

УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

ПОЛУПАНОВ ФЕДІР ПЕТРОВИЧ

ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БАГАТОНОМЕНКЛАТУРНОГО  
ВИРОБНИЦТВА ПО ВІДНОВЛЕННЮ ДЕТАЛЕЙ

Спеціальність 05.20.03 - експлуатація, віднов-  
лення та ремонт сільсь-  
когосподарської техніки

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т

дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

КИЇВ - 1994

Дисертація є рукописом.

Робота виконана в Інституті технічного сервісу УААН.

Науковий консультант: кандидат технічних наук,  
старший науковий співробітник  
М.В.Молодик.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор  
А.С.Опальчук,

кандидат технічних наук,  
старший науковий співробітник  
В.І.Ковальчук.

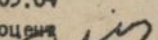
Провідна організація: Інститут механізації та елек-  
трифікації сільського господар-  
ства УААН.

Захот відбудеться " 27 " травня 1994 року о  
14 год. 30 хв. на засіданні Спеціалізованої Вченої ради  
Д 01.05.04 по присудженню вченого ступеня доктора техніч-  
них наук в Українському Державному аграрному університеті  
за адресою: 252041, м.Київ, вул. Героїв Оборони, 13, 7 уч-  
бовий корпус, аудиторія № 27.

Просимо взяти участь в роботі ради, або вислати ваш  
відгук на автореферат в 2-х примірниках, завірений печат-  
ком, за адресою: 252041, Київ-41, вул.Героїв Оборони,15,  
секретаріат спеціалізованих рад.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці  
Українського Державного аграрного університету.

Автореферат розіслано " 12 " 04 1994 року.

Вчений секретар  
Спеціалізованої ради Д.01.05.04  
кандидат технічних наук, доцент  В.Д.Гречкосій

ЛНБ ім. В. Стефаніка  
АН України

ЛНБ України ім.В.Стефаніка



00801712 (J)

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. У вирішенні завдань організації надійної і безвідмовної роботи машин в агропромисловому виробництві наважливішими факторами є організація і управління виробництвом по ремонту, технічному обслуговуванню і, наголовніше, – забезпеченню запасними частинами, що є основним чинником технічного сервісу. Хронічна нестача конструктивних елементів машин, економічна та екологічна доцільність збору і відновлення спрацьованих деталей обумовлюють актуальність наукової розробки. Вирішення поставлених задач дозволить суттєво збільшити обсяги відновлення деталей і поліпшити забезпечення ними споживачів.

Відставання в галузі виробництва по відновленню деталей є наслідком недооцінки і недостатньої наукової та практичної розробки питань організації та технології багатонаменклатурного виробництва по відновленню деталей.

Становлення нової підгалузі ремонтного виробництва висунуло принципово нові проблеми в теорії і практиці організації виробництва. Особливо актуальним є те, що спрацьовані деталі, фактично є готовими доробками конструктивних елементів машин. Вони, після певного механічного обробітку, перетворюються у повноцінні замітники нових деталей. При цьому виключається великий перелік технологічних і організаційних операцій, економиться жива та уречевлена праця, матеріальні і енергетичні ресурси, вода, повітря, територія, зменшується забруднення навколишнього середовища, вирішується проблема поліпшення організації технічного сервісу.

Дослідження виконані в ІТС УААН по темах 0107, 1120, 11.01/ № держ.реєстрації 81016034, 01830034870 та 01840018367/.

Об'єкти дослідження. Технологічні процеси, технічні засоби та елементи організації відновлення деталей на багатонаменклатурному виробництві.

Ціль роботи. Розробити наукові основи технологічної підготовки багатонаменклатурних виробництв по відновленню деталей для забезпечення споживачів запасними частинами.

Методи досліджень і апаратура. Виробництво по відновленню спрацьованих деталей та їх збиранню розглянуто як певну множину, яка складається з діляниць, цехів, підприємств, на яких мають бути відновлені множини різноманітних деталей. Аналіз технології, організаційних суб'єктів виконано із застосуванням методів теорії випадко-

вих процесів, сучасних методів оцінки якості відновлення та інженерного прогнозування. Використано основний методичний принцип – реалізація обмеженої кількості типових технологій відновлення типових поверхонь деталей необмеженої кількості номенклатури виробів.

Теоретичні дослідження та аналіз справцвань робочих поверхонь деталей, визначення показників надійності /для розробки номенклатури/ проведено методами теорії ймовірності, математичної статистики, інженерного прогнозування. Застосовувалися розрахунки та експериментальне моделювання на ЕОМ.

Результати аналітичних досліджень уточнювались експериментами в лабораторно-польових та лабораторних умовах. Заміри справцьованих та відновлених поверхонь проводилися мікрометрами, індикаторами годинникового типу; зміни мікрогеометрії зовнішньої поверхні визначалися з допомогою профілометра-профілографа моделі 201, мікроміцність – приладами ТШП-4, ТКП-1.

Наукова новизна. За результатами досліджень розроблено: методичні принципи проектування технології відновлення широкої номенклатури деталей та методика проектування технологічної частини багатономенклатурних виробництв по відновленню та виготовленню деталей; схема і структура наукового обґрунтування організації системи збору та відновлення деталей на рівні регіону та методика проектування процесу і структури організаційної підготовки конкретного виробництва до випуску нової продукції; наукові передбачення організації підприємств різного рівня по збору та відновленню конструктивних елементів машин, типові рішення. Здійснено виробничу перевірку універсального підходу до організації виробництв, системи технологічної підготовки багатономенклатурних виробництв, класифікації дефектів поверхонь і техніко-економічного обґрунтування специфікації технологічного обладнання і типових технологічних процесів відновлення справцьованих деталей незалежно від виду і марки машини, належності до тієї чи іншої галузі.

Практичні результати. Сформульовано і розроблено організаційні принципи збору та відновлення широкої номенклатури деталей, відпрацьовано принципи та практичні рекомендації формування номенклатури деталей для відновлення на підприємствах. Розроблено і впроваджено: принципи наукового обґрунтування організації багатономенклатурних виробництв по відновленню деталей; процес і структура підготовки виробництва при переході підприємства на випуск нової продукції; типові рішення по організації праці та ергономіки на робочих місцях; технологія відновлення широкої номенклатури деталей, що дало можли-

вість значно розширити обсяги збору і відновлення деталей в АПК України, інших країнах СНД та Прибалтики.

