

НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

МОЛОДИК МИКОЛА ВОЛОДИМИРОВИЧ

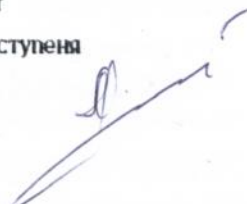
**МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ
ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ВИРОБНИЦТВ ПО
ВІДНОВЛЕННЮ ДЕТАЛЕЙ МАШИН**

Спеціальність:

**05.20.03 - Експлуатація, відновлення та ремонт
сільськогосподарської техніки**

А Б т о р е ф е р а т

дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора технічних наук



Київ - 1996

ЛННБ України ім.В.Стефаника



00755177 (W)

AB 33.894

Дисертація є рукописом.

Робота виконана в Інституті технічного сервісу Української академії аграрних наук.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор

Кравець І.А.

доктор технічних наук, професор

Чорновол М.І.

доктор технічних наук, професор

Міхалочкін М.А.

Провідна організація - Інститут механізації та електрифікації

сільського господарства Української

академії аграрних наук

Захист дисертації відбудеться "15" лютого 1996 р. о 14³⁰ год на засіданні вченої ради Д01.05.04 у Національному аграрному університеті за адресою: 252041, м.Київ, вул. Героїв Оборони, 13, учбовий корпус 7, ауд. 27.

Просимо взяти участь в обговоренні дисертації під час її захисту або надіслати відгук на автореферат у двох примірниках, завірених печаткою, за адресою: 252041, м.Київ-41, вул. Героїв Оборони, 15, сектор захисту дисертацій.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці університету

Автореферат розісланий "15" січня 1996 р.

Вчений секретар спеціалізованої

вченої ради, кандидат технічних

наук, доцент

В.Д.Гречкосія

ТВ - 35.89-7

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність проблеми. Ефективне використання техніки та обладнання забезпечується відповідним рівнем їх технічного обслуговування та ремонту, наявністю необхідної кількості запасних частин. Збалансоване та економічно доцільне забезпечення запасними частинами ремонтних підприємств та сфери експлуатації техніки здійснюється при умові періодичного поновлення роботоздатності технічно обґрунтованої та економічно доцільної номенклатури деталей до заданого рівня на виробництвах по відновленню деталей.

В сучасних умовах при значному дефіциті та великій вартості енергоресурсів, металів та матеріалів актуальність розвитку виробництв для відновлення деталей значно зростає.

Загальна номенклатура відновлюваних деталей сільськогосподарської техніки та обладнання переробних галузей складає понад 20 тис. найменувань, а технологічними розробками охоплено біля 20 % , що стримує зростання обсягів відновлення.

Для розширення номенклатури, збільшення обсягів та підвищення якості відновлення деталей необхідні нові теоретичні розробки щодо обґрунтування функцій, задач технологічної підготовки виробництв, формування цілісної системи. Необхідна нова методична база для розробки нормативно-технічної, технологічної і організаційної документації та засобів технологічного оснащення стосовно всіх ланок ремонтної мережі.

Актуальність проблеми постійно підкреслювалась в постановках Уряду України про розвиток виробництв для відновлення деталей в 1979, 1983, 1984 рр., цільовою комплексною науково-технічною програмою ОН.044 на 1982-1985 рр. і на період до 1990 року, загальносоюзною науково-технічною програмою на 1986-1990 рр.-0.51.11.

Мета роботи - розробка наукових основ створення технологій, засобів технологічного оснащення та документації при технологічній підготовці виробництв для відновлення деталей, що забезпечують зменшення трудомісткості робіт та термінів технологічної підготовки.

Наукова новизна. Розроблені наукові засади класифікації та типізації деталей, їх поверхонь, дефектів, обґрунтування типових рішень для технології відновлення деталей та уніфікації засобів технологічного оснащення, формування системи технологічної підготовки різних типів виробництв.

Обґрунтовані методичні принципи оцінки пристосованості до відновлення та формування номенклатури відновлюваних деталей, що охоплює максимально можливу і доцільну кількість відновлюваних деталей в різних ланках ремонтної мережі з вибором оптимального варіанту для кожного типу виробництва, оцінкою технічних, економічних та організаційних показників способів і технологій, забезпеченням максимального завантаження засобів технологічного оснащення.

Розроблені наукові основи обґрунтування способів відновлення окремих деталей, групи однотипних деталей, широкої номенклатури деталей, що включають аналіз деталей, як сукупність взаємопов'язаних поверхонь, оцінку імовірності безвідмовної роботи поверхонь і деталі в цілому та рівня якості при мінімальних витратах на відновлення.

Обґрунтовані методичні основи розробки ремонтних креслень і типових технологічних процесів відновлення типових поверхонь деталей та методична база для автоматизованої розробки документації із застосуванням комп'ютерної техніки при технологічній підготовці виробництв.

Теоретично та експериментально обґрунтовані напрямки вдос-

коналення технології відновлення основних конструктивно-технологічних груп деталей, що забезпечують задану якість відновлення при мінімальних витратах енергоресурсів та матеріалів. Технології базуються на застосуванні, в основному, способів пластичної деформації, ремонтних елементів та наплавлення.

Розроблені наукові принципи класифікації та формування системи засобів технологічного оснащення для різних типів виробництв з врахуванням номенклатури відновлюваних деталей. Системою передбачено групування обладнання та оснащення за способами відновлення, типами виробництв та конструктивно-технологічними групами деталей. Обґрунтовані методичні підходи при формуванні технічних вимог до конструкцій сучасних та перспективних засобів технологічного оснащення.

Обґрунтовані методичні принципи нормування обсягів виробництва, трудових та матеріальних витрат, прогнозування розвитку виробництв для відновлення деталей.

Предмет дослідження. Закономірності втрати роботоздатності деталей в процесі експлуатації машин, параметри та ознаки класифікації та типізації деталей, їх поверхонь, умов роботи в спряженнях, ознаки та закономірності відновлення роботоздатності деталей, способи відновлення та їх технологічні можливості.

Об'єкти дослідження. Система технологічної підготовки виробництв для відновлення деталей, спрацьовані та відновлені деталі, технологічні процеси та засоби технологічного оснащення, технічна документація для відновлення деталей машин.

Методика досліджень. При обґрунтуванні системи технологічної підготовки та визначенні ознак для класифікації і типізації деталей та їх елементів застосували системний аналіз, метод дерева цілей. Дослідження дефектів проводилося з використанням методів мікрометражу, математичної статистики, теорії імовір-

ностей.

Способи і технології відновлення деталей оцінювалися із застосуванням тензометрії, методів найменших квадратів та кореляційного аналізу.

Практична цінність. Результати виконаних автором досліджень стали методичною основою розробки нормативно-технічної, технологічної та конструкторської документації на відновлення деталей, створення засобів технологічного оснащення.

На основі одержаних наукових результатів та узагальнень виконані такі розробки, що мають практичну цінність:

система технологічної підготовки виробництв для відновлення деталей техніки, що використовується в агропромисловому комплексі. Керівний технічний матеріал РТМ 10.16.0002.043-88;

методика визначення номенклатури відновлюваних деталей;

методика обґрунтування способів відновлення деталей машин;

методика оцінки пристосованості деталей до відновлення;

класифікатор деталей, технологічних процесів та маршрутів у виробництві по відновленню деталей машин, пристосований до обробки на ЕОМ;

класифікатор видів дефектів спрацьованих поверхонь;

система засобів технологічного оснащення процесів відновлення деталей;

галузевий стандарт на порядок розробки, узгодження та затвердження технологічної документації на відновлення деталей - ОСТ 70.0009.005-85;

галузевий стандарт на порядок розробки, узгодження та затвердження ремонтних креслень - ОСТ 70.0009.006-85;

ремонтні креслення деталей /1300 найменувань/ та технологічні процеси відновлення деталей /250 найменувань/;

спосіб відновлення посадочних отворів під підшипники та

стакани в корпусних деталях постановков згортних кілець;

спосіб усунення тріщин в корпусних деталях;

типові технологічні процеси відновлення типових поверхонь деталей /86 найменувань/;

рекомендації по технології відновлення деталей та створенні потоково-механізованих ліній і дільниць відновлення деталей широкої номенклатури /16 брошур та альбомів/;

комплекс прикладних програм по обґрунтуванню номенклатури, способів відновлення деталей, автоматизованому проектуванню технологічних процесів, вибору засобів технологічного оснащення з застосуванням персональних комп'ютерів.

Реалізація результатів роботи. Результати роботи використовуються у всіх наукових, проектних і конструкторсько-технологічних організаціях агропромислового комплексу України при розробці нормативно-технічної, технологічної та конструкторської документації на відновлення деталей. Способи, технологічні процеси та обладнання для відновлення деталей, створені при активній творчій участі автора, реалізовані в Гребінківському та Білоцерківському РТП Київської області, Пряминському РЗ Мінської області та Оршанському ТРЗ Вітебської області Білорусі, Утенському РЗ Литви, Ставропольському РЗ Росії та ряді інших підприємств.

Річний економічний ефект від використання методичних та керівних матеріалів складає близько 2,5 млн. крб. /в цінах до 1991 р./ . Забезпечення ремонтних підприємств технологічною та організаційною документацією дозволить одержати економічний ефект майже 8,3 млн крб. /в цінах до 1991 р./ .

Фактичний економічний ефект від впровадження розробок склав близько 3 млн крб. /в цінах до 1991 р./ .

Методичні розробки, технологічна та конструкторська документація використовуються в учбових процесах Національного аграр-

ного університету, Національного технічного університету і в інших вищих навчальних закладах України та за її межами.

Апробація роботи. Основні положення та результати досліджень доповідались і були схвалені більше як на 20 міжнародних, всесоюзних, республіканських наукових, науково-технічних конференціях, семінарах, науково-технічних радах. Найважливіші серед них: міжнародні науково-технічні конференції: "Ремдеталь-83" /1983 р., м.Київ/, "Ремдеталь-88" /1988 р., м.П'ятигорськ/, по питаннях розвитку механізації, електрифікації та автоматизації с.г. виробництва /1994 р., с.м.т.Глеваха/; бюро науково-технічної ради Держкомсільгосптехніки СРСР /1983 р., м.Москва/; на науковій раді зварювання /1989 р., м.Київ, ІЕЗ ім. Е.О.Патона/; на всесоюзних науково-технічних конференціях /1987 р., м.Рига; 1989 р., м.Мінськ; 1989 р., м.Ленінград; 1990 р. м.Москва;1991р., м.Москва/.

Публікації. Основні положення дисертації опубліковані в 76 роботах, в тому числі: 4-ох книгах, 27 брошурах у вигляді методик, галузевих стандартів, рекомендацій, керівних документів, 13 альбомах технічної документації та каталогах, двох брошурах, 24 статтях. За результатами досліджень одержано 6 авторських свідоцтв на винаходи.

