

НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

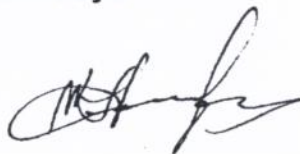
ШАПОВАЛ Леонід Іванович

**ОЦІНКА ПРИСТОСОВАНOSTІ ДЕТАЛЕЙ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ ДО
ВІДНОВЛЕННЯ І ВИМОГИ ДО ЇХ КОНСТРУКЦІЙ**

06.00.31

~~05.20.03~~ - експлуатація, відновлення та ремонт
сільськогосподарської техніки

А в т о р е ф е р а т
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук



Київ - 1997

Дисертацією є рукопис
Робота виконана в Інституті технічного сервісу Української
академії аграрних наук / ІТС УААН /

Науковий керівник - доктор технічних наук, старший науко-
вий співробітник
МОЛОДИК МИКОЛА ВОЛОДИМИРОВИЧ

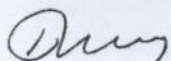
Офіційні опоненти: доктор технічних наук,
професор КРАВЕЦЬ ІВАН АНДРІЙОВИЧ
кандидат технічних наук, старший
науковий співробітник
КИРСА ВІЛЕН ІВАНОВИЧ

Провідна організація - Український державний центр по
випробуванню та прогнозуванню
техніки і технологій для сільсь-
когосподарського виробництва
/Укр. ЦБТ/, смт. Дослідницьке
Київської області

Захист дисертації відбудеться "26" червня 1997 р.
о 14³⁰ годині на засіданні Спеціалізованої ради
Д01.05.04 Національного аграрного університету в 3-му учбовому
корпусі, аудиторія № 65. Прохання прийняти участь в обгово-
ренні дисертації в процесі її захисту, або надіслати відгук
на автореферат у 2-х примірниках, завірений печаткою, на
адресу: 252041, Київ-41, вул. Героїв оборони, 15, НАУ,
сектор захисту дисертацій.

З дисертацією можна ознайомитись в бібліотеці університету.
Автореферат розіслано "23" травня 1997 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
к.т.н.. доцент

 В.Д.Гречкосій

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00751149 (R)

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. У відповідності з завданням, що поставлені перед сільськогосподарським машинобудуванням щодо забезпечення технічного сервісу машин, особливе місце в процесі їх експлуатації відводиться питанням фірмового ремонту, гарантування надійності. При цьому важливими вимогами споживачів до основних параметрів нової техніки, є створення умов для ремонту і технічного обслуговування, забезпечення зручності виконання ремонтних операцій.

Машинобудівна промисловість, випускаючи техніку, недостатньо враховує наступну технологію відновлення спрацьованих деталей, не відпрацьовує їх конструкцію на ремонтну технологічність. Як наслідок, в ремонтному виробництві мають місце значні витрати на підтримання техніки в роботоздатному стані, велика кількість деталей вибраковується із-за неможливості їх відновлення. При цьому ремонтне виробництво, а в кінцевому результаті, споживачі машин, несуть значні матеріальні збитки від високої вартості ремонту. У споживача машин відсутній як методичний апарат для оцінки ремонтної технологічності, так і конкретні ремонтні вимоги до конструкцій деталей, які могли б бути враховані виготовлювачем машин.

Вказані вище обставини обумовлені незацікавленістю виготовлювачів машин у впровадженні заходів щодо підвищення надійності, ремонтної технологічності, пристосованості деталей до відновлення / в подальшому ПДВ / із-за додаткових витрат на їх реалізацію.

Тому актуальними і своєчасними є дослідження щодо оцінки та підвищення ремонтної технологічності деталей, розробки вимог до їх конструкцій, особливо з точки зору захисту прав споживачів та впровадження фірмового технічного сервісу.

Мета роботи: Розробка методичних положень щодо оцінки пристосованості деталей сільськогосподарської техніки до відновлення та обґрунтування ремонтних вимог до конструкцій деталей.

Об'єктом дослідження є спрацьовані деталі тракторів і спеціальних комбайнів.