На захист виносяться: теоретичні та експериментальні обґрунтування методів організації та технології багатомоделювального виробництва по відновленню деталей і системи збору ремонтного фонду, методики проектування технології відновлення деталей та проектування технологічної частини цехів по відновленню деталей; організаційні принципи створення, функціонування підприємств по збору і відновленню деталей широкої номенклатури; формування уніфікації технологічних процесів відновлення деталей.

Апробація роботи. Основні положення роботи доповідалися і обговорювалися на науково-технічних конференціях: міжнародних "Ремдеталь-83" /м.Київ/, "Ремдеталь-88" /м.П'ятигорськ/; Всесоюзних /м. Москва/ 1987, 1988, 1990, /м.Рига/ 1987, /м.Тула/ 1988, /м.Тернопіль/ 1988, /м.Ленінград/ 1989; республіканських /м.Берегово/ 1987, /м.Ставрополь/ 1984; Держзільгосптехніці України - 1983, 1988, Грузії - 1984; затверджено і рекомендовано до впровадження державними структурами України, Росії, Грузії, СРСР.

Предмет і ступінь впровадження. Технологічні процеси відновлення широкої номенклатури деталей, комплекти обладнання, організаційні принципи збору і відновлення деталей розглянуті і схвалені технічними радами Держзільгосптехніки України, Грузії, Держагропромом СРСР. Технологічні частини проектів цехів і дільниць відновлення та підприємств по збору спрацьованих деталей і списаних машин розроблені і реалізовані колективом лабораторії під керівництвом автора, затверджені відповідно агропромисловими комітетами України в 1983-1991 рр. - 15 підприємств; Грузії - 2, Туркменії - 1, Литви-1, Латвії - 2; Росії - 6 підприємств. Рекомендації про порядок збору спрацьованих деталей введені в дію по АПК України наказом № 227, 27.05.82 р., та постановою правління концерну "Укראгротехсервіс" № П 14, 18.07.91, АПК СРСР 15.09.86.

Застосування. Результати досліджень використані в агропромисловому комплексі України, Росії, Грузії та інших республік при створенні нових підприємств та модернізації, технічному переоснащенню, реконструкції цехів і дільниць багатомоделювального виробництва по відновленню деталей та підрозділів по збору, утилізації спрацьованих деталей і списаної техніки.

Публікації: По темі дисертації опубліковано 86 друкованих робіт, в тому числі 2 монографії, 14 брошур, 70 статей.

## ЗМІСТ РОБОТИ

В першому розділі "Питання теорії організації та технології багатонаменклатурного виробництва по відновленню деталей" аналізується стан розробки технології та організації відновлення деталей, економічна доцільність відновлення спрацьованих деталей та визначаються задачі дослідження.

В сучасних умовах, забезпечення роботоздатного стану машин в сільському господарстві і переробних галузях неможливе без всебічного розвитку збору та відновлення спрацьованих деталей, як головного чинника підвищення ефективності використання машин, зменшення затрат на їх утримання, поліпшення якості ремонту.

Розробці та удосконаленню технології відновлення спрацьованих деталей, розвитку теоретичних та практичних проблем ремонту машин і відновлення деталей присвячені праці ІТС УАН, ВНВО "Ремдеталь", ЧІМЕСГ, ІЗЗ ім.С.О.Патона та відомих вчених Д.Г.Вадівасова, С.Л. Воловика, В.А.Какувицького, В.М.Кряжкова, М.А.Масіно, В.М.Міхліна, М.В.Молодика, А.В.Пеліченка, М.М.Северньова, Л.І.Селіванова, І.С. Ульямана, В.І.Чорноіванова та ін. Сучасний рівень розвитку сільськогосподарського виробництва виносить на передній план завдання не тільки подальшого удосконалення технології виробництва, але й розробки наукових основ організаційних принципів та створення підгалузі ремонтного виробництва.

Залишаються малодослідженими або відсутні загальні принципи формування номенклатури та питання організації збору і відновлення деталей на багатонаменклатурних виробництвах, розробки документації для реалізації методів маршрутно-групової технології, структура виробництва і засобів, їх організаційні форми, формування підрозділів по збору спрацьованих деталей, що і склало предмет вивчення в представлений роботі, головними задачами якої виділені:

- дослідити закономірності і види спрацювання робочих поверхонь деталей та визначити показники довговічності конструктивних елементів машин;

- обґрунтувати номенклатуру деталей, що підлягають відновленню на багатонаменклатурних виробництвах;

- розробити організаційні принципи збору, обробки та реалізації спрацьованих деталей;

- розробити методичні принципи технології відновлення деталей на багатонаменклатурних виробництвах;

- розробити методику проектування технологічної частини багатонаменклатурних виробництв по відновленню деталей;

- визначити ефективність відновлення деталей на багатомоноклатурних виробництвах.

В процесі експлуатації конструктивні елементи машин втрачають придатність. Неремонтопридатні деталі надходять в металобрухт, ремонтпридатні - в залежності від їхнього стану, відновляються. Залишкова придатність деталей, як і опрацювання, неоднакова і залежить від ступеня опрацюваності, допустимої кількості відновлень і можливої кількості ремонтного підприємства.

В результаті ремонту, шляхом послідовного відновлення придатності і втраченої вартості конструктивних елементів, подовжується загальний строк дії основних фондів, що підтверджує економічну доцільність відновлення деталей і ремонту машин. Закономірності виробничих процесів відновлення опрацьованих деталей пов'язані з достатньо високим рівнем економії металу, енергетичних ресурсів, живої та уречевленої праці в порівнянні з виробництвом запасних частин.

Досліджена економічна доцільність відновлення опрацьованих деталей, виходячи з аналізу виробничої функції. Для рішення задачі були досліджені поелементні затрати на відновлення деталей типу "вал" в Берегівському і Підгірському РП протягом 1986-1989 рр., побудована і вирішена математична модель комбінації затрат з урахуванням оптимального співвідношення ресурсів при відновленні деталей: заробітної плати, вартості ремонтного фонду і матеріалів, кількості відновлених деталей /рис. I/.