Структура і обсяг роботи. Дисертація складається із 6 розділів та містить 367 сторінок машинописного тексту, в тому числі 40 рисунків, 21 таблиця. Бібліографічний список налічує 361 найменування.

На захист виносяться такі основні наукові положення та результати:

- 1.Принципи класифікації і типізації відновлюваних деталей та їх елементів, видів дефектів, виділення типових поверхонь, умов роботи деталей в спраженнях, систематизації та типізації

засобів технологічного оснащення.

2. Система технологічної підготовки виробництв для відновлення деталей, що охоплює комплекс функцій та задач щодо оцінки пристосованості деталей до відновлення, розробки технічної документації, створення засобів технологічного оснащення, організації виробництв.

3. Методика визначення номенклатури відновлюваних деталей та розподілу їх за типами виробництв, яка відрізняється тим, що враховується максимально можлива кількість відновлюваних деталей, а доцільність їх відновлення на тому чи іншому рівні виробництва визначається з врахуванням технічних, економічних та організаційних показників.

4. Методика вибору раціональних способів відновлення, що базується на аналізі можливих способів відновлення поверхонь з врахуванням заданої імовірності безвідмовної роботи та синтезу способів для деталей в цілому або групі деталей при заданій імовірності безвідмовної їх роботи та мінімумі витрат на відновлення.

5. Методика оцінки пристосованості деталей до відновлення, що враховує конструктивну ремонтпридатність та кількісну техніко-економічну оцінку її рівня.

6. Методичні основи розробки ремонтних креслень, типових технологічних процесів відновлення типових поверхонь та їх ранжування за доцільністю застосування, а також методичні положення по автоматизації розробки документації.

7. Напрямки розвитку та удосконалення технології відновлення основних конструктивно-технологічних груп деталей сільсько-сподарської техніки.

8. Система засобів технологічного оснащення по типах виробництв та вимоги до конструкції перспективних засобів технологіч-

ного оснащення. Декларація особистого внеску автора. Теоретичні та основні результати експериментальних досліджень одержані особисто автором. В розробці окремих методичних питань, експериментальних дослідженнях, виборі способів і технологій відновлення деталей окремих конструктивно-технологічних груп брали участь співробітники: М.І.Костащук, Л.І.Шаповал, Г.Л.Гальперін, С.С.Котенко, І.П.Сич, Ю.М.Даллакян, В.Ф.Проценко, які працювали під методичним керівництвом автора.

ЗМІСТ РОБОТИ

1. Аналіз існуючих методичних розробок для технологічної підготовки виробництв відновлення деталей та задачі дослідження

На відміну від спеціалізованих машинобудівних заводів, ремонт машин однієї і тієї ж марки, вузла, агрегату та відновлення їх деталей здійснюється на десятках ремонтних підприємств з різною технологічною оснащеністю. При цьому необхідно забезпечити ресурс відремонтованої техніки на заданому рівні. Часта зміна програми ремонту в залежності від умов експлуатації, зміна номенклатури відновлюваних деталей з різним поєднанням дефектів, постійне вдосконалення способів та технологій відновлення призводить до значних витрат матеріальних і трудових ресурсів на розробку технологічних процесів відновлення деталей та засобів технологічного оснащення для конкретних підприємств.

Значний внесок у створення наукових основ, вирішення теоретичних та прикладних питань ремонту машин, обґрунтування прогресивних способів та індустріальних технологій відновлення деталей належить відомим вченим Д.Г.Вадівасову, Е.Л.Воловику, І.С.Вороніцину, Л.В.Дехтеринському, В.В.Єфремову, В.І.Казарцеву, В.О.Какуєвицькому, К.Т.Колкіну, В.С.Крамарову, В.М.Кряжкову, І.С.Леви-

тському, Н.І.Луневському, А.М.Масіно, В.А.Наливкіну, Ю.М.Петрову, А.В.Поляченку, М.М.Северневу, А.І.Селіванову, В.Я.Сковородіну, В.П.Суслову, І.Є.Ульману, С.С.Черепанову, М.І.Чорноволу, В.І.Чорноіванову, В.А.Шадрічеву та ін.

Як показує аналіз, однією з основних причин низьких темпів приросту обсягів відновлення деталей є екстенсивні напрями технологічної підготовки виробництв по відновленню деталей. Розроблювана технічна документація переважно включає одиничні технологічні процеси для конкретних виробництв, розробки велися на застарілій методичній основі і їх розширення досягалося лише за рахунок збільшення кількості розробників. При індивідуальному характері розробок втрачав зміст їх широкого тиражування. Як правило, документацією забезпечувалися тільки спеціалізовані виробництва.

Намітилася стійка тенденція до зменшення кількості капітальних ремонтів на спеціалізованих ремонтних підприємствах, але збільшуються обсяги робіт по поточному ремонту та відновленню деталей на ремонтних підприємствах районного рівня та в господарствах. А ці ремонтні служби практично не забезпечені документацією та мають досить обмежену кількість засобів технологічного оснащення. Технологічна підготовка для відновлення деталей на цих типах виробництв майже зовсім не велась. Щоб забезпечити документацією та засобами технологічного оснащення всі типи виробництв, необхідні нові методичні підходи і рішення, які б дозволили розробляти типову документацію, придатну для широкого застосування та тиражування, а також універсальне обладнання та оснащення для серійного виготовлення.

Для досягнення мети передбачено такі завдання досліджень:

- розробити методичні основи формування системи технологічної підготовки виробництв по відновленню деталей, класифікації

деталей, їх поверхонь та дефектів;

- розробити методики оцінки пристосованості деталей до відновлення і обґрунтування номенклатури відновлюваних деталей та розподілу їх за типами виробництв;

- розробити методику обґрунтування способів відновлення деталей;

- обґрунтувати вимоги до змісту технологічної і нормативно-технічної документації та створити методичну базу для автоматизації розробки документації на відновлення деталей;

- обґрунтувати основні напрямки розробки і удосконалення технології відновлення деталей для різних типів виробництв;

- обґрунтувати систему засобів технологічного оснащення, а також вимоги до їх конструкції;

- дати оцінку ефективності методичних розробок для технологічної підготовки виробництв по відновленню деталей.

2. Теоретичні положення формування системи технологічної підготовки виробництв по відновленню деталей машин

Деталі, як конструктивні елементи машин, в технологічному і функціональному відношенні є сукупність цілком визначених поверхонь. Розмірами, формою, цілістю та фізико-механічними властивостями матеріалу деталей і їх поверхонь характеризується робоздатність /ресурс/ деталі, як відносної здатності і потенційної можливості виконувати задані функції протягом визначеного терміну служби в машині.

В результаті спрацювання, механічних, хіміко-теплових і корозійних пошкоджень, старіння матеріалу при експлуатації машин відбуваються зміни початкового стану і розмірів деталей та їх поверхонь. При досягненні граничних значень деталей відновлюють або заміняють на нову.

Всі поверхні деталей, які відновлюються, поділено на викона-

вчі, основні, допоміжні, технологічні і вільні.

Виконавчі поверхні забезпечують виконання службового призначення - це поверхні лемешів, полиць, дискових ножів та інших робочих органів. Основними поверхнями деталей спирається на поверхні інших деталей і завдяки цьому займає в механізмі цілком визначене положення. Допоміжні поверхні є опорами для інших деталей і визначають їх положення у механізмі. Технологічні поверхні призначені для базування деталей при виготовленні і відновленні. Вільні поверхні з'єднують всі поверхні в одне ціле і не стикаються з поверхнями інших деталей.

Для деталей в цілому характерні форма, розміри, матеріал і вид термічної або хіміко-термічної обробки, маса, урівноваженість /для деталей, що обертаються/, цілість /відсутність тріщин, пробоїв, відломів/, а також допуски форми і розміщення поверхонь. Структурно-логічна схема конструктивно-технологічних параметрів деталей показана на рис. 1.

Поверхні деталей також характеризуються формою, розмірами, фізико-механічними властивостями, точністю, шорсткістю, цілістю, наявністю покриття з особливими властивостями, видом термічної чи хіміко-термічної обробки. Характеристика поверхонь деталей показана на рис.2.

Як впливає із рис.2, вся сукупність відновлюваних деталей за геометричною формою описується 9-ма видами поверхонь.

Геометрична форма є необхідною, але недостатньою ознакою для обґрунтування технології відновлення деталей. Другою необхідною ознакою є умови роботи поверхонь деталей в спряженнях.

Всі спряження, в яких працюють поверхні деталей діляться на нерухомі та рухомі. Нерухомість спряжень забезпечується посадкою або допоміжними деталями. Рухомі спряження діляться за видами відносного переміщення: ковзання, кочення, перекочування з ковза-