Предметом досліджень є параметри і ознаки, що характеризують рівень ремонтної технологічності деталей та ремонтні вимоги до їх конструкцій.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в розробці однофакторних та багатofакторних математичних залежностей між конструктивно-технологічними та ремонтними характеристиками деталей і рівнем їх ремонтної технологічності, визначенні і оцінці показників, що характеризують ремонтно-нетехнологічні конструктивні рішення, експериментальних даних для розрахунку та обґрунтування величини показників для оцінки рівня ремонтної технологічності деталей.

Практична цінність роботи полягає в розробці методики та її використання для оцінки пристосованості до відновлення деталей серійних машин, підготовці комплекту робочих документів щодо оцінки та підвищення ремонтної технологічності деталей /що включає пропозиції з конструктивного доопрацювання деталей конкретних марок машин, ознаки, що характеризують пристосованість деталей до відновлення, ремонтні вимоги до конструкцій деталей тракторів і спеціальних комбайнів/. За участю автора підготовлено та випущено масовим тиражом керівний документ "РД Ю.Іб.0002.0ІЗ-86". Методика оцінки пристосованості деталей к восстановлению". Основні методичні положення вказаного документу включено до складу галузевого нормативно-технічного документу "Методические указания по нормированию, оценке и обеспечению ремонтпригодности сельськохозяйственной техники" М.: ГОСНИТИ, 1991 - 100 с.

Розроблено комплекс програм для оцінки пристосованості деталей до відновлення з застосуванням ПЕОМ.

Впровадження Комплекти документів щодо оцінки та підвищення пристосованості деталей до відновлення прийняті для практичної реалізації на п'ятьох підприємствах тракторного і комбайнового машинобудування, а також на двох ремонтних підприємствах. Результати досліджень реалізовано на Дніпрпетровському комбайновому заводі в процесі модернізації коренезбиральних машин РКМ-6А, МКК-6-4, та на Медвинському ремонтному підприємстві Київської обл. Виходячи із запитів, методика оцінки передана ряду науково-дослідних організацій та машинобудівних підприємств.

Апробація Основні положення роботи доповідались та обговорювались на науково-технічних конференціях: "Створення техніки для агропромислового комплексу з забезпеченням вимог ТО та ремонту" Мінськ" І2-І4.ІІ.1984 р., "Шляхи підвищення рівня ремонтпридат-

ності машин, приладів і обладнання з метою зниження витрат на їх технічне обслуговування і ремонт", м. Одеса, 12-14.10.1987 р., "Шляхи підвищення ремонтпридатності сільськогосподарської техніки", м. Москва, 12-13.12.1989 р., "Сучасне обладнання і технологічні процеси для відновлення і зміцнення деталей машин", м. Пятигорск, 17-21.10.1988 р., "Роботи в галузі відновлення і зміцнення деталей", м. Москва, 1991 р., "Енергозберігаючі технології та технічні засоби для виробництва сільськогосподарської продукції, смт. Глеваха, 16-18.11.1993 р., "Механізація, електрифікація, автоматизація та технічний сервіс АПК в умовах ринкових відносин" смт. Глеваха, 26-28.09.1995 р., "Перспективи розвитку механізації, електрифікації, автоматизації та технічного сервісу сільськогосподарського виробництва, Глеваха, 1-3.10.1996 р.. Крім того, методичні положення щодо оцінки пристосованості були викладені на технічних нарадах конструкторських організацій Дніпропетровського комбайнового заводу 03.04.1987 р., Болгоградського тракторного заводу 16.11.1988 р., а також на науково-технічній раді Мінсільгоспмашу СРСР 19.09.1990 р.

Публікації Основні результати дисертації опубліковані в науково-технічних журналах, збірниках доповідей конференцій. Всього опубліковано 26 робіт загальним обсягом 9,2 друкованих аркушів, в т.ч. - 2 брошури, 24 статті.

Структура і об'єм дисертації. Дисертація складається з вступу, п'яти розділів, загальних висновків, списку першоджерел та додатків. Робота викладена на 213 стор. основного машинописного тексту, включає 19 таблиць, 45 ілюстрацій, перелік літератури з 113 джерел та 49 стор. додатків.

На захист виносяться:

1. Математичні моделі для визначення рівня ремонтної технологічності в залежності від конструктивно-технологічних і ремонтних характеристик деталей.

2. Залежності рівня ремонтної технологічності деталей від виду і кількості ремонтно-нетехнологічних конструктивних рішень, що проявляються при їх відновленні.

3. Методика оцінки пристосованості деталей до відновлення.

4. Результати оцінки пристосованості деталей машин до відновлення.

5. Ремонтні вимоги до конструкції деталей машин.

СТРУКТУРА РОБОТИ

У вступі обгрунтовано актуальність теми та викладені основні результати досліджень, що виносяться на захист.

В першому розділі наведено аналіз наукових досліджень щодо розробки вимог до машинобудівної промисловості для забезпечення та оцінки ремонтпридатності машин і їх складових частин.

Дослідження з розробки ремонтних вимог до конструкцій сільськогосподарської техніки почали проводитись ще на ранніх стадіях розвитку машинобудування. При цьому наука про ремонтпридатність та ремонтну технологічність машин формувалась по двох основних напрямках - розробка якісних і кількісних показників ремонтпридатності.

Якісні показники розроблялись, як правило, у вигляді конструктивних вимог до складових частин машин, деталей, вузлів та машин в цілому. Вирішенню цієї проблеми присвячені роботи І.Б. Ульмана, В.С. Свірщевського, В.І. Казарцева, В.В. Ефремова, К.Т. Кошкіна, М.Д. Галушко та ін.

Кількісні показники задавалися у формі числових значень ремонтпридатності і виступали як їх базові значення на етапі проектування машин. Такі показники наведені в роботах Д.П. Великанова, А.І. Селіванова, В.І. Міхліна, М.М. Смірнова, П.Н. Волкова, Б.М. Молокова, Ю.А. Радіна, П.В. Семягіна та ін.

Щодо деталей, то існують тільки окремі роботи, в яких пропонуються окремі показники для оцінки їх ремонтпридатності. Цим дослідженням присвячені роботи В.М. Міхліна, Ю.А. Радіна, Б.М. Молокова, автори яких характеризують конструкцію деталей, оперуючи кількістю ремонтів, строками служби і вартістю нової та відновленої деталі, кількістю і трудомісткістю основних і додаткових операцій відновлення, співвідношенням трудомісткості обробки при виготовленні та ремонті, порядковим номером ремонту, міжремонтним і доремонтним ресурсом, тощо.

Узагальнюючи сказане, можна стверджувати, що раніше проведені дослідження були спрямовані, в основному, на розробку якісних показників ремонтпридатності машин в цілому, а також окремих кількісних критеріїв. Результати обмежених досліджень по оцінці ремонтної технологічності деталей показують, що запропоновані

щодо цього критерії не набули широкого розповсюдження через неможливість встановлення значень ряду вихідних даних для їх розрахунку /ресурс, строк служби, кратність відновлення/.

У відповідності з метою досліджень та на основі аналітичного огляду, в роботі були поставлені такі задачі:

- обґрунтувати номенклатуру показників для оцінки пристосованості деталей до відновлення;
- дослідити залежність рівня ПДВ від конструктивно-технологічних і ремонтних характеристик деталей;
- розробити ремонтні вимоги до конструкції деталей тракторів і сільськогосподарських машин.

В другому розділі викладено теоретичні передумови щодо обґрунтування критеріїв ремонтної технологічності деталей. В процесі формування технічних критеріїв основна увага була приділена кількісній оцінці пристосованості конструкції деталей до відновлення. Достатність таких критеріїв визначалась методами факторного аналізу. Показники економічного характеру визначалися з позицій системного аналізу на основі експертизи конструкції деталей. Повна оцінка рівня пристосованості проводилася за комплексним техніко-економічним критерієм.

В зв'язку зі значною різноманітністю деталей сільськогосподарської техніки та виходячи з необхідності формування єдиного методичного підходу до оцінки ПДВ, кожна окрема деталь розглядалася як складна система, що формується з сукупності типових елементів і поверхонь. Наприклад, робочі поверхні і елементи вала І50.37.І04-2А /рис. І/022І/під підшипник/, І243 /зубчаста /, І632 / шлицьова /, І82І /різьбова/, слід віднести до підсистеми складної ієрархічної системи "вал", а інші неробочі поверхні /торцеві, канавки, фаски і т.п., що замикають контур деталі/, відносять до елементів деталей, як системи. Це дає можливість використати єдиний методичний підхід до технічної експертизи, аналізу деталі і формування певних показників для оцінки деталі.

Одночасно, аналізуючи діючу номенклатуру показників ремонтно-придатності виробів, можна констатувати, що одним з головних критеріїв при цьому використовується наявність в конструкції так званих ремонтно-нетехнологічних конструктивних рішень / РНКР/ /ОСТ 70.2.І0-85/. Виходячи з цього, доцільно виявляти в конструкції деталей види і кількість ознак, що характеризують пристосова-

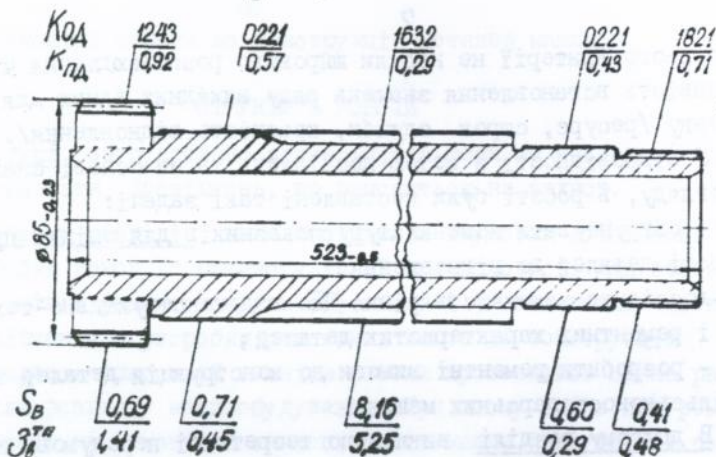


Рис. 1 Дослідження структури вала первинного І50.37.І04-2А з позицій системного аналізу:

Код - коди типових поверхонь;

$K_{ПД}$ - коефіцієнт повторюваності дефекту;

$S_{В}$ - площа поверхні, що підлягає відновленню, $дм^2$;

$З_{П}^{ПВ}$ - розрахункова собівартість відновлення типових поверхонь, крб.

ність деталей до відновлення. Але, якщо при оцінці ремонтпридатності машин в цілому РНКР оцінюються за їх наявність в машині /проводиться якісна оцінка/, то для деталей доцільно визначити не тільки номенклатуру ознак, що характеризують пристосованість до відновлення, так і кількісно оцінити кожен з них відповідним критерієм /коефіцієнтом/. Нехай, наприклад, в процесі технічної експертизи і аналізу конструкції деталей буде виявлено "п" ознак РНКР. Тоді априорно можна констатувати, що первинне значення витрат на відновлення $З_{В}$ збільшиться до величини $З_{В}^{ПДВ}$. Вказане збільшення обумовлено зростанням витрат на величину так званих "баластних" витрат $З_{б}$, які, в свою чергу, обумовлені низькою пристосованістю деталей до відновлення. При цьому кожен з окремих показників K_i для оцінки пристосованості формується у відповідності з вказаними додатковими витратами:

$$K_i = \frac{З_{В}}{З_{В} + З_{бi}} \quad / \quad I \quad /$$

Добуток кожного з окремих коефіцієнтів / K_i / визначає значення технічного критерію ПДВ. Достатність технічних критеріїв для

оцінки конструкції деталі обмежується і обґрунтовується методами факторного аналізу. При цьому виходять з того, щоб всі попередньо прийняті критерії ввійшли в перелік факторів, що встановлюються в процесі факторного аналізу.

Економічні критерії рівня ПДВ визначають, використовуючи елементи системного аналізу. При цьому, розглядаючи кожну з деталей як сукупність типових поверхонь і елементів /див.рис. I/, легко визначити як загальну площу відновлення деталей, так і витрати на її відновлення, використовуючи питомі витрати на реалізацію способів.

Загальний комплексний рівень ПДВ визначається за техніко-економічним критерієм. Виходячи з цього робоча гіпотеза досліджень полягає в тому, що для кожної окремої деталі машин сільсько-господарського призначення може бути проведена оцінка рівня її пристосованості до відновлення на основі обмеженої системи показників, що зв'язують конструктивно-технологічні і ремонтні параметри деталей з технічними можливостями виконання ремонтних операцій в процесі відновлення.

В третьому розділі викладено програму і методику експериментальних досліджень. За об'єкт досліджень прийнято справдані деталі тракторів типу Т-150К та корнезбиральних машин типу РКМ-6.

Експериментальні дослідження проведені з метою перевірки достовірності теоретичних положень щодо обґрунтування критеріїв оцінки пристосованості деталей, проведення практичної оцінки пристосованості деталей серійних машин до відновлення, а також дослідження впливу конструктивно-технологічних і ремонтних характеристик деталей на рівень пристосованості їх до відновлення. Виходячи з цього, програмою експериментальних досліджень передбачалося:

1. Обґрунтування критеріїв оцінки ПДВ.
2. Розробка комплексу програм для ЕОМ щодо оцінки ПДВ.
3. Дослідження впливу конструктивно-технологічних параметрів і ремонтних характеристик деталей на рівень ПДВ.
4. Проведення досліджень та розробка ремонтних вимог до деталей тракторів та спеціальних комбайнів.

Для розрахунку технічних критеріїв за вихідні дані прийнято багатоступеневу трудомісткість виконання операцій " t_0 " усунення дефекту деталі з низькою пристосованістю до відновлення. При визначенні трудомісткості використовувались норми часу, поелементні нор-

мативи, а при їх відсутності - поопераційний хронометраж. Одержане значення t_{δ} приймалося для розрахунку часткового коефіцієнта конструктивної пристосованості. Розрахунок проводився за методикою РД Ю.ІБ.0001.013-88. Для встановлення точності і достовірності інформації, що планувалось одержати щодо обґрунтування значень коефіцієнтів визначено мінімальну кількість об'єктів спостережень. В даному випадку мінімальна кількість деталей встановлювалася виходячи з керівного документа РД 50-690-89. При цьому приймалося довірна ймовірність інформації $q = 0,90$, гранична відносна похибка $\varepsilon = 0,10$. Передбачався нормальний закон розподілення випадкових величин з коефіцієнтом варіації $v = 0,20$. Виходячи з цього, $N = 8$ деталей.

Таким чином визначались вихідні дані та проводився розрахунок коефіцієнтів, що враховують: необхідність розчленування деталей, перевстановлення та піднастроювання, використання вантажодіймних засобів, відновлення технологічних баз, неможливість використання ремонтних розмірів, зміцнюючих технологій, а також необхідність врахування рівня уніфікації елементів деталі.

Оцінка пристосованості деталей до відновлення проводилась в три етапи за технічними, економічними та комплексними показниками. На першому з етапів проводилась експрес-оцінка, на другому - якісна оцінка, на третьому - кількісна оцінка. Встановлено градацію оцінки: 0...0,2 - погано, 0,2...0,5 - задовільно, більше 0,5 - добре.

Вихідні дані для розробки комплексу програм для ПЕОМ по розрахунку ПДВ визначались, виходячи з номенклатури показників ПДВ. При цьому використано технічні показники - часткові коефіцієнти, які зводились в спеціальну таблицю за порядком їх викладення, класами деталей та в залежності від виду ознак низької пристосованості. З економічних показників використано питомі витрати на відновлення деталей найбільш поширеними способами /крб/дм²/. Програмою передбачалось два варіанти розрахунку ПДВ - для серійних та нових машин. При цьому для серійних ґрунтувалися на діючих ремонтних кресленнях, для нових - на відомих середніх значеннях коефіцієнтів повторюваності дефектів типових поверхонь.

Дослідