тягового класу 14 кН, що виникають в процесі експлуатації тракторів.

Переваги механічних трансмісій тракторів МТЗ тягового класу 14 кН полягають в наступному:

- Пристрій КПД і всього трансмісійного блоку є простим і оптимізованим;
- Надійність конструкції трансмісії перевірена шістдесятирічним досвідом експлуатації в найскладніших умовах;

3. Розроблено технологічний процес розбирання та складання коробок передач тракторів МТЗ тягового класу 14 кН;

4. Складено схеми та карти дефектації деталей. Корпус коробки передач.

Пошкодження різі. Знос поверхні під стакани підшипників та підшипники.

Знос поверхні під поводки; Первинний та проміжний вали. Знос шліцев по товщині. Знос поверхонь під підшипники. Знос зовнішніх поверхонь під кільця.

5. Проведено дослідження ремонтного фонду корпусів коробок передач.

Схема обробки інформації про знос поверхонь отворів корпусу коробки

передач під підшипники 309К. Відновлення поверхні посадочного отвору в

корпусі коробки передач місцевим останованням;

6. Розроблено технологічного процесу відновлення корпусу коробки переміни передач;

7. Розроблено технологічний процес відновлення деталей коробки переміни передач

8. Розроблено стенд для розбирання та складання коробок переміни передач тракторів МТЗ тягового класу 14 кН;

9. Розроблено міроприємства, які б задовольняли вимогам охорони праці при ремонтних роботах;

10. Визначено економічну ефективність відновлення працездатності коробки переміни передач. Додаткові капіталовкладення складають 940 тис. грн. Строк окупності додаткових капіталовкладень 1,2 роки.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ЛІТЕРАТУРА

1. Бучинський М.Я., Горик О.В., Чернявський А.М., Яхін С.В. Основи творення машин/ [За редакцією О.В. Горика, доктора технічних наук, професора, заслуженого працівника народної освіти України]. – Харків: Вид-во «НТМТ», 2017. – 448 с. : 52 іл.
2. Братішко В. В. Узгодження конструкційних параметрів матриць гвинтових грануляторів кормів за тиском та пропускнуою здатністю. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація. 2014. Вип. 27. С. 187-191.
3. Бойко А.І. Оцінка надійності складних систем методом дерева відмов // А.І. Бойко, А.В. Новицький, З.В. Ружилю, С.С. Карабиньош, В.А. Сиволапов, А.А.Засулько / К., Видавничий центр НУБіПУ, 2012. – 8 с.
4. Войналович О. В., Марчишина Є. І., Білжко Т. О. Охорона праці у сільському господарстві: підручник. К. Центр учбової літератури. 2017. 691с.
5. Гряник Г.М., Лехман С.Д., Бутко Д.А. та ін. Охорона праці. К.: Урожай, 1994.- 272 с.
6. Гречкосій В.Д., Погорілець О.М., Ревенко І.І. та ін. Довідник сільського інженера. – 2-е вид.; перероб. і доп. - К.: Урожай, 1991. – 400 с.
7. Денисенко М. І. Формування тонкових зносостійких покриттів на деталях робочих органів ґрунтообробної техніки та кормоприготувального обладнання. Матеріали науково-практичної конференції «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва: проблеми теорії та практики». Тернопіль 29-30 вересня 2022. С. 118-120.
8. Дзюба Л. Основи надійності машин / Л. Дзюба, Ю. Зима, Ю. Лютий // Львів, «Логос», 2003. – 201 с.

9. Канарчук В.Є. Надійність машин: Підручник. / В.Є. Канарчук, С.К.Полянський, М.М. Дмитрієв. – К.: Либідь, 2003. – 424 с.

10. Лозинський О.Ю., Марущак Я.Ю., Костробій П.П. Розрахунок надійності електроприводів: Підручник. Львів, видавництво ДУ “Львівська політехніка”, 1996. –234 с.

11. Лехман С.Д. Довідник з охорони праці в сільськогосподарських підприємствах. – К.: Урожай, 1990, –218 с.

12. Мальцев П.М., Емельянов Н.А. Основы научных исследований. Из-во «Вища школа», Киев, 1982, С-191.

13. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи „Відновлення зношених деталей хонінгуванням”. С.С. Карабиньош, А.В. Новицький, З.В. Ружилю. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016.

14. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи „Відновлення циліндрів (гільз) автотракторних двигунів розточуванням під ремонтний розмір” . С. Карабиньош, А.В. Новицький, З.В. Ружилю. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016.

15. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи “Відновлення зношених деталей хромуванням”. П.С. Попик, А.В. Новицький, З.В. Ружилю, В.А. Сиволапов, А.А. Троц. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2019

16. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи „Відновлення колінчастих валів шліфуванням корінних і шатунних шийок під ремонтний розмір” . , А.В. Новицький, З.В. Ружилю, В.А. Сиволапов, О.О. Банний. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016

17. Методичні вказівки до виконання лабораторно-практичної роботи “Розробка ремонтних креслень”. Карабиньош С.С., Новицький А.В., Ружилю З.В. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016

18. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Відновлення зношених деталей залізненням». Карабиньош С.С., Новицький А.В., Ружилю З.В. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016.

19. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи «Наплавлення під шаром флюсу». Карабиньош С.С., Новицький А.В., Ружилю З.В. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016

20. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи „Розробка маршрутної та операційних карт при ремонті машин”. К.: Видавничий центр НУБіП. –2009. -20с.

21. Молодик М.В. та ін. Відновлення деталей машин. – К.: Урожай, 1995, –542 с.

22. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними: ДСТУ 3004-95.- К.: Держстандарт України, 1995.– 51 с.

23. Надійність техніки. Системи технологійні. Терміни та визначення: ДСТУ 2470-94. - К.: Держстандарт України, 1995. – 28 с.

24. Надикто В. Т., Кюрчев В. М. Математичне моделювання функціонування машинно-тракторних агрегатів. Збірник наукових праць ТДАТУ. 2010. Вип. 10, т. 7. С. 3–9.

25. Новицький А. В., Карабиньош С. С., Ружилю З. В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБіПУ, 2017. 221 с.

26. Опальчук А.С., Афтанділянц Є.Г., Роговський Л.Л., Семеновський О.Є. Матеріалознавство і тенологія конструкційних матеріалів. Підручник – Ніжин:Видаве Видавець ПП Лисенко М.М., 2013. 752 с

27. Погорілець О.М. Зернозбиральні комбайни / О.М. Погорілець, Г.І. Живолуп. – Київ : Урожай, 1994. – 232 с.

28. Рубльов В.І., Войтюк В.Д. Управління якістю технічного сервісу і сільськогосподарської техніки при постачанні. К.: НАУ, 2006. 227 с.

29. Сільськогосподарські машини : навч. посіб. / Войтюк Д.Г., Аніскевич Л.В., Волянський М.С., Мартишко В.М., Гуменюк Ю.О. – Київ : «Агросвіта», 2017. – 180 с.

30. Сільськогосподарські машини Д. Г. Войтюк, Г. Р. Гаврилюк 2004. 448с.

31. Стандартизація, метрологія та сертифікація сільськогосподарської техніки. навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / Рубльов В. І., Войтюк В. Д., Бондар С. М. - Ніжин : Аспект-Поліграф, 2013. - 246с.

32. Саблук П.Т., Більський В.І., Підлісецький Г.М. Реструктуризація матеріально-технічної база агропромислового комплексу. - К. Інститут аграрної економіки УААН, 1997. - 296 с.

33. Технічне обслуговування і ремонт машин в сільському господарстві: Підручник для поч. проф. освіти / [В. В. Курчаткін, А. Н. Батишев та ін.]; Під ред. В. В. Курчаткіна. - 2-е вид., стерши. - М.: Видавничий центр "Академія", 2008. - 464 с.

34. Тримбач С. П., Степаненко С. П. Обґрунтування нової конструкції пресувального механізму для гранулювання кормів. Новітні технології в агроінженерії: проблеми та перспективи впровадження (присвячена 55-й річниці заснування інженерно-технологічного факультету Полтавського державного аграрного університету): матеріали I Всеукр. наук.-практ. Інтернет-конф., 1-2 червня 2021 р. Полтава : ПДАУ, 2021. С.13-16.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України