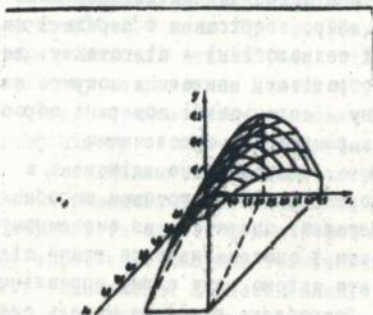


Рис. I. Графічне визначення оптимального співвідношення ресурсів при відновленні деталей

$X_1$  - заробітна плата, тис. крб.,  $X_2$  - вартість ремонтного фонду і ремонтних матеріалів, тис. крб.,

$Y$  - вартість відновлених деталей, тис. крб.

В таблиці наведені показники коефіцієнтів регресії.

Коефіцієнти регресії для визначення оптимальної стратегії випуску відновлених деталей типу "вал"

$X_1$	$X_2$	$Y$	Коефіцієнти регресії					Дисперсія	
крб. $\frac{I}{10000}$	крб. $\frac{I}{100}$		-0,0508855	2,569805	-0,4577912	-0,53909370	0,2584914	-0,04009191	182,7515

Отримано залежність  $X_1 = 2,39 / I + 0,1 X_2$ , яка характеризує оптимальне співвідношення величин, при максимальному випуску готових деталей. При рішенні задачі про економічну доцільність відновлення деталей використовуємо метод побудови виробничої поверхні функціональних залежностей. Для різних деталей просторові форми аналогічні, але з різними масштабами.

Методика досліджень організації та технології багатонаменклатурного виробництва по відновленню деталей базується на вихідних положеннях організації промислового виробництва, однак з урахуванням принципових специфічних особливостей вторинного виробництва, яке розвивається не на основі отримання заготовок для послідовного обробітку /виліток, поковок, штампівок/, а шляхом діяння на опрацьовану деталь, яка є заготовкою. Для отримання спрацьованих деталей має бути створена підсистема збору і реалізації опрацьованих деталей. Виробничий процес відновлення опрацьованих деталей включає кілька стадій - організаційна: збір, зберігання і передачі на відновлення опрацьованих деталей, і технологічні - підготовчу: дефектація, слюсарний чи механічний обробіток, нанесення покриття на опрацьовану поверхню, і оброблявальну - опрацьовані поверхні обробляються до параметрів, передбачених ремонтними кресленнями.

Запропонована, як робоча гіпотеза, і послідовно здійснена в ряді регіонів, комплексна система організації підготовки виробництва по відновленню опрацьованих деталей, базується на системному аналізі ситуації, дозволяє типізувати і систематизувати етапи, підетапи, роботи і операції, застосувати якісно нову схему управління процесами організації виробництва. Розроблена графічна модель системи у вигляді структурної схеми дерева цілей розробки і реалізації технології та організації багатонаменклатурного виробництва по відновленню деталей.

В другому розділі "Дослідження спрацювань і надійності конструктивних елементів машин та обґрунтування номенклатури відновлюваних деталей" приведені результати експериментальних досліджень спрацювань поверхонь деталей та теоретичне обґрунтування номенклатури відновлюваних деталей. Спрацювання робочих поверхонь деталей, кількості і характер дефектів, характеризують технологію, способи і характер процесу відновлення деталей та є підставою для складання і вибору номенклатури. Експериментальні дослідження проводилися над 33 тракторами Т-150К в доремонтному і 27 - в міжремонтному періодах; над 27 тракторами Т-70С і 24 комбайнами СК-5; обладнанням тваринницьких ферм та переробних галузей. Кожна спрацьована деталь досліджувалася, ескізувалася, фотографувалася. Точність вимірів прийнята в межах  $0,1 = \delta \leq 0,2$ , при довірчій імовірності  $0,9 \leq \beta = 0,95$ ; обсяг вибірки при прийнятих  $\delta$  і  $\beta$  коливається в межах 10...60.

Аналіз показників досліджень спрацьованих поверхонь деталей дав змогу визначити кількісні показники якості деталей, визначити види спрацювань, закони розподілу, інші характеристики спрацювань робочих поверхонь. По всій номенклатурі деталей, які мають відновлюватися на багатомономенклатурному виробництві, обраховані коефіцієнти відновлення та коефіцієнти повторності дефектів. Множина деталей і нероз'ємних збірних одиниць, які виходять з ладу при експлуатації, знятих при ремонті машин, а також ремонтпридатних деталей із списаної техніки, утворює широку номенклатуру деталей для відновлення на багатомономенклатурному виробництві.

Номенклатура відновлюваних деталей на конкретному підприємстві сягає 250-350 назв. При розрахунках використані усереднені показники кількості деталей, які підлягають відновленню по кожному конкретному виду машин. Номенклатура для багатомономенклатурного виробництва розраховується, виходячи з парку машин, кількості деталей, коефіцієнту охоплення ремонтом.

Методичними принципами обґрунтування номенклатури є: дослідження спрацювань, виявлення основних характеристик спрацьованості, побудова та аналіз функцій розподілу і визначення законів розподілу спрацювань; оцінка технічної можливості та економічної доцільності відновлення деталей; аналіз наявності дефектів, виявлення фізико-механічних характеристик, визначення коефіцієнтів відновлення, придатності, повторності дефектів; обґрунтування способів відновлення, визначення площ дефектних поверхонь, вибір обладнання.

В третьому розділі "Удосконалення організаційних принципів відновлення спрацьованих деталей" на багатономенклатурному виробництві" експериментально вивчені способи організації та розроблена методика проектування технологічної частини багатономенклатурного виробництва по відновленню спрацьованих деталей".

В основу технологічного процесу відновлення деталей на багатономенклатурному виробництві покладено метод формування широкої номенклатури деталей в маршрутно-технологічні групи. Реалізація методу дає змогу відновлювати велику різноманітність деталей різноманітних машин з використанням універсального обладнання, знизити затрати праці на переналадження верстатів, мати необхідний оптимум технологічного обладнання і устаткування. Основним методичним принципом проектування технологічної частини багатономенклатурного виробництва є створення гнучкого виробничого потенціалу, який би забезпечував відновлення всіх передбачених класів /груп/ деталей в запланованих обсягах і номенклатурі при додержанні якості; дозволяв би без суттєвих переробок оперативно змінювати номенклатуру і обсяги відновлення та виготовлення деталей, переходити на випуск нової продукції. В результаті досліджень запропонована конструкція цеху із легкозбірних металевих деталей; технологічне планування без стаціонарних вертикальних і горизонтальних перегородок; безфундаментна установка обладнання /на віброподушках/; застосування шинопроводів. Розроблено і реалізовано, при створенні Білоцерківського і Підгірського багатономенклатурних виробництв, процес і структура організаційної підготовки до відновлення і виготовлення деталей /рис.2/, що дало змогу значно /на 6 і 4 місяці відповідно/ скоротити строки вводу в дію підприємств. Тривалість циклу підготовки виробництва з послідовно-паралельною організацією робіт  $T_{\Sigma}$  підраховується за формулою

$$T_{\Sigma} = \sum_{i=1}^{Per} t_{eri} - \sum_{i=1}^{Per} \Delta t,$$

де  $t_{eri}$  - тривалість циклу  $i$ -го етапу;  $Per$  - кількість етапів;  
 $\Delta t$  - тривалість скорочення циклу за рахунок суміщення етапів чи робіт.

Дослідження та вивчення організації робочих місць по відновленню деталей характеризувалося в основному двома напрямками: організація праці операторів /живої праці/ в межах робочого місця і організація живої праці в складі виробничої лінії по виконанню різних технологічних операцій, тобто, організації праці і організації виробництва з урахуванням переміщення спрацьованої деталі від входу в процес до виходу.

Склад етапів, підетапів, робіт і операцій організації підготовки виробництва

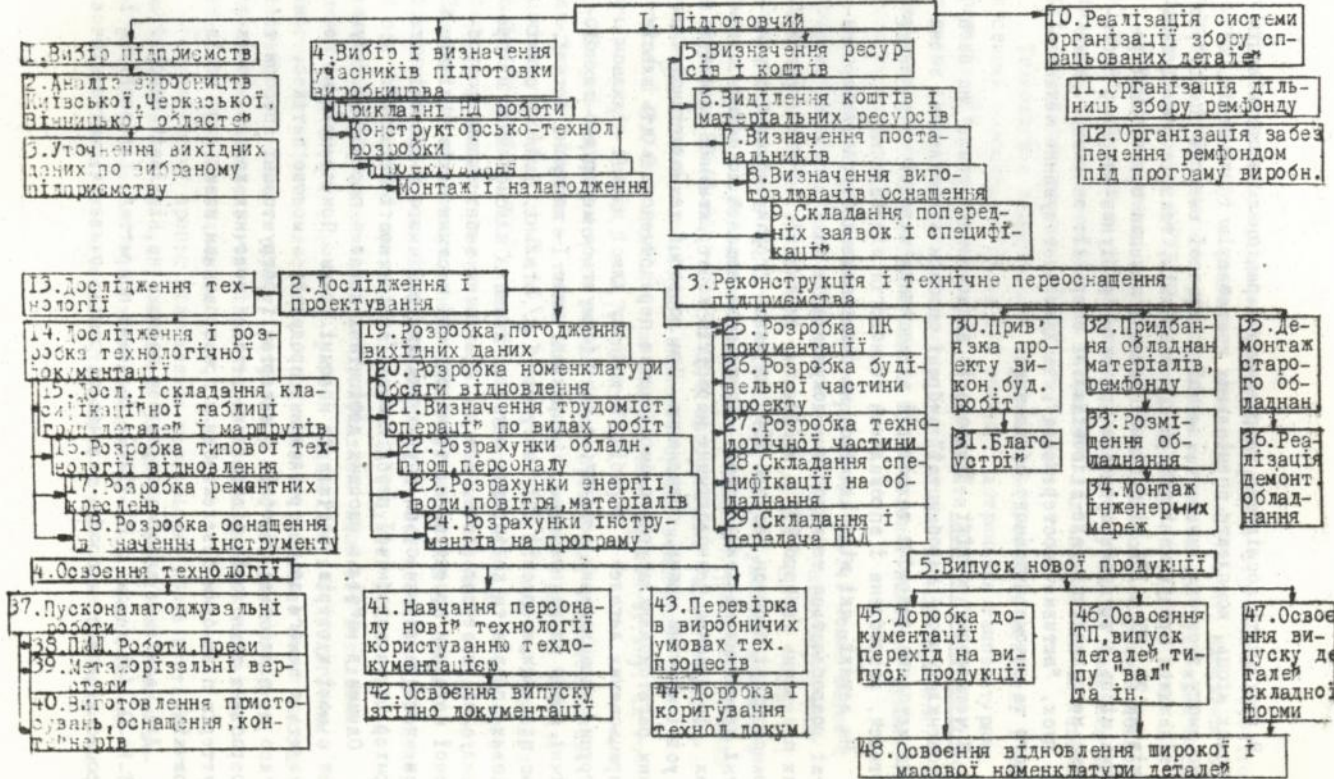


Рис. 2

В результаті досліджень запропонована раціональна організація робочих місць, комплекти спеціальних контейнерів і планшетів, що дало змогу зменшити затрати фізичної і нервової енергії операторів та підвищити продуктивність праці у зварників, токарів і шліфувальників на 22, 25 і 18% відповідно. Введено принцип організації робочих місць і трудових процесів при якому робітник-оператор забезпечує нетрудомісткі, але відповідальні операції: заправку, укладку, пуск, "активне спостереження", завдяки застосуванню механізованого та автоматизованого обладнання.

В четвертому розділі "Технологія відновлення деталей на багатонаменклатурному виробництві" вибрані способи відновлення, визначена методика розробки технології відновлення широкої номенклатури деталей, розроблена і впроваджена технологія відновлення.

На деталі, які відновлюються на багатонаменклатурному виробництві розробляється технологічна документація на відновлення типових поверхонь /всього 23/ в альбомному виконанні, типові /групові/ технологічні процеси /всього 150/ на класи /групи/ деталей і ремонтні креслення на кожен деталь. Групування деталей по певних ознаках, формування технологічних маршрутів конструктивних елементів з усієї множини машин, обладнання. При розробці технологічної частини багатонаменклатурного виробництва передбачено дев'ять класів спрацьованих деталей і виробів. В кожному класі наявні підкласи /групи/ спрацьованих деталей, з яких формуються маршрутно-технологічні групи по відновленню; наприклад, клас I - корпусні деталі, має підкласи, корпуси: I.1/ чавунні, I.2/ сталеві, I.3/ із алюмінієвих сплавів та кольорових металів. Вказана класифікація не претендує на універсальність, але дає практичне забезпечення розробленої методики проектування технологічної частини цехів і дільниць. Номенклатура визначається з урахуванням технічного і економічного критеріїв та виробничої необхідності /дефіцитності деталей/.

Одними з найбільш масових дефіцитних деталей переробних галузей є ножі куттерів, вовчків та молочні крани. При спрацьованні порушуються зимоги до перероблених продуктів - молоко витікає, м'ясо не піддається обробці. В дисертації обґрунтовані способи та розроблена технологія відновлення деталей молочних кранів, ножів куттерів плазмовим безелектродним приварюванням нових лез, ножів вовчків.

Для наплення використовувалися порошки на нікелевій основі ПТ-На-01 /підшарок/ і ПТ-19А-01 /основне покриття/. Технологічний процес відновлення пробки включає операції: очищення, миття, то-

чіння поверхні і нарізання "розривної різи", струминний обробіток, напилення підшару та основного покриття, шліфування. Напилення проводиться з використанням спеціальних установок або будь-яких обертачів пальниками МОГУЛ-У9 і Євро-Джет ХЗ-8.

Режими напилення: відотань - 180 мм, частота обертання деталі -  $1,7 \text{ с}^{-1}$ , горючий газ - ацетилен або пропан-бутан, як замітник ацетилену; витрата порошоків - в залежності від спрацювання та категорії ремонтного розміру /10-22 г на деталь/.

Технологією передбачено: термін між підготовкою поверхні і нанесенням порошоків не більш 1-2 години; дотримання температурних режимів  $t^{\circ}$  нагріву не повинні перевищувати  $200^{\circ} \text{C}$ ; чистоти і вологості середовища; спеціальні контейнери для транспортування. Також не допускається дотикатися до підготовленої поверхні руками чи інструментом.

При використанні ацетилену витрачається вдвічі менше кисню і процес проходить більш стабільно і інтенсивно. Теплотворна здатність ацетилену складає  $52,8 \text{ тис.кДж/м}^2$  /при  $t^{\circ}=20^{\circ}\text{C}$  і тиску 0,1 МПа/; пропан-бутану  $22,2 \text{ тис.кДж/м}^2$  при тих же умовах, кількість кисню і тепла теоретично визначаються реакціями. Міцність зчеплення порошоків ПГ-НА-01 і ПГ-19Н-01 в лабораторних умовах отримана при використанні ацетиленово-кисневої суміші відповідно  $3,2-5,9 \text{ кгс/см}^2$  і  $2,5-5,0 \text{ кгс/см}^2$ ; при використанні пропан-бутану, як горючого газу -  $2,4-3,1$  і  $1,7-2,6 \text{ кгс/см}^2$ .

Якісні характеристики кожної фази горіння для ацетилену і пропан-бутану: кількість тепла від реакції першої і другої фаз для ацетилену складає до 35,5%, а пропану - 16,7%;  $t^{\circ}$  подум'я відповідно  $3150^{\circ}\text{C}$  і  $2500-2700^{\circ}\text{C}$ . Швидкість нанесення підшару і основного покриття порошоків при використанні ацетилено-кисневої суміші на 22% вища ніж при використанні пропан-бутано-кисневого подум'я. Перевага використання ацетилену безперечна, але дослідями доведено, що при використанні пропан-бутано-кисневої суміші досягаються достатня якість напиленої поверхні, показники міцності зчеплення нанесеного шару у виробничих умовах відповідають технологічним вимогам. На підставі досліджень розроблено принципово новий спосіб відновлення молочного крану, розроблені пристрої для притирання відновлених деталей, та гідравлічного випробування, типові технологічні процеси відновлення.

Технологічний процес відновлення серповидних ножів куттерів має такі основні операції: очищення та миття, видалення спрацьованої різальної частини повітряноплазмовим різанням, виготовлення нового леза ножа, приварювання плазмовим зварюванням послідовно ле-

за ножа з одного, потім з іншого боку з шліфуванням місць приварювання, фрезерування зрізу різальної частини, термообробки, шліфування і заточування леза. Режими плазмового зварювання /сталь типу 40Х13, товщина леза - 5 мм/: діаметр плазموутворюючого отвору - 4мм, напруга дуги 32,0 В, струм дуги - 300,0 А, плазموутворюючий і захисний газ - аргон, витрати газу - 17 л/хв, швидкість зварювання - 15,0 м/год. Як установку для плазмового різання застосовано АПР-404, для плазмового зварювання - УПС-301.

На підставі проведених експериментальних досліджень розроблено і впроваджено у виробництво в Тернопільському і Підгірському РП комплекти оснащення для відновлення ножів куттерів, вовчків і молочних кранів.

В п'ятому розділі "Розробка та удосконалення організаційних принципів підсистеми збору спрацьованих деталей" визначені організаційні принципи і розроблені підстави для організації підсистеми збору, зберігання та реалізації спрацьованих деталей, в тому числі із списаної техніки.

Під підсистемою збору спрацьованих деталей розуміється комплекс підприємств, організацій, їхня діяльність, стан і взаємодія, які забезпечують надходження деталей, придатних до відновлення. Розроблені організаційні принципи в загальній формі відображають закономірності і послідовність підготовки, створення і розвитку виробництва по збору і відновлення спрацьованих деталей.

Розвиток підсистеми проводиться по трьох основних напрямках: збір спрацьованих деталей - при ремонті і технічному обслуговуванні машин, зі списаної щорічно техніки; закупівля ремонтпридатних деталей безпосередньо підприємствами матеріально-технічного забезпечення і ремонтними підрозділами АПК.

В дисертації розроблена технологія та організація збору, обробітку, зберігання та реалізації на відновлення спрацьованих деталей. На підставі експериментальних досліджень, проведених на, створених для цієї мети ділянках по збору спрацьованих деталей в Черкаському та Кочубезьському підприємствах, обґрунтовано і розроблено методичні принципи та організаційні структури основних ланок підрозділів по збору та реалізації спрацьованих деталей. Виробничий процес організовано таким чином, щоб спрацьовані деталі безперервно поставалися на виробництво по їх відновленню. Це досягається при погодженні діяльності всіх ланок системи: підрозділів організації ремонту і дефектації /ОРД/ в господарствах, підприємств матеріально-технічному забезпеченню, відновлювальних вироб-

ництв. Рух ремонтного фонду планується з затримок на підготовчих операціях, що дає змогу безперервно забезпечувати виробничий цикл їх відновлення.

Підсистема базується на економіко-математичній моделі аналізу собівартості ремонту  $\bar{C}$  з врахуванням стратегії ремонту.

$$\bar{C} = 3_{p3} + \sum_{i=1}^n 3_i + \sum_{j=1}^m 3_j + \sum_{k=1}^l 3_k,$$

де  $3_{p3}$  - затрати на розбирально-збиральні операції;  $3_i, 3_j$  - затрати на відновлення на власному підприємстві  $n$  деталей і по кооперації  $m$  деталей;  $3_k$  - затрати на придбання нових  $l$  -деталей.

Для цілей моделі врахування стохастичних аспектів відновлення можна показати залежність  $\bar{C}_n = P(\bar{C})$ ,

де  $\bar{C}$  - собівартість відновлення певної деталі,  $P$  - вірогідність того, що деталь треба відновити.

Показники  $n, m, l$ , - не є постійними складовими формули і являють собою різні альтернативи відновлення. В показник  $3_j$  входять затрати на відновлення, транспортування, збирання, дефектацію, зберігання. Тобто слід знайти *min* функціонала /моделі/. Як показує структура моделі, відправляти деталі на централізоване відновлення при інших рівних умовах економічно вигідно лише в тому випадку, коли затрати значно нижчі ніж при відновленні на місці. Тому збір деталей для централізованого відновлення має проводитися по обмеженій номенклатурі деталей.

Аналіз ситуації свідчить, що одним з головних питань при організації збору спрацьованих деталей є інформаційне питання. Тому, з точки зору теорії при розробці рекомендацій по організації збору спрацьованих деталей, головна увага приділена переборюванню інформаційного бар'єру. Досліджено і розроблено загальні пропозиції по обмеженню інформаційних потоків в залежності від ієрархії керувачих і контролюючих дій.

Збільшення пропускної здатності засобів обробки інформації, особливо на низьких ступенях ієрархії /господарство-район-область-район-господарство/ може здійснюватися тільки в межах машинно-інформаційної системи на базі сучасних комп'ютерних установок та автоматизованих мереж зв'язку.

Розроблена і побудована загальна цілісна картина створеної підсистеми організації збору і управління процесом збору спрацьованих деталей, є елементом, складовою частиною організації відновлювальних виробництв різних різних спеціалізації. В той же час ці

структурні підрозділи є складовими більш високого порядку – системи ремонтно-обслуговуючих підприємств агропромислового комплексу, і виконують функції аналогічні діям підготовчого виробництва в машинобудуванні /житва, ковальсько-пресовим, іншим виробництвам/.

Принцип збору спрацьованих деталей зі списаної техніки для подальшого відновлення реалізується в формі організації виробничого процесу, при якому проходить розбирання машини на агрегати, вузли, деталі; мийка, очистка, дефектація, сортування, затаровання /пакування/ по встановленій номенклатурі і відправка на відповідне виробництво.

Оцінка впровадження результатів досліджень та їхня економічна і екологічна ефективність свідчить, що розроблені на підставі виконаних досліджень номенклатури, рекомендації, положення, типові карти організації праці та технологічні процеси розглянуті, затверджені і рекомендовані до впровадження відповідними структурами. Технологічні частини проектів будівництва, рекомендації по технічному переозброєнню та по створенню багатономенклатурних виробництв на відновлення деталей та дільниць збору спрацьованих деталей впроваджені в Україні, Грузії, Латвії, Росії. Річний економічний ефект від впровадження технології і організації відновлення деталей широкої номенклатури в розрахунку на один регіональний цех складає 3,19 тис. чорних і кольорових металів, 126 тис. людино-годин трудових ресурсів, 2,64 тис. кубометра палива, 2,18 млн. крб. капітальних вкладень / в цінах 1990 року/.

#### ОСНОВНІ ВИСНОВКИ

1. В результаті досліджень обґрунтована і створена структурна схема дерева цілей розробки і реалізації технології та організації багатономенклатурного виробництва по відновленню деталей. Досліджено, обґрунтовано, розроблено, реалізовано на конкретних виробництвах: а/ підсистема збору спрацьованих деталей та утилізації списаної техніки; б/ номенклатура деталей /збірних одиниць/, які підлягають відновленню на підприємствах АПК; в/ технологія та організація відновлення спрацьованих деталей на багатономенклатурних виробництвах.
2. Досліджено спрацьовання робочих поверхонь деталей, визначено показники довговічності конструктивних елементів машин і обладнання та коефіцієнти повторності дефектів по номенклатурі деталей, відновлюваних на багатономенклатурних виробництвах. Встановлено, що коефіцієнти повторності дефектів і відновлення становлять

відповідно для корпусних деталей 0,05-0,83 і 0,5-0,8; для валів - 0,05-0,65 і 0,47-0,70; для штичків і барабанів фрикціонів 0,17-0,25 і 0,95.

3. Визначена технічна можливість та економічна доцільність всієї множини номенклатури деталей, які підлягають відновленню на багатомоделювальних виробництвах.
4. Обґрунтовані способи відновлення основних маршрутно-технологічних груп деталей на багатомоделювальному виробництві, розроблена методика проектування технології, яка базується на типових технологічних процесах відновлення типових поверхонь.
5. Розроблена методика проектування технологічної частини цехів і ділянок по відновленню широкої номенклатури деталей на основі створення гнучкого виробничого процесу, який дозволяє без суттєвих переробок оперативно змінювати номенклатуру і обсяги відновлення та виготовлення конструктивних елементів машин, переходити на випуск нової продукції.
6. Розроблено і впроваджено на багатомоделювальних виробництвах Берегівського, Тернопільського, Підгірського, Дугинського та інших РТП типові технологічні процеси, ремонтні креслення та комплекти оснащення для відновлення молочних кранів, ножів куттерів і вовків, ножів різальних апаратів, алюмінієвих труб поливних машин, колінчастих і кулачкових валів.
7. Обґрунтовано і розроблено організаційні принципи збору, обробки та реалізації опрацьованих деталей та створено у виробництві підсистему збору опрацьованих деталей, як частину ремонтно-обслуговуючої системи АПК, яка базується на економіко-математичній моделі аналізу собівартості ремонту з врахуванням стратегії ремонту. Обґрунтовано структуру виробництва, розроблено і перевірено технології, засоби механізації процесів, систему управління та механізм реалізації продукції.
8. Розроблено рекомендації по удосконаленню робочих рухів операторів з застосуванням спеціального оргоснащення, які сприяють підвищенню продуктивності праці у зварників, токарів і шліфувальників відповідно на 22,25 і 18%. Розроблено загальні положення по організації робочих місць, вимоги до умов діяльності операторів та типові карти організації праці на робочих місцях по відновленню деталей. Типові карти затверджено в установленому порядку і видано масовим тиражем.

Результати досліджень використані при створенні багатомоделювальних виробництв та підсистем збору опрацьованих деталей і утилізації списаної техніки на підприємствах України, Росії.

Грузії, Білорусі, Латвії.

9. Використання результатів дослідження по розробці принципової схеми наукового обґрунтування процесу і структури організаційної підготовки багатонаменклатурного виробництва для відновлення деталей, типовий склад етапів, підетапів, робіт і операцій дозволило скоротити строки створення і введення в дію багатонаменклатурних виробництв по відновленню деталей на Білоцерківському та Підгірському РПВ відповідно на 6 і 4 місяці.
10. Економічний ефект від впровадження технології і комплектів обладнання по відновленню ножів куттерів, вовчків та молочних кренів в перший рік на одному підприємстві становить 37,2 тис. крб. /в цінах - 1990 р./ через 6 років відповідно 3,9 млн.крб.; на 7 підприємствах - 27,31 млн.крб. Економічний ефект впровадження технології та організації збору і утилізації списаної техніки через 6 років - 983 млн.крб.
- Екологічна ефективність роботи багатонаменклатурного підприємства при відновленні деталей на 1 млн.крб. /в цінах 1990 р./ порівняно з їх виготовленням полягає в економії 3190 т умовного палива, що запобігає викиду в навколишнє середовище теплової енергії 22,33 млн.ккал., пилу - 383,6 тис.кг, окису вуглецю - 290,4 м<sup>3</sup>, ангідриду сірчистого - 63,9 м<sup>3</sup>, не забруднюється - 32,07 тис.м<sup>3</sup> води.

Основний зміст дисертації опубліковано в роботах:

1. Ф.П.Полупанов. Научные основы организации производства по восстановлению изношенных деталей широкого номенклатуры. Тезисы докладов на Всесоюзной научно-практической конференции по восстановлению деталей машин 2-5 декабря 1987 г. г.Рига. -М.: АгроНИИТЗИИО, 1987.
2. Ф.П.Полупанов. Организационные принципы восстановления деталей машин широкого номенклатуры. Тезисы докладов научно-технической конференции "Современное оборудование и технологические процессы для восстановления изношенных деталей машин" /"Ремдеталь-83"/ -К.: 1983.
3. Ф.П.Полупанов. Теория и практика организации восстановления деталей широкого номенклатуры. -В сб. "Тезисы докладов на н-т конференции стран-членов СЭВ "Современное оборудование и технологические процессы для восстановления и упрочнения деталей машин". "Ремдеталь-88". -М.: АгроНИИТЗИИО, 1988.

4. Ф.П.Полупанов. Организация производств по восстановлению деталей широко и массово номенклатуры. - Экономика и организация производства, 1985, № 12, с.17-18.
5. Ф.П.Полупанов. Техническая эксплуатация тракторов. -К.: "Урожай", 1966, -328 с. ил.
6. Ф.П.Полупанов. Організація і економічна ефективність технічного обслуговування машин. -К.: "Урожай", 1970. -215 с. іл.
7. Ф.П.Полупанов, К.Балан, В.Пономаренко. Электрогидравлический эффект в ремонтном деле. -Техника в сельском хозяйстве, 1972, № 12.
8. Полупанов Ф.П., Балан К.Г., Пономаренко В.Н. Упруго-пластичне деформування поршневих пальців під дією ЕГЕ. В зб. "Механізація і електрифікація сільського господарства", вип.24. -К.: "Урожай", 1973.
9. Ф.Полупанов, Ю.Шамарин. Электрогидравлическая обработка металлов. -Техника в сельском хозяйстве, 1974, № 2, с.62-64.
10. А.с.392650 /СССР/ Устройство для электрогидравлической формовки. Авт.изобретения Ф.П.Полупанов, К.Г.Балан, В.Н.Пономаренко, Г.Т. Поддубный. Зарегистрировано в Госреестре изобр.СССР 7.05.1973.
11. А.с.490405 /СССР/ Электрод ЭГ установки. Авт.изобр. Шамарин Ю.Е., Полупанов Ф.П., Липневский Е.И., Куциковский И.Г. Зарегистрировано в Госреестре изобр.СССР 8.06.1975.
12. Ф.П.Полупанов, М.Е.Приступко, К.Г.Балан, В.Н.Пономаренко. Упруго-пластическое деформирование поршневых пальцев автомобильных и тракторных двигателей под воздействием электрогидравлического эффекта. В сб. Труды ГОСНИТИ, т.39. -М.: ГОСНИТИ, 1974, с.294-300, ил.
13. Методические рекомендации по организации участка восстановления изношенных деталей машин широко номенклатуры в мастерской Есаульской райсельхозтехники Челябинской области. Ф.П.Полупанов, С.Л.Авербух, Н.В.Молодык и др. -К.: ОНТИ Укрсельхозтехпроект, 1982, 76 с.
14. Ф.П.Полупанов, Н.В.Молодык и др. Рекомендации по организации участков восстановления изношенных деталей машин в мастерских райсельхозтехники зоны Лесостепи УССР. -К.: ОНТИ Укрсельхозтехпроект, 1983, 101 с.: ил.
15. Система ТО и ремонта техники. Порядок проведения работ по оценке качества восстановленных деталей. ОСТ 70.0009.001-83. Ф.П. Полупанов, П.К.Рубель и др. -М.: ГОСНИТИ, 1983, 21 с.
16. Методические указания "Отраслевая система управления качеством продукции в области восстановления изношенных деталей". МУ 70.0009.001-82. Ф.Полупанов, П.Рубель и др. -М.: ГОСНИТИ, 1983, 32 с.

17. Ф.П.Полупанов. Организационные принципы восстановления изношенных деталей. -Техника в сельском хозяйстве, 1983, № II.
18. Ф.П.Полупанов. Организационные принципы сбора изношенных деталей. -Техника в сельском хозяйстве. 1984, № 8, с.52-55.
19. Ф.П.Полупанов, А.А.Шиянов. Опыт восстановления изношенных деталей в Ставрополье. -Техника в сельском хозяйстве, 1985, № II.
20. Ф.П.Полупанов, Н.В.Молодык. Рекомендации по организации участков восстановления деталей широкой номенклатуры в мастерских райсельхозтехник в условиях деятельности РАПО. -М.: ГОСНИГИ, 1985. 109 с. ил.
21. Рекомендации по организации участков восстановления изношенных деталей машин в мастерских межхозяйственных производственных объектов по механизации и электрификации с.-х. Ф.П.Полупанов, Н.В.Молодык и др. -М.: ГОСНИГИ, 1983, 75 с. ил.
22. Номенклатура деталей /сборочных единиц/ тракторов, автомобилей и сельскохозяйственных машин, подлежащих централизованному восстановлению на предприятиях Госкомсельхозтехники СССР. Полупанов Ф.П., Астахов П.С. и др. -М.: ВНИИЭИ, 1985.
23. Номенклатура деталей /сборочных единиц/, подлежащих восстановлению на предприятиях Госкомсельхозтехники СССР. Астахов П.С., Шидков И.В., Полупанов Ф.П., Рубель П.К. и др. ч. I и ч. II. -М.: ГОСНИГИ, 1985. -301 с.
24. Полупанов Ф.П., Козлов В.И. и др. Типовые карты организации труда на рабочих местах по восстановлению изношенных деталей шасси тракторов Т-74 в специализированных мастерских. -М.: ЦНИИЭИ Госкомсельхозтехники СССР, 1985. -218 с. ил.
25. Типовые карты организации труда на рабочих местах восстановления изношенных деталей в специализированных мастерских по ремонту тракторов Т-40, Т-40А с программой 1500 единиц в год. Полупанов Ф.П., Рубель П.К., Анисимов В.Д. и др. -М.: ГОСНИТИ, 1987, -219 с. ил.
26. Ф.П.Полупанов. Организация сбора ремонтного фонда: Обзорная информация. -М.: ЦНИИЭИ, 1985, Библ.39 назв. -40 с. ил.
27. Ф.П.Полупанов, А.К.Цихан. Организация участков обработки деталей со списанной техники. -Техника в сельском хозяйстве, 1986, №9.
28. Ф.П.Полупанов. Як збирати ремфонд. -Механізація сільського господарства, 1983, № 4.
29. Ф.П.Полупанов. Друге життя деталей. Організація їх збору і відновлення. -Механізація сільського господарства. 1985, № 9.
30. Рекомендации о порядке сбора, дефектации, учета и отгрузки на восстановление изношенных деталей машин на предприятиях Госкомсельхозтехники СССР. Ф.П.Полупанов, Н.В.Молодык и др. -К.: ОНТИ "Укрсельхозтехпроект", 1982. 33 с.

31. Положение о порядке сбора, дефектовки, учета и отгрузки на восстановление изношенных деталей машин в Черкасском облсельхозтехнике. Ф.П.Полупанов. -К.: ОНТИ "Укрсельхозтехпроект", 1982, 31 с.
32. Положение об организации участков сбора списываемых машин и обработки деталей для восстановления на предприятиях Закарпатского облагпрома. Ф.П.Полупанов, А.К.Цихан и др. -К.: ООП Укринформагпрома, 1986, 52 с.: ил.
33. Положение о порядке сбора, приемки, хранения и сдачи изношенных деталей машин для восстановления и расчетов за них на предприятиях Госагпрома СССР. Ф.П.Полупанов и др. -М.: ГОСНИТИ, 1988, 20 с.
34. И.М.Ключкович, Ф.П.Полупанов, А.К.Цихан. Система сбора деталей списываемых машин. -Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1988, № 7, с.55-56.
35. Положение об организации сбора узлов, агрегатов и деталей оборудования перерабатывающих отраслей для ремонта и восстановления на предприятиях Тернопольского облагпрома. Ф.П.Полупанов и др. -К.: УОПРПО "Укragрожилпромстрон", 1988. 12 с.
36. Рекомендации по организации восстановления деталей широко номенклатуры в районных агропромышленных объединениях. Ф.П.Полупанов, Н.И.Покидько. -М.: ГОСНИТИ, 1988, 64 с. ил.
37. Рекомендации по восстановлению деталей сельскохозяйственной техники в мастерских колхозов и совхозов. Ф.П.Полупанов, В.П.Смолинский и др. - М.: ГОСНИТИ, 1988. -145 с. ил.
38. Ф.П.Полупанов. Организация сбора изношенных деталей. -Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1988, № 3.
39. Ф.П.Полупанов. Тенденция развития организационных форм восстановления деталей. -Технология судоремонта, 1989, № 2, с.5-7.
40. Ф.П.Полупанов. Восстановление молочных кранов газопламенным напылением порошков. -Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1990, № I, с.52-53.
41. Положення про порядок збору, дефектації, примання, зберігання та здачі спрацьованих деталей та розрахунки за них. Ф.П.Полупанов. -К.: Укragротехсервіс, 1991, 19 с.
42. Ф.П.Полупанов. Цех восстановления деталей широко номенклатуры. -Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1992, № 5-6, с.37-39.

Підп. до друку 29.03.94 Формат 60/84 I/16

Об'єм 0,9 ум. друк. арк. Тираж 100. Зам. 62

Інститут землюотров УАН. Ротапрят



AB 29.563  
**AB 29.563**