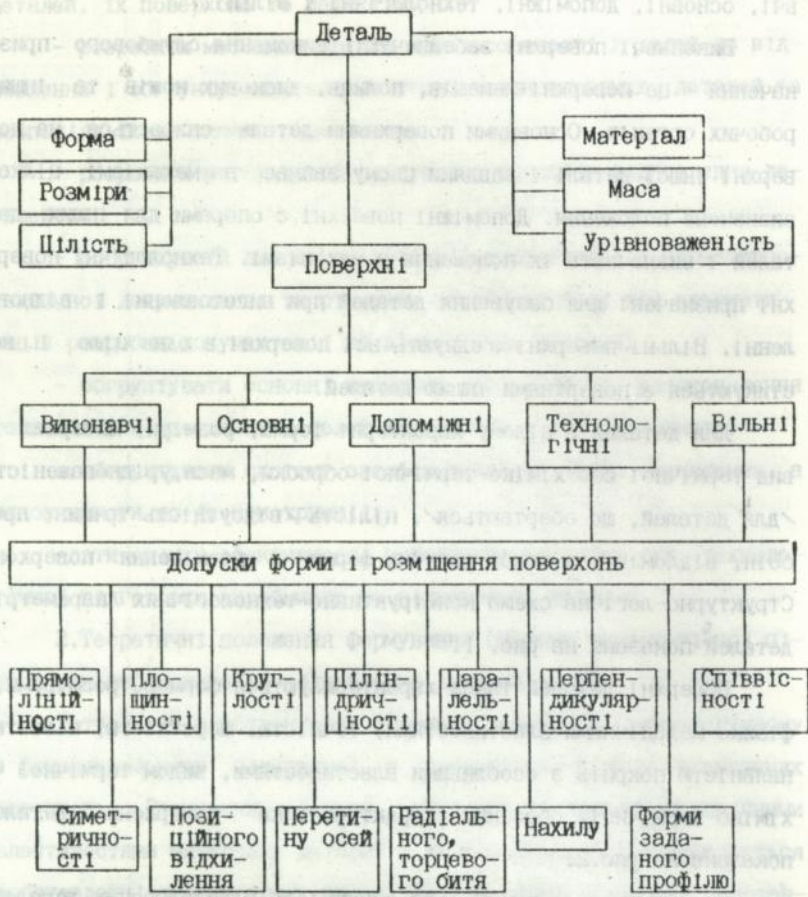


Рис.1. Структурно-логічна схема конструктивно-технологічних параметрів деталей

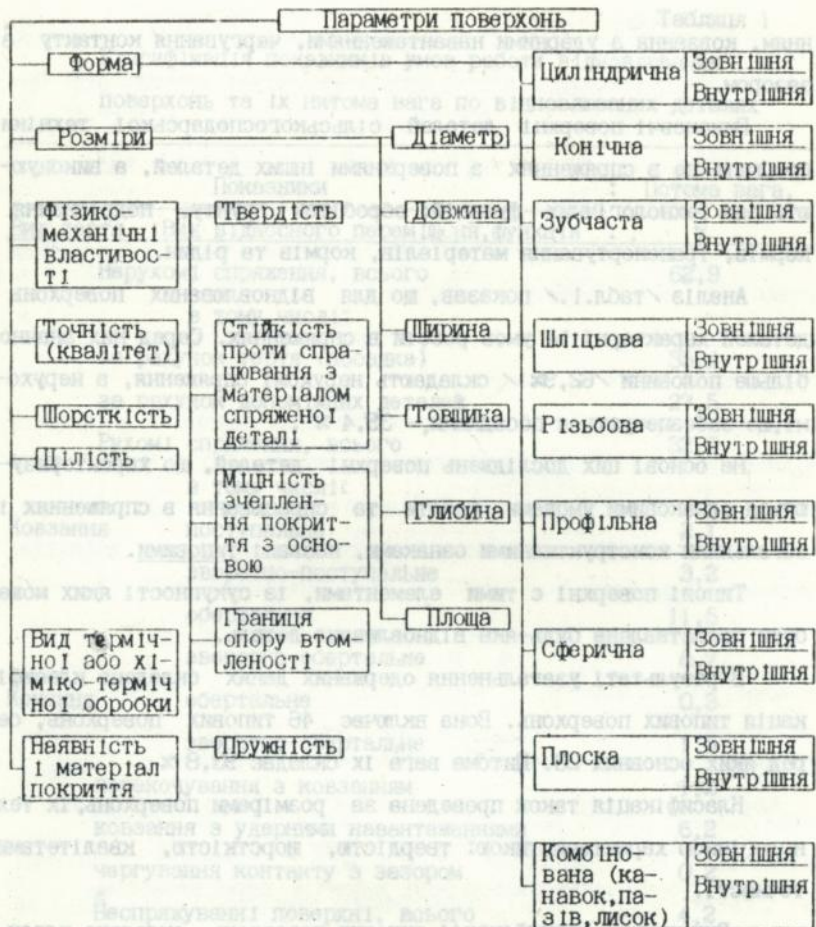


Рис.2. Характеристика поверхонь деталей

нням, ковзання з ударними навантаженнями, чергування контакту з зазором.

Виконавчі поверхні деталей сільськогосподарської техніки працюють не в спряженнях з поверхнями інших деталей, а виконують ряд технологічних функцій: обробіток ґрунту, подрібнення кормів, транспортування матеріалів, кормів та рідин.

Аналіз /табл.1./ показав, що для відновлюваних поверхонь деталей характерні 14 умов роботи в спряженнях. Серед них значно більше половини /62,9% / складають нерухомі спряження, а нерухомі, що забезпечуються посадками, - 35,4 % .

На основі цих досліджень поверхні деталей, що характеризуються однаковими умовами роботи та спрацювання в спряженнях і загальними конструктивними ознаками, названі типовими.

Типові поверхні є тими елементами, із сукупності яких може бути представлена будь-яка відновлювана деталь.

В результаті узагальнення одержаних даних складена класифікація типових поверхонь. Вона включає 46 типових поверхонь, серед яких основних 23. Літома вага їх складає 93,8 % .

Класифікація також проведена за розмірами поверхонь, їх технологічною характеристикою: твердістю, шорсткістю, квалітетами точності.

Виходячи з класифікації типових поверхонь, складена класифікація відновлюваних деталей з врахуванням таких ознак: спільність відновлюваних типових поверхонь, спільність способів відновлення, можливість організації відновлення для групової технології. Повна класифікація деталей включає виділення конструктивних - технологічних груп, розподіл їх за розмірами, матеріалом, масою.

Таблиця 1

Класифікація показників умов роботи відновлюваних
поверхонь та їх питома вага по відновлюваних деталях

| Показники | | Питома вага, |
|-----------|-------------------------------------|--------------|
| Вид тертя | Вид відносного переміщення, функція | % |
| | Нерухомі спраження, всього | 62,9 |
| | в тому числі: | |
| | за рахунок тертя (посадка) | 35,4 |
| | за рахунок допоміжних деталей | 27,5 |
| | Рухомі спраження, всього | 32,9 |
| | в тому числі: | |
| Ковзання | поступальне | 2,1 |
| | зворотно-поступальне | 3,2 |
| | обертальне | 11,5 |
| | зворотно-обертальне | 6,7 |
| Кочення | обертальне | 0,3 |
| | зворотно-обертальне | 1,5 |
| | перекочування з ковзанням | 1,2 |
| | ковзання з ударними навантаженнями | 6,2 |
| | чергування контакту з зазором | 0,2 |
| | Неспрязуванні поверхні, всього | 4,2 |
| | в тому числі: | |
| Ковзання | обробіток ґрунту | 3,4 |
| | подріснення кормів, | 0,6 |
| | харчових продуктів, | |
| | матеріалів | |
| | транспортування кормів, | 0,2 |
| | матеріалів, рідин, газів | |

В процесі експлуатації техніки змінюється форма, розміри, розміщення поверхонь, цілість, фізико-механічні властивості. При перевищенні допустимих значень виникають дефекти. Поява їх має імовірнісний характер і для визначення обсягів робіт для відновлення деталей кількісно оцінюється коефіцієнтами повторності дефектів. Ці коефіцієнти встановлюються на основі мікрометражних даних при ремонті машин і визначаються як відношення кількості деталей з даним дефектом у виборці до кількості ремонтноспридатних деталей в цій же виборці.

При наявності на деталі взаємозв'язаних поверхонь у процесі відновлення однієї можуть виникати недопустимі відхилення розміщення інших. У цьому випадку необхідно відновлювати всі поверхні.

Для визначення загального коефіцієнту повторності дефектів виведено формулу:

$$K_{ngz} = 1 - (1 - K_{ng}^m) \prod_{i=2}^n (1 - K_{ngi})^{1/n}, \quad (1)$$

де K_{ngz} - загальний коефіцієнт повторності дефектів;

K_{ng}^m - коефіцієнт повторності дефекту найменш надійної поверхні з максимальним значенням коефіцієнта;

K_{ngi} - коефіцієнти повторності дефектів інших поверхонь

$i = 2, 3, \dots, n$;

n - кількість взаємозв'язаних поверхонь.

Проведена класифікація видів дефектів та їх кількісна оцінка. Встановлено чотири інтервали величини дефектів: до 0,05; від 0,05 до 0,5; від 0,5 до 2,0 мм та більше 2 мм.

Для автоматизованого вирішення задач технологічної підготовки виробництв на основі класифікацій розроблена схема кодування інформації для поверхонь та деталей в цілому. Схема кодування показана на рис.3.

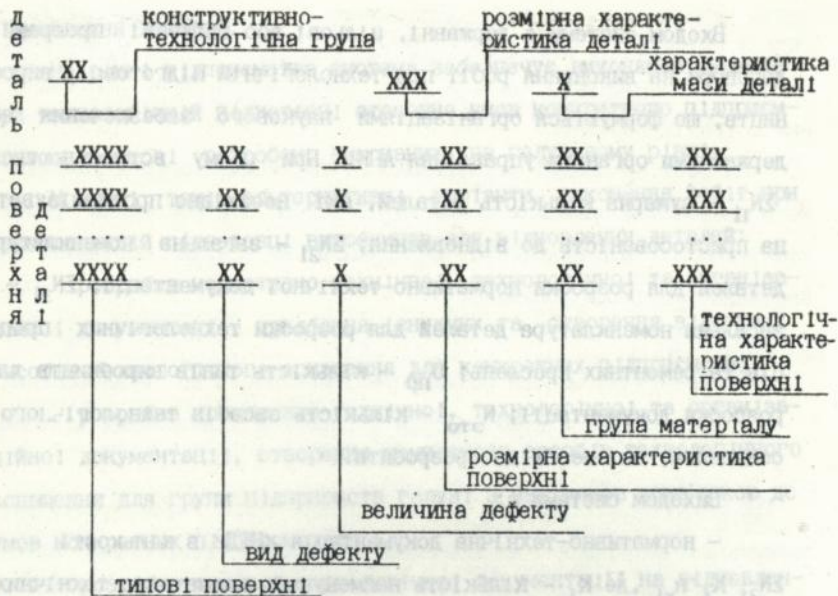


Рис.3. Схема кодування інформації про деталь

Проведені теоретичні дослідження є основою для формування системи технологічної підготовки виробництв для відновлення деталей.

Головною метою системи є забезпечення повної технологічної готовності ремонтних підприємств та майстерень до відновлення технічно та економічно обгрунтованої номенклатури деталей з встановленим рівнем якості при мінімальних трудових та матеріальних витратах. При цьому підприємства та майстерні повинні бути забезпечені повнокомплектною нормативно-технічною та технологічною документацією, засобами технологічного оснащення, документацією для організації виробництв.

На основі відомих положень з системного аналізу сформовано дерево цілей системи, яке включає 5 першого, 23 другого та 6 цілей третього рівня. Проведено розподіл цілей за рівнями технологічної підготовки: державний та підприємства (цех, дільниця).

Входом системи є державні, цільові або галузеві програми і договори на виконання робіт при технологічній підготовці виробництв, що формуються організаціями наукового забезпечення або державними органами управління АПК. При цьому встановлюються: ΣN_{11} - сумарна кількість деталей, які необхідно проаналізувати на пристосованість до відновлення; ΣN_{21} - загальна номенклатура деталей для розробки нормативно-технічної документації; ΣN_{31} - загальна номенклатура деталей для розробки технологічних процесів та ремонтних креслень; $O_{пр}$ - кількість типів виробництв для розробки документації; $N_{зто}$ - кількість засобів технологічного оснащення, які необхідно розробити.

Виходом системи є:

- нормативно-технічна документація (НТД) в кількості $\Sigma N_{21} \cdot K_i \cdot n_{ki}$, де K_i - кількість найменувань нормативно-технічних документів по i -й машині; n_{ki} - тираж нормативно-технічних документів k -го найменування по i -й машині;

- технологічна документація (ТД) в кількості $\Sigma N_{31} \cdot n_{T1}$ де n_{T1} - тираж технологічних процесів та ремонтних креслень по i -й машині;

- документація по організації виробництв (ОД) в кількості $\Sigma O_{пр} \cdot n_{oj}$, де n_{oj} - тираж організаційних документів j -го типу виробництва;

- засоби технологічного оснащення (ЗТО) в кількості $\Sigma N_{зто} \cdot n_{bg}$, де n_{bg} - програма випуску засобів технологічного оснащення g -го найменування.

Зворотний зв'язок здійснюється шляхом підготовки ремонтними підприємствами, господарствами та організаціями АПК пропозицій на проведення робіт при технологічній підготовці виробництв для нової номенклатури, оцінки якості відновлених деталей в умовах експлуатації, виявлення необхідності удосконалення технології

відновлення деталей.

На рівні підприємства система забезпечує виконання функцій при технологічній підготовці стосовно умов конкретного підприємства на основі розробок, виконаних на галузевому рівні.

Можливі такі альтернативні варіанти виконання робіт при технологічній підготовці виробництв для відновлення деталей:

- розробка нормативно-технічної, технологічної та організаційної документації, придбання існуючих та створення відсутніх засобів технологічного оснащення для конкретних підприємств;

- розробка нормативно-технічної, технологічної та організаційної документації, створення комплексів засобів технологічного оснащення для групи підприємств галузі з наступною прив'язкою до умов конкретних підприємств;

- розробка типової технологічної документації на відновлення типових поверхонь, нормативно-технічної та організаційної документації, ремонтних креслень, створення універсального та уніфікованого на блочно-модульній основі обладнання.

Третій варіант сформовано на базі даних досліджень.

Оцінка варіантів проведена по цільовій функції мінімізації витрат на технологічну підготовку виробництв по відновленню деталей (Зтпн) у вигляді:

$$Z_{тпн} = Z_{пав} + Z_{та} + Z_{т} + Z_{оп} + Z_{то} \longrightarrow \min$$

$$\text{при } t_p \longrightarrow \min,$$

де $Z_{пав}$, $Z_{та}$, $Z_{т}$, $Z_{оп}$, $Z_{то}$ - відповідно витрати на проведення робіт при оцінці пристосованості деталей до відновлення, розробці нормативно-технічної, технологічної, організаційної документації та конструкторської документації на засоби технологічного оснащення; t_p - терміни технологічної підготовки виробництв при постійній кількості розробників.

Порівняльна оцінка варіантів показала, що вони співвідно-

сяться слідуєчим чином 1,0 : 0,62 : 0,31, а терміни підготовки відповідно дорівнюють 4,3 і 2 роки. Таким чином, найбільш вигідним є третій варіант.

На базі виконаних теоретичних та експериментальних досліджень розроблена загальна схема та послідовність виконання робіт при технологічній підготовці виробництва за третім варіантом та керівний технічний документ.

3. Методичні основи оцінки пристосованості до відновлення, обґрунтування номенклатури і способів відновлення деталей

Пристосованість деталей до відновлення (ПДВ) характеризується комплексом технічних і економічних показників. Розроблена методика передбачає проведення поетапної оцінки.

На першому етапі проводиться технічна експертиза деталей, на основі якої встановлюється на скільки враховані ремонтні вимоги до конструкції деталей, виявляються конструктивні рішення з низькою ПДВ.

На наступному етапі проводиться якісна оцінка ПДВ. При цьому аналізуються можливі дефекти деталей, кількість та розмірні характеристики типових поверхонь, можливість відновлення.

Технічним критерієм, що визначає ПДВ є коефіцієнт конструктивної пристосованості ($K_{ПДВ}^k$), який визначається за виразом:

$$K_{ПДВ}^k = K_p K_c K_b K_n K_p K_{нов} K_{нос} K_m K_y, \quad \text{3/}$$

де K_p , K_c , K_b , K_n , K_p , $K_{нов}$, $K_{нос}$, K_m , K_y - відповідно коефіцієнти, що враховують можливість застосування ремонтних розмірів, необхідність розчленування деталей на складові частини в процесі відновлення, необхідність створення або відновлення технологічних баз, можливість застосування зміцнюючих покриттів, необхідність та кількість переустановлень та додаткової підналадки, мож-

ливість використання серійного обладнання та уніфікованої оснастки, масу деталі, однотипність та уніфікацію типових поверхонь.

Часткові коефіцієнти визначаються за формулами:

$$K_p = \frac{T_B}{T_{PC}} ; K_q = \frac{T_B}{T_B + t_q} ; K_b = \frac{T_B}{T_B + t_b} ; K_n = \frac{T_B}{T_B + t_n} ; \quad /4/$$

$$K_l = \frac{T_B}{T_B + t_l} ; K_m = \frac{T_B}{T_B + t_m} ; K_y = \frac{T_B}{T_B + t_y} ,$$

де T_B - нормативна трудомісткість відновлення деталі;

T_{PC} - трудомісткість відновлення з використанням ремонтних розмірів та змінних елементів ;

$t_q, t_b, t_l, t_n, t_m, t_y$ - відповідно додаткова трудомісткість виконання операцій при розчленуванні, базуванні, переустановленні, нанесенні зміцнюючих покриттів, переміщенні і закріпленні деталі, а також необхідності застосування різних способів відновлення.

Економічними показниками є трудомісткість і витрати на відновлення, які порівнюються з нормативними значеннями, розрахованими за питомими показниками на відновлення типових поверхонь.

Деталі, для яких витрати на їх відновлення з урахуванням ресурсу не перевищують витрати на придбання нових запасних частин, є пристосованими до відновлення.

На третьому етапі для групи пристосованих деталей проводиться кількісна оцінка ПДВ. При цьому визначається комплексний показник $K_{ПДВ}$, що враховує технічні, економічні показники і якість відновлення. Він визначається за формулою:

$$K_{ПДВ} = 1 - \frac{Z_{ПДВ}}{K_{ВД} Z_n} , \quad /5/$$

де $Z_{ПДВ}$ - витрати на відновлення з урахуванням конструктивної пристосованості; $K_{ВД}$ - коефіцієнт відновлення ресурсу деталі;

Z_n - витрати на придбання нової деталі.

Експериментально встановлено, що при значеннях $K_{ПДВ}$ в межах від 0 до 0,2 - деталі погано пристосовані до відновлення, при зна-

чення 0,2 - 0,5 - задовільно, а більше 0,5 - добре пристосовані до відновлення.

Результати оцінки можуть використовуватися як при розробці ремонтної документації, так і конструкторськими організаціями при створенні нових машин та модернізації існуючих.

Розроблена методика обґрунтування способів відновлення деталей передбачає попередній відбір способів, обґрунтування способів відновлення типових поверхонь, відновлення окремих деталей та груп деталей.

Для аналізу та вибору способів проведена повна їх класифікація і кодування як за технологічним принципом одержання заготовки, так за технологічною суттю.

При попередньому відборі способів встановлюється можливість їх застосування для конкретних металів і сплавів, максимальна та мінімальна товщина покриття, твердість, вид механічної та фінішної обробки, точність і шорсткість, суцільність покриття та міцність зчеплення його з основою, стабільність одержання заданих показників. Попередній відбір здійснюється шляхом послідовного порівняння технічних показників способів з необхідними характеристиками відновлюваних деталей.

На другому етапі проводиться обґрунтування способів відновлення спрацьованих типових поверхонь деталей. При цьому по кожній поверхні визначаються імовірності безвимовної роботи і коефіцієнти відновлення ресурсу поверхонь.

Вибір способів для поверхонь ґрунтується на базі даних результатів прискорених випробувань типових поверхонь нових та відновлених різними способами деталей. В залежності від умов роботи в спряженнях оцінюється стійкість проти спрацювання, витривалість, міцність зчеплення покриття з основою. Для кожного способу визначаються питомі витрати на відновлення з врахуванням

коефіцієнту відновлення ресурсу поверхонь. Основним є спосіб відновлення кожної поверхні з найменшим значенням питомих витрат.

На останньому етапі обґрунтовуються способи відновлення окремих деталей та груп деталей. При цьому визначаються імовірності безвідмовної роботи нової та відновленої деталі для всіх робочих поверхонь та коефіцієнт відновлення ресурсу деталі в цілому відповідно за формулами:

$$P_D = P_{вп} \prod_{j=2}^m P_j^{1/m}, \quad /6/$$

$$K_{вд} = \left[\frac{(-\ln P_{ДН}) K_{вф}}{-\ln P_{ДВ}} \right]^{1/b_{в}}, \quad /7/$$

де $P_{вп}$ - імовірність безвідмовної роботи найслабкшої поверхні; P_j - імовірність безвідмовної роботи інших поверхонь; m - число відновлюваних поверхонь деталі; $P_{ДН}$, $P_{ДВ}$ - відповідно імовірність безвідмовної роботи нової та відновленої деталі (визначається за формулою /6/); $K_{вф}$, $b_{в}$ - відповідно коефіцієнт відновлення форми і параметр форми розподілу ресурсу деталі /приймаються рівними значенням цих показників для найслабкшої поверхні за результатами прискорених випробувань/.

Для всіх порівнюваних способів визначаються інтегральні показники $I_{од}$ для деталі в цілому і умова доцільності її відновлення вибраними способами:

$$I_{од} = \frac{K_{вп} Z_{вд} + (1 - K_{вп}) Z_{н}}{K_{вд} Z_{н}} \leq 1, \quad /8/$$

де $K_{вп}$ - приведенне значення коефіцієнту відновлення деталі /з врахуванням коефіцієнту придатності і виходу придатних деталей в процесі відновлення/; $Z_{вд}$ і $Z_{н}$ - відповідно витрати на відновлення деталі та придбання нової запасної частини.

Спосіб відновлення з мінімальним значенням відповідного інтегрального показника є основним.

Оптимальні способи відновлення однієї деталі не завжди будуть оптимальними для певної номенклатури відновлюваних деталей. В цьому випадку оптимальні способи визначаються по мінімальному значенню інтегрального показника за формулою:

$$I_{\text{вк}} = \frac{\sum_{i=1}^L N_i K_{\text{вн}i} \text{Эвд} + \sum_{i=1}^L N_i (1 - K_{\text{вн}i}) \text{Эн}i}{\sum_{i=1}^L N_i K_{\text{вд}i} \text{Эн}i} \quad (9)$$

де N_i - кількість i -х деталей, що підлягають відновленню;

L - кількість найменувань /номенклатура/ відновлюваних деталей.

При обґрунтуванні номенклатури деталей для відновлення аналізуються всі конструктивні елементи машини /агрегату/. В номенклатуру включаються всі пристосовані до відновлення деталі, відновлювати які технічно можливо і економічно доцільно порівняно з закупкою або виготовленням нових запасних частин.

Кожна деталь розглядається як сукупність типових поверхонь з врахуванням всіх дефектів та їх взаємоз'язку. Типові поверхні групуються, визначається їх кількість та сумарна площа $S_{\text{в}^{\text{вм}}}$ за формулою:

$$S_{\text{в}^{\text{вм}}} = \sum_{j=1}^g K_{\text{в}j} \sum_{i=1}^m S_{\text{г}i} K_{\text{пд}i}^p \quad (10)$$

де $K_{\text{в}j}$ - коефіцієнт придатності деталі для відновлення;

g - кількість деталей в машині з однотипними поверхнями;

$S_{\text{г}i}$ - геометрична площа відновлюваної поверхні при усуненні i -го дефекту; m - кількість однотипних поверхонь на деталі, що підлягають відновленню; $K_{\text{пд}i}^p$ - коефіцієнт повторності i -го дефекту із числа ремонтпридатних деталей.

Основні та допустимі способи відновлення визначаються згідно з викладеною вище методикою, а необхідне оснащення підбирається за типовою технологією.

Розподіл номенклатури деталей для відновлення на різних типах виробництв здійснюється на основі аналізу завантаження комп-

лексу обладнання з врахуванням програм ремонтних підприємств. При обґрунтуванні доцільності створення та розміщення спеціалізованих цехів та дільниць для централізованого відновлення окремих конструктивно-технологічних груп деталей за критерій приймається мінімум приведених витрат.

Всі деталі, при відновленні яких коефіцієнт завантаження обладнання не нижче нормативного, рекомендуються для організації цехів та дільниць для відновлення на місці ремонту машин. Якщо коефіцієнт нижче планового, розглядаються варіанти заміни способів із числа допустимих або заміни обладнання на менш продуктивне і дешеве. Якщо і ці варіанти не дають позитивних результатів, то розраховується мінімальне допустиме значення коефіцієнту використання обладнання $\sqrt{Ku\phi}^{\min}$:

$$\sqrt{Ku\phi}^{\min} = \frac{Kun}{1 + \frac{100 \Delta Z Kun \Phi}{(Бов Нов + Бу\phi^{ном} \Phiов Нном) T\Phi}} \quad (11)$$

де Kun - нормативний плановий коефіцієнт використання обладнання з врахуванням коефіцієнтів змінності та внутрішнього використання; ΔZ - резерв витрат, як різниця між витратами на придбання централізовано відновленої деталі та розрахунковими витратами на відновлення на місці ремонту машини; Φ - річний фонд часу обладнання; $Бов$ - балансова вартість обладнання; $Нов$ - річна норма амортизаційних відрахувань на обладнання; $Бу\phi^{ном}$ - балансова вартість 1 кв.м будівлі; $\Phiов$ - площа, яку займає обладнання; $Нном$ - річна норма амортизаційних відрахувань на будівлі; $T\Phi$ - норма часу на операцію, що аналізується при відновленні однієї деталі.

4. Основні методичні положення розробки технічної

документації на відновлення деталей

Грунтуючись на системі технологічної підготовки виробництва

для відновлення деталей, встановлено: до складу нормативно-технічної входить документація для визначення номенклатури та обсягів відновлення деталей, норм та нормативів затрат праці, матеріалів, потреби в матеріально-технічних ресурсах.

Нормативи обсягів відновлення базуються на коефіцієнтах відновлення для кожного найменування деталей, що входять до номенклатури. Для розрахунків загальних обсягів користуються зональними коефіцієнтами відновлення $K_{вз}$, які визначаються за виразом:

$$K_{вз} = \frac{1}{M_p} \sum_{i=1}^n M_{pi} \cdot K_{vi} \quad (12)$$

де M_p і M_{pi} - відповідно кількість ремонтів машин по зоні та на конкретному і-му підприємстві; K_{vi} - коефіцієнт відновлення на конкретному підприємстві; n - кількість підприємств по зоні.

Нормативні документи для визначення витрат матеріалів, потреби в матеріально-технічних ресурсах розробляються переважно розрахунково-аналітичним методом, виходячи з типових та одиничних технологічних процесів, режимів виконання операцій, хронометражних даних.

Типові поверхні є найбільш загальними первинними елементами деталей, від стану яких залежить їх роботоздатність та ресурс. В процесі експлуатації не всі поверхні одночасно втрачають роботоздатність, а тому в більшості випадків виникає необхідність відновлювати окремі поверхні. Маючи комплект технологічних процесів відновлення поверхонь, можна скласти будь-які технологічні маршрути відновлення деталей.

Основним документом, що визначає перелік усувасяких дефектів та вимоги до якості відновлених деталей, є ремонтне креслення. Використовуючи викладені методики, при розробці ремонтних креслень обґрунтовуються основні та допустимі способи усунення дефектів, технологічні маршрути відновлення, а згідно з розробленими гістограмами визначаються коефіцієнти повторності дефектів.

Із всієї номенклатури відновлюваних деталей більше 60 % припадає на корпусні деталі, вали гладкі та шліцьові. Серед оригінальних деталей значну номенклатуру складають зірочки ланцюгових передач та хрестовини карданів.

Для цих конструктивно-технологічних груп деталей з використанням розроблених методик та класифікаторів сформовані типові технологічні процеси відновлення типових поверхонь, обґрунтовані типові схеми технологічних процесів, типові технологічні маршрути відновлення.

Для корпусних деталей найбільшу повторність мають дефекти внутрішніх циліндричних поверхонь нерухомих спряжень під підшипники та стакани. Характеристика цих типових поверхонь наведена на рис.4. Для усунення дефектів таких поверхонь розроблено спосіб /а.с. N 1169594/ та впроваджено технологію, що базується на постановці тонкостінних скрутних кілець з наступним закріплюючим та зміцнюючим розкочуванням. Для підвищення надійності посадки кілець на поверхні отвору нарізують гвинтові канавки глибиною 0,3-0,5 мм та кроком 3-6 мм. Такі технологічні прийоми дозволяють одержати гарантовану посадку кілець в отворах /рис.5/.

Для відновлення гладких та шліцьових валів розроблено ряд технологічних схем та маршрутів їх відновлення, що базуються на електродуговому наплавленні, контактній приварці металевої стрічки та дроту, електромеханічній обробці, холодній пластичній деформації /а.с. N 948510/. Характеристика типових зовнішніх шліцьових поверхонь наведена на рис.6.

При відновленні хрестовин карданних валів також застосовується ресурсозберігаюча технологія на базі пластичного деформування. Особливістю процесу є те, що деформація розповсюджується на всю товщину цапф, що дозволяє повністю компенсувати спрацювання поверхні по діаметру і довжині.

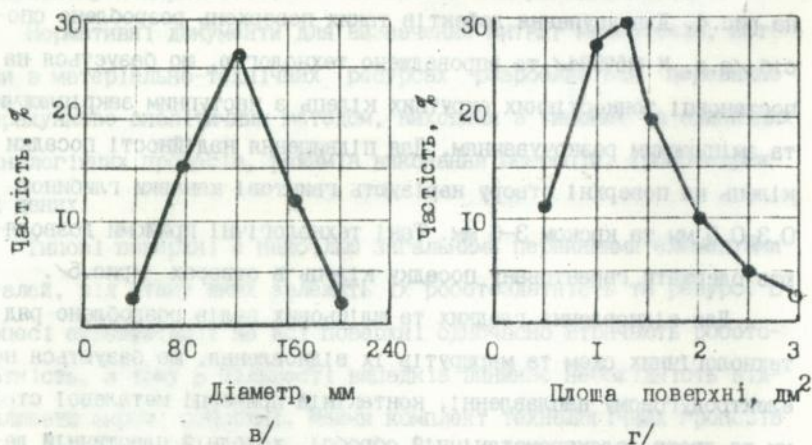
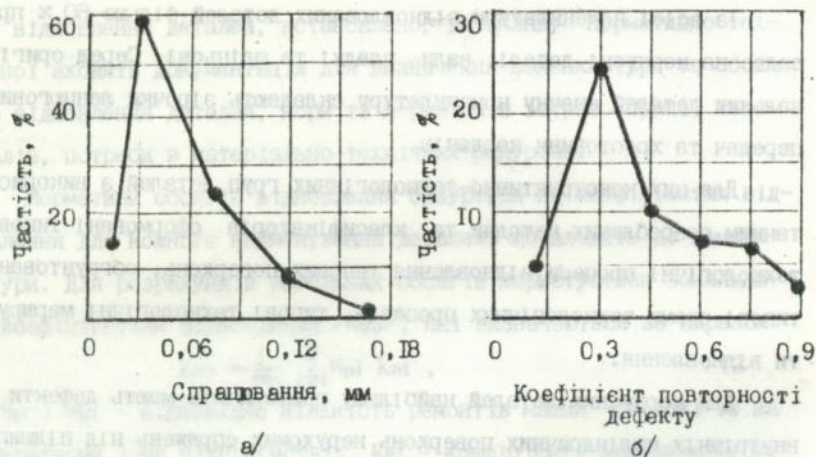


Рис. 4. Характеристика типової внутрішньої циліндричної поверхні нерухомого спряження корпусних деталей по спрацюванню /а/, коефіцієнту повторності дефекту /б/, діаметру /в/, площі відновлювальної поверхні /г/

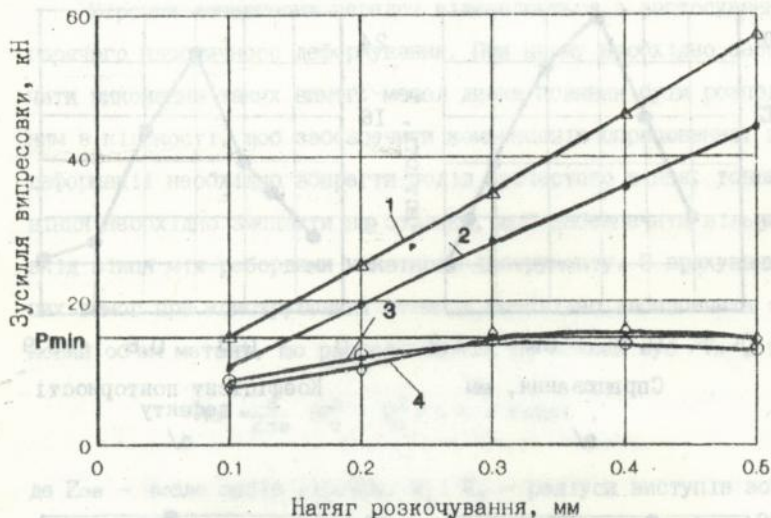


Рис. 5. Залежність зусилля випресовки кілець від підготовки поверхні отвору:

1 - отвір з канавками: $S = 5$ мм; $h = 0,4$ мм; $\alpha = 70^\circ$;

матеріал - сталь 3, $t_m = 1,2$ мм;

2 - отвір з канавками: $S = 5$ мм; $h = 0,4$ мм; $\alpha = 70^\circ$;

матеріал - сталь 65Г, $t_m = 1,2$ мм;

3 - отвір без канавок: матеріал - сталь 3, $t_m = 1,2$ мм;

4 - отвір без канавок: матеріал - сталь 65Г, $t_m = 1,2$ мм;

Діаметр отвору 62 мм, ширина - 20 мм.

S - крок канавок; h - глибина канавок; t_m - товщина матеріалу кілець.

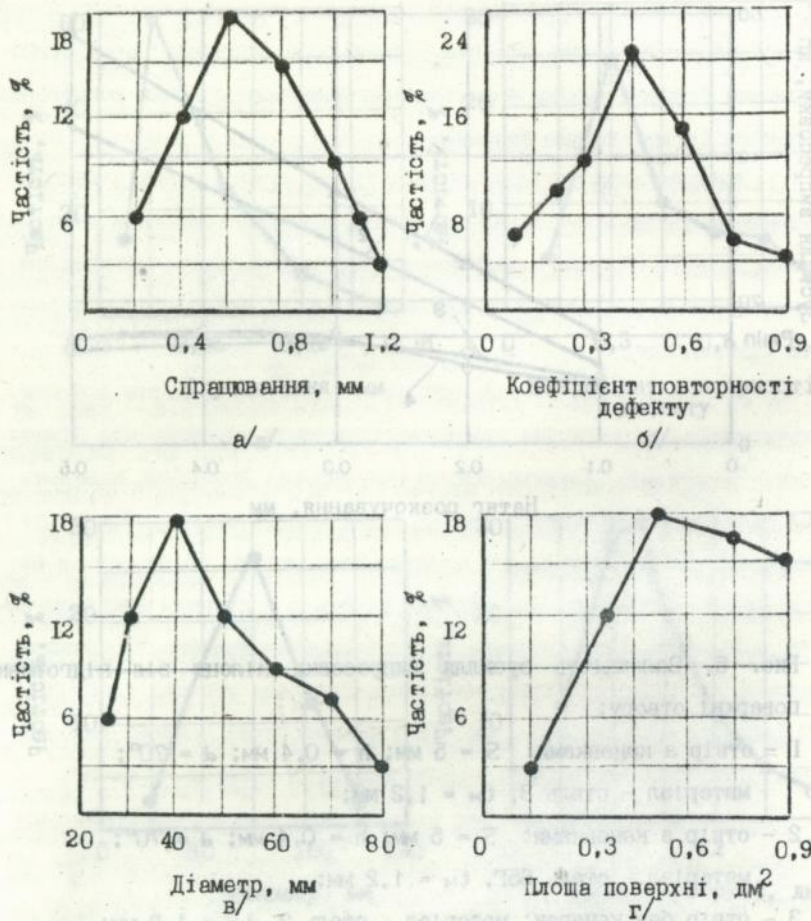


Рис. 6. Характеристика типової зовнішньої шлицьової поверхні умовно нерухомого спряження по спряженню /а/, коефіцієнту повторності дефекту /б/, діаметру /в/, площі відновлювальної поверхні /г/

Зірочки ланцюгових передач відновлюються з застосуванням гарячого пластичного деформування. При цьому необхідно забезпечити виконання таких вимог: метал диска повинен бути розподілений в кількості, щоб забезпечити компенсацію спрацювання; при деформації необхідно зберегти поділ зубчастого вінця; товщину вінця необхідно зменшити на стільки, щоб забезпечити вільний вхід вінця між ребрами накатного інструменту. З врахуванням цих вимог при конструюванні штамів необхідно забезпечити однаковий об'єм металу, що розподіляється на кожний зуб $\sqrt{V_z}$, тобто:

$$V_z = \frac{\pi}{Z_{zv}} \cdot (R_1^2 - R_2^2) \cdot h \cdot b = \text{const}, \quad /13/$$

де Z_{zv} - число зубів зірочки; R_1 і R_2 - радіуси виступів зовнішньої і внутрішньої кромки штампу; h - коефіцієнт, що враховує форму канавки (для прямокутної - $h = 2$, для трикутної - $h = 1$); b - глибина канавки.

На основі методичних положень, що викладені в цьому розділі, за участю автора розроблено 86 типових технологічних процесів відновлення типових поверхонь, що охоплюють основну номенклатуру відновлюваних деталей.

Детально методика оформлення ремонтних креслень та технологічних процесів відновлення деталей викладена в галузевих стандартах ОСТ 70.0009.005-85 та ОСТ 70.009.006-85, розроблених під методичним керівництвом та на базі теоретичних досліджень автора.

Рекомендації для створення виробництв є узагальнюючим документом, що визначає технологію та організацію відновлення деталей на підприємствах. Для основних типів виробництв такі рекомендації розроблені за участю автора і видані масовим тиражем /16 брошур та альбомів/.

5. Обґрунтування системи засобів технологічного оснащення

Засоби технологічного оснащення /ЗТО/ створюються для забез-

печення виконання операцій технологічних процесів відновлення деталей з заданою продуктивністю, точністю і у відповідності із запроєктованими режимами. Тому вихідними даними для формування системи є типові та одиничні технологічні процеси відновлення деталей.

Система ЗТО є підсистемою системи технологічної підготовки виробництва і розглядається як її складова частина. Входом системи є технологічні процеси відновлення деталей та технологічна потреба ремонтних підприємств та інших виробничих формувань в ЗТО. Виходом системи є обладнання, технологічні комплекси, пристрої та оснащення для ремонтно-обслуговуючої бази АПК. Зворотним зв'язком є попит ремонтних підприємств та господарств на ЗТО.

При визначенні можливості та доцільності застосування існуючого обладнання або створення нового за основу були прийняті показники його призначення за паспортними даними або показники карт рівня, складених на основі патентних досліджень.

Згідно з способами та видами обробки деталей однотипне обладнання оцінювалося і ранжувалося за показником питомих витрат на експлуатацію Z_{yg} з врахуванням продуктивності:

$$Z_{yg} = \frac{Z_4 \cdot K}{W} \quad (14)$$

де Z_4 - витрати на експлуатацію обладнання, що включають амортизаційні відрахування, витрати на інструмент, поточний ремонт, енергоресурси, воду в розрахунку на одну годину роботи обладнання; K - кількість обладнання одного найменування, необхідного для реалізації способу /технологічного процесу/; W - година^н продуктивність обладнання.

В системі однотипне обладнання розміщене в порядку збільшення питомих витрат. Відсутність обладнання з необхідними показниками вказує на необхідність його створення, а ранжування за показником питомих витрат визначає перевагу його застосування.

При формуванні комплексів обладнання для типів виробництв

визначальним показником є коефіцієнт використання обладнання.

Проведена класифікація і кодування обладнання та оснастки. Класифікаційними ознаками для обладнання є: способи відновлення, сфера його застосування та придатність для відновлення певних конструктивно-технологічних груп деталей. Для оснастки: конструктивно-технологічні групи деталей, призначення за видами обробки та типи виробництв.

На основі проведених розрахунків та класифікації сформована система ЗТО для відновлення деталей.

Система ЗТО для відновлення деталей є складовою частиною ЗТО для технічного обслуговування, ремонту техніки та відновлення деталей. Узагальнюючі дані про систему ЗТО для відновлення деталей наведені в табл.2.

Таблиця 2

Загальна характеристика системи ЗТО

| Групи способів відновлення | Кількість найменувань обладнання, шт | | | |
|---|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| | : знаходиться на виробництві | : рекомендується до виготовлення | : підлягає заміні | : знаходиться в стадії розробки |
| Зварювання | 93 | 2 | 1 | 2 |
| Наплавлення | 48 | 14 | 4 | 1 |
| Нанесення металізаційних покриттів | 28 | 3 | 4 | 2 |
| Нанесення електrolітичних покриттів | 13 | 13 | - | - |
| Наплавлення і заливання рідким металом | 1 | - | - | - |
| Пластична деформація | 4 | 16 | - | - |
| Електромеханічна і електрофізична обробка | 2 | - | - | - |
| Термічна і хіміко-термічна обробка | 29 | 4 | - | 1 |
| Обробка різанням | 37 | 1 | - | - |
| Всього: | 401 | 56 | 9 | 6 |

Загальна кількість найменувань обладнання 472.

Проведені дослідження системи ЗТО та узагальнення дозволили обґрунтувати основні напрямки створення перспективного обладнання для зварювання та наплавлення, пластичної деформації, пристроїв для механічної обробки деталей при відновленні.

6. Узагальнення результатів досліджень і оцінка

ІХ економічної ефективності

Розроблені типові технології, система ЗТО, галузеві стандарти, методика та класифікатори є методичною базою для вирішення всіх питань, пов'язаних з технологічною підготовкою виробництва для відновлення деталей. При всіх формах технічного сервісу комплекс робіт для відновлення деталей є найбільш вагомим, так як забезпечує задану якість відремонтованої техніки та мінімальний рівень витрат на підтримання техніки в роботоздатному стані.

Аналіз одержаних результатів показує, що подальший ІХ розвиток можливий в таких напрямках:

використання розробок інженерно - технічними працівниками всіх галузей народного господарства, зайнятих створенням технологій, документації, ЗТО з метою підвищення продуктивності праці;

удосконалення учбового процесу при підготовці фахівців у вузах та середніх спеціальних учбових закладах;

використання типових технологічних процесів, керівних документів та методик безпосередньо на ремонтних підприємствах для вирішення практичних питань розробки та удосконалення технологічних процесів відновлення деталей, нормування затрат праці і матеріалів, стосовно конкретних умов підприємств;

використання розробок в учбових процесах інститутів підвищення кваліфікації керівних та інженерно - технічних працівників щодо структури системи технологічної підготовки, її функцій, ор-

ганізації роботи відповідних служб, механізації та автоматизації інженерних робіт;

удосконалення програм та методик проведення науково-дослідних робіт у науково-дослідних інститутах та вузах з метою розробки типових технологічних рішень, універсальних, уніфікованих та блочно-модульних ЗТО, норм і нормативів для матеріально-технічного забезпечення виробництв.

Розроблені методичні матеріали створили реальні передумови для автоматизації вирішення ряду питань технологічної підготовки виробництв.

На їх базі розроблені автоматизовані підсистеми обґрунтування номенклатури відновлюваних деталей та розподілу їх за типами виробництв, вибору оптимальних способів відновлення деталей, проєктування технологічних процесів відновлення деталей, інформаційно-пошукова підсистема – обладнання для відновлення деталей. Для їх реалізації використовується сучасна комп'ютерна техніка.

Реалізація результатів досліджень дозволяє підвищити продуктивність праці інженерно – технічних працівників майже в 4 рази. Економічний ефект від зменшення витрат на технологічну підготовку виробництв для відновлення деталей складає близько 2,5 млн. крб, а за рахунок зменшення виробничих витрат безпосередньо на ремонтних підприємствах – 8,25 млн. крб. /в цінах до 1991 р./.

Фактичний економічний ефект від впровадження результатів досліджень складає більше 3 млн. крб. /в цінах ⁴⁰1991 р./.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Дефіцит енергоресурсів, сировини та матеріалів, екологічна ситуація на перший план висувають проблему вторинного використання ресурсів. В цьому зв'язку відновлення спрацьованих деталей є вагомим джерелом забезпечення АПК України запасними частинами

та підтримання техніки в роботоздатному стані. Своєчасна технологічна підготовка ремонтно-обслуговуючих виробництв всіх типів і рівнів, забезпечення їх необхідними технологіями, обладнанням та документацією уможливорює розширення номенклатури відновлюваних деталей в 2-3 рази та збільшення обсягів відновлення в 1,3 - 1,5 рази.

2. Розроблені принципи класифікації і типізації відновлюваних деталей та їх елементів, дефектів, що враховують розмірні характеристики, види і розміри дефектів, технологічні характеристики поверхонь складають основу для формування конструктивно-технологічних груп деталей, типових технологічних маршрутів відновлення деталей та засобів технологічного оснащення.

3. В результаті теоретичних досліджень встановлено, що для всіх відновлюваних деталей найбільш загальними елементами є типові поверхні, що характеризуються однаковими конструктивними ознаками та умовами роботи в спряженнях. Будь-яку відновлювану деталь можна представити як сукупність типових поверхонь. Вся номенклатура відновлюваних деталей сільськогосподарської техніки складає 54 конструктивно-технологічні групи, загальними для них є 23 основні типові поверхні. Для типових поверхонь характерні 9 видів конструктивної подібності та 14 видів умов роботи в спряженнях.

4. На основі аналізу цілей технологічної підготовки виробництв та проведених теоретичних досліджень розроблена нова система технологічної підготовки виробництв для відновлення деталей, що ґрунтується на класифікації і типізації деталей і їх елементів, методиках оцінки пристосованості деталей до відновлення, оптимізації номенклатури і способів відновлення. Одержана залежність для оптимізації функціонування системи. При оптимальному варіанті витрати на технологічну підготовку зменшуються в

3 рази, а терміни підготовки - в 2 рази.

5. Одержані залежності і розроблена методика оцінки пристосованості деталей до відновлення за конструктивними, економічними та комплексними показниками. При конструктивному аналізі деталі оцінюються за 9-ма показниками, що враховують можливість застосування ремонтних розмірів, використання технологічних баз, необхідність переустановок, масу, можливість використання серійного оснащення, застосування зміцнюючих покриттів, однотипність поверхонь. Економічними показниками є трудомісткість та витрати на відновлення. Комплексний показник враховує конструктивні особливості, коефіцієнт відновлення ресурсу та витрати на відновлення. Деталі є пристосованими до відновлення при значеннях комплексного показника не менше 0,2.

6. Обґрунтування номенклатури відновлюваних деталей і розподіл їх за типами виробництв включає групування деталей, сумування площ однотипних поверхонь з наступним аналізом технічних, економічних, організаційних показників та вибором засобів технологічного оснащення. Технічні показники визначаються технологічними можливостями способів по забезпеченню якості відновлення, економічні - витратами на відновлення. Організаційним показником, що визначає доцільність відновлення на ремонтних підприємствах для власних потреб є коефіцієнт використання обладнання. Одержано залежність для визначення мінімального значення коефіцієнту використання обладнання, виходячи із максимально допустимого рівня витрат на відновлення порівняно з централізованим відновленням.

7. Встановлено, що способи відновлення необхідно оцінювати по забезпеченню заданої імовірності безвідмовної роботи та коефіцієнту відновлення ресурсу типових поверхонь і деталей в цілому. Одержані залежності та розроблена методика обґрунтування способів відновлення деталей, що передбачає кількісну оцінку по-

казників надійності за результатами прискорених випробувань та техніко-економічних показників. Доцільність застосування того чи іншого способу відновлення деталі або групи деталей широкої номенклатури визначається інтегральним техніко-економічним показником, що враховує показники надійності та витрати на відновлення. Методику доцільно використовувати при розробці ремонтних креслень, на стадії проектування технологій відновлення деталей та оцінки діючих технологій.

8. Основними конструкторськими та технологічними документами, що визначають технічні вимоги до відновлених деталей, основні та допустимі способи відновлення, технологічні маршрути виконання операцій, нормування трудовитрат, матеріалів, оптимальні режими виконання операцій, є ремонтні креслення та типові технологічні процеси відновлення типових поверхонь деталей. Із сукупності типових технологічних процесів формується технологічні процеси відновлення будь-яких деталей, вибираються необхідні засоби технологічного оснащення.

9. Визначені технологічні характеристики типових поверхонь основних конструктивно-технологічних груп деталей, що включають характеристику спрацювань, розмірні характеристики та площі відновлюваних поверхонь. Обґрунтовані типові схеми технологічних процесів, енерго- і ресурсозберігаючих технологій їх відновлення. Для корпусних деталей – технологія постановки скрутних кілець з наступним закріплюючим та зміцнюючим розкочуванням; для валів гладких і шліцьових – застосування універсальних електродугових та електроконтактних процесів наплавлення; для хрестовин карданів – пластична деформація; для зірочок ланцюгових передач – пластична деформація в гарячому стані та зубонакатування.

10. Розроблена система засобів технологічного оснащення, що включає класифікацію їх за способами відновлення, типами вироб-

нищів та конструктивно-технологічними групами. Однотишне обладнання оцінюється показником питомих витрат на його експлуатацію з урахуванням продуктивності. Відсутність обладнання з необхідними показниками для забезпечення технологій свідчить про необхідність його створення чи модернізації існуючого. Сформовані комплекси обладнання для різних ланок ремонтної мережі. Система включає 472 найменування обладнання, із яких 401 випускається чи випускалося серійно або за разовими замовленнями, в стадії розробки та освоєння виробництва – 62 найменування, інше підлягає зняттю з виробництва або модернізації. Створена автоматизована інформаційно-пошукова система по обладнанню для відновлення деталей.

11. Узагальнюючим документом для технологічної підготовки виробництв є рекомендації по організації виробництв для конкретних об'єктів, машин, агрегатів, конструктивно-технологічних груп деталей. Рекомендації включають дані щодо номенклатури і обсягів відновлення, обґрунтування способів, необхідних площ та обладнання, енергоресурсів, трудових і матеріально-технічних ресурсів для відновлення деталей із заданими показниками якості, а також всі вихідні дані для розробки проектів для створення виробництв, технічне переозброєння чи реконструкцію.

12. Розроблені методика, класифікатори і типові технологічні процеси є інформаційною базою для створення автоматизованих систем обґрунтування способів відновлення, номенклатури відновлюваних деталей, розробки технологічних процесів відновлення деталей. Створено необхідне програмне забезпечення для персональних комп'ютерів. Використання автоматизованих систем дозволяє в декілька разів підвищити продуктивність інженерної праці.

13. Розрахунковий річний економічний ефект від реалізації результатів досліджень за рахунок зменшення витрат на розробку

нормативно-технічної, технологічної та конструкторської документації, підвищення продуктивності праці інженерно-технічних працівників, забезпечення виробництва документацією і зменшення виробничих витрат на відновлення деталей складає більше 10 млн.крб. /в цінах до 1991 р./ . Питомі витрати на технологічну підготовку виробництва відновлення деталей зменшуються майже в 4 рази.

Фактичний економічний ефект від реалізації методичних розробок у ВНД ІВСД ВНВО "Ремдеталь", ПКТІ "Молдсільгосптехпроект" та впроваджених технологій в Гребінківському і Білоцерківському РТП Київської обл., Вільшанському РТП Черкаської обл. Прияминському та Оршанському ремонтних заводах Білорусі та інших ремонтних підприємствах складає більше 2 млн. крб. /в цінах до 1991р./ .

14. Результати роботи використані в розроблених галузевих стандартах, класифікаторах, керівних технічних матеріалах, методиках, положеннях, рекомендаціях, альбомах ремонтних креслень та інших документах. Загальний обсяг опублікованих документів складає більше 100 д.а.

Результати досліджень опубліковані в 76 друкованих роботах, що включають 4 книги і 8 брошур. За результатами досліджень одержано 6 авторських свідоцтв на винаходи.

Основні положення дисертації викладені в наступних друкованих працях:

1. Молодик М.В., Зенкин А.С. Відновлення деталей машин. Довідник. - М.: Машинобудування, 1989. - 480 с. /монографія/.

2. Молодик М.В., Лангерт Б.А., Бредун А.К. Відновлення деталей машин, - 2-е вид., перероб. і доп. - К.: Урожай, 1989. - 226 с. /монографія/.

3. Молодик М.В., Лангерт Б.А., Бредун А.К. Відновлення деталей машин. - К.: Урожай, 1985 - 160 с. /монографія/.

4. Руденко П.О., Горохов В.А., Молодик М.В., Буряк Л.Є. Підвищення якості відновлення деталей машин. За редакцією М.В.Молодика. - К.: Урожай, 1978. - 176 с.

5. Молодик М.В., Ярославський М.С. Ремонт сільськогосподарських машин. - 2-е вид., перероб. і доп. - К.: Урожай, 1977. - 60 с.

6. Молодик М.В., Резніченко І.І. Ремонт сільськогосподарських машин. - К.: Урожай, 1972. - 58 с.

7. Методика техніко-економічного обґрунтування способів відновлення деталей машин / Молодик М.В., Гальперін Г.Л., Котенко С.С., Сич І.П. / - М.: ДЕРЖНДГІ, 1988. - 32 с.

8. Методика оцінки пристосованості деталей до відновлення. РД 10.16.0002.013-88 / Молодик М.В., Шаповал Л.І. / - М.: ДЕРЖНДГІ, 1989. - 34 с.

9. Класифікатор деталей, технологічних процесів і маршрутів у виробництві відновлення деталей машин, пристосованих до обробки на ЕОМ. / Молодик В.М., Котенко С.С., Ромась М.Д. та ін. / - М.: ДЕРЖНДГІ, 1988. - 40 с.

10. Система технологічної підготовки виробництв по відновленню деталей машин, що використовуються в агропромисловому комплексі. РТМ 10.16.0002.043-88. / Молодик М.В., Котенко С.С., Ромась М.Д. та ін. / - М.: ДЕРЖНДГІ, 1989. - 24 с.

11. Молодик М.В., Шаповал Л.І. Оцінка пристосованості деталей до відновлення // Методичні вказівки по нормуванню, оцінці та забезпеченню ремонтпригодності техніки. - М.: ДЕРЖНДГІ, 1991. - с. 24 - 32, 83 - 86, 88 - 91.

12. ОСТ 70.0009.005-85. Порядок розробки, узгодження та затвердження технологічної документації на відновлення деталей / Молодик М.В., Свириденко І.П., Артем'єва В.А. / - М.: ДЕРЖНДГІ, 1986. - 54 с.

13. ОСТ 70.0009.006-85. Креслення ремонтні. Порядок розробки, узгодження та затвердження /Молодик М.В., Свириденко І.П., Гриниченко В.М. та ін./ - М.: ДЕРЖНДТІ, 1986. - 16 с.

14. Молодик М.В. Система технологічної підготовки виробництв по відновленню деталей. - М.: ЦНІТЕІ, 1984, - 4 с.

15. Технологічні режими механізованого зварювання корпусних чавунних деталей. РТМ 70.0009.008-82 /Молодик М.В., Свириденко І.П., Лангерт Б.А. та ін./ - М.: ДЕРЖНДТІ, 1984. - 10 с.

16. Рекомендації по організації дільниць відновлення деталей широкої номенклатури в майстернях райсільгосптехніки в умовах діяльності РАПО /Полупанов Ф.П., Молодик М.В. та ін./ - М.: ДЕРЖНДТІ, 1985. - 110 с.

17. Рекомендації по організації дільниць відновлення спрацьованих деталей машин в майстернях райсільгосптехніки зони Лісостепу УРСР /Полупанов Ф.П., Молодик В.М. та ін./ - К.: Укрсільгосптехпроект, 1983. - 102 с.

18. Рекомендації по організації дільниць відновлення деталей на спеціалізованих підприємствах по ремонту шасі трактора Т-70С /Молодик М.В., Ковальчук В.І., Ятченко М.А./ - М.: ДЕРЖНДТІ, 1986. - 50 с.

19. Ремонтні креслення і карти технологічних процесів відновлення деталей автомобілів, тракторів, сільськогосподарських і тваринницьких машин /Чорноіванов В.І., Деревець І.С., Молодик М.В. та ін./ - М.: ДЕРЖНДТІ, 1983. - Книга 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. - 1348 с.

20. Молодик М.В. Технологічна підготовка виробництв // Механізація сільського господарства, - 1983. = N 4, с. 6-7.

21. Молодик М.В., Умрихіна Н.А., Латушко Т.П. Спрацювання та пошкодження деталей шасі тракторів Т-150К. // Праці ДЕРЖНДТІ, 1980, т. 62. - с. 39-44.

22. Молодик М.В., Шаповал Л.І. Підвищення ремонтпридатності

деталей - резерв скорочення витрат на ремонт машин. // Праці ДЕРЖНДГІ. 1990, т.90. - с. 53 - 65.

23. Молодик М.В., Котенко С.С., Ромась М.Д. Удосконалення системи технологічної підготовки виробництв по відновленню деталей машин. // Технологія судоремонту. - 1989. - N 2, с. 7 - 9.

24. Молодик М.В., Тимошенко О.Д., Усатик М.В. Відновлення хрестовин. // Техніка в сільському господарстві - 1981. N 1, с. 48 - 49.

25. Молодик М.В. та ін. Відновлення зірочок ланцюгових передач методом пластичної деформації. // Економіка і організація виробництва. - М., - 1981. - N 5, с. 8 - 12.

26. А.С. 1169594 /СРСР/. Спосіб кріплення втулок в циліндричних отворах. /Молодик М.В., Костацук М.І. - Опубл. в Б.И., 1985 N 28.

27. А.С. 1303353 /СРСР/. Вставка для ремонту деталей з тріщинами. /Костацук М.І., Молодик М.В.. - Опубл. в Б.И., 1987 N 14

28. А.С. 1759590 /СРСР/. Спосіб відновлення посадочних отворів під підшипники. /Карабінеш С.С., Молодик М.В., Соколенко О.М., Ільницький Д.В./ - Опубл. в Б.И., 1992 N 33.

29. А.С. 948510 /СРСР/. Пристрій для розмірно-чистової та зміцнюючої обробки шлиців на валах. /Молодик М.В., Даллакян Ю.М., Єранкін О.Н., та ін./ - Опубл. в Б.И., 1982, N 29.

30. А.С. 1148206 /СРСР/. Спосіб відновлення деталей типу хрестовин карданного шарніру. /Розенберг О.М., Розенберг О.О., Молодик М.В. та ін./ - 1984. Публікації не підлягає.

31. А.С. 1336415 /СРСР/. Деформуючий інструмент. /Розенберг О.О., Андреев А.О., Молодик М.В. та ін./ 1985. Публікації не підлягає.

32. Молодик М.В. Методичні основи технологічної підготовки виробництв по відновленню деталей // Тези доповідей на науково-

техн. конф. країн-членів РЕВ "Сучасне обладнання та технологічні процеси для відновлення і зміцнення деталей машин" "Ремдеталь-88" /17-21 жовтня 1988 р. м.П'ятигорськ/ - М.; 1988. - ч. 1 - с. 42-43.

33. Молодик М.В. Наукові основи технологічної підготовки виробництв по відновленню спрацьованих деталей. // Тези доповідей на науково-техн. конф. країн-членів РЕВ та СФРЮ "Сучасне обладнання та технологічні процеси для відновлення спрацьованих деталей машин" "Ремдеталь-83" /17-22 травня 1983 р., м.Київ/ -М., 1983. - ч.4. - с. 68 - 69.

34.Молодик М.В. Технологічна підготовка виробництв по відновленню деталей в умовах ринкової економіки.// Роботи в галузі відновлення та зміцнення деталей. Матеріали семінару МДНПІ - М., 1991. - ч.1. - с. 24 - 25.

35.Молодик М.В. Система технологічної підготовки виробництв по відновленню деталей в сучасних умовах. // Міжнародна науково-техн. конф. по питаннях розвитку механізації, електрифікації і автоматизації сільськогосподарського виробництва в умовах ринкових відносин. Тези доповідей /15-17 листопада 1994 р., с.Глевахва/ - ІМЕСГ УААН, 1994. - с. 241 - 242.

36. Молодик М.В. Основні напрями удосконалення і розвитку технологічної підготовки виробництв по відновленню деталей машин //Тези доповідей на всесоюзній науково-практичній конф. по відновленню деталей машин /2-5 грудня 1987 р., м.Рига/ - М., 1987. с. 2.

37.Молодик М.В. Тенденції розвитку відновлення деталей та технологічна підготовка виробництв. // Тези доповідей та виступів науково-практичної конференції "Інженерні проблеми сільськогосподарського виробництва України" /травень 1984 р./ - К., 1994. - с. 236 -237.

38. Молодик М.В. Впровадження прогресивних технологій та обладнання для відновлення деталей по розробках ВДІВСД. // Економіка і організація виробництва. - 1986. № 7, с.10 -12.

39. Молодик М.В. Наукове забезпечення технологічної підготовки ремонтно-обслуговуючого виробництва. // Енергозберігаючі технології та технічні засоби для виробництва сільськогосподарської продукції. Тези доповідей на науково-технічній конференції /16-18 листопада 1993 р., с.Глеваха/ - с. Глеваха, 1993, - с. 171 -172.

40. Молодик М.В., Шаповал Л.І. Оцінка пристосованості конструкції деталей сільськогосподарської техніки до відновлення. // Тези доповідей на науково-техн. конф. країн-членів РЕВ. "Сучасне обладнання та технологічні процеси для відновлення і зміцнення деталей машин" "Ремдеталь-88" /17-21 жовтня 1988 р. м.П'ятигорськ/ - М., 1988. - ч.1. - с. 70 - 71.

41. Молодик М.В., Котенко С.С., Гулькін О.С. Автоматизація технологічної підготовки виробництв по відновленню деталей. // Тези доповідей на секції "Автоматизація процесів технічного обслуговування та ремонту техніки" /18-20 квітня 1989 р., м.Мінськ/. - М., 1989. - с. 27 - 28.

42. Молодик М.В., Котенко С.С., Ромась М.Д. Кодування інформації при автоматизації технологічної підготовки виробництв по відновленню деталей. // Тези доповідей на секції "Автоматизація процесів технічного обслуговування та ремонту техніки" /18-20 квітня 1989 р., м.Мінськ/ - М., 1989. - с. 40 - 42.

43. Молодик М.В., Шаповал Л.І. Оцінка пристосованості деталей до відновлення. // Енергозберігаючі технології та технічні засоби для виробництва сільськогосподарської продукції. Тези доповідей на науково-технічній конференції /16-18 листопада 1993 р., с.Глеваха/ - 1993. - с. 190 - 192.

Молодык Н.В. Методические основы технологической подготовки производств по восстановлению деталей машин. Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.20.03 - эксплуатация, восстановление и ремонт сельскохозяйственной техники. Национальный аграрный университет, Киев, 1996.

Защищаются теоретические и экспериментальные исследования, которые составляют методические основы и систему технологической подготовки производств по восстановлению деталей. Установлено, что для всех восстанавливаемых деталей наиболее общими элементами являются типовые поверхности, характеризуемые одинаковыми конструктивными признаками и условиями работы в сопряжениях. Разработаны методики оценки приспособленности деталей к восстановлению, определения номенклатуры восстанавливаемых деталей, обоснования способов восстановления, сформирована система средств технологического оснащения, направления совершенствования технологии восстановления деталей. Приводятся данные об эффективности результатов исследований.

Molodik N.V. Methodical bases of technological preparations of production in machine details' restoration. Manuscript.

Thesis for a degree of Doctor of technical sciences, 05.20.03 - exploitation, rehabilitation and mending of rural economy machines. National Agrarian University, Kyiv, 1996.

There is theoretical and experimental analysis which form methodical bases and the system of technological preparation of production to details' restoration.

It was stated that for all rehabilitated details the most common element is typical surfaces which are characterized by the same construction criterion and the same conditions of work

in conugation. Details' adjustment estimation technigue to restoration, definition of restored details' nomenclature, rehabilitation procedure substantiation were developed, orientations of improvement of details' resroration technology, the system of technical egulpmnt means was formed.

The data on efficiency of analysis results are given.

Ключові слова: методики, система технологічної підготовки, відновлення деталей, технічна документація, засоби технологічного оснащення, технологічні процеси, способи відновлення.

Відомості про авторів та редакцію
Учене звання та посаду
Місце роботи
Адреса та телефон

© 1998, Всесоюзний науково-технічний інформационно-издателский центр "ВНИИТЭИ" (Москва)

AB 33.894

AB 33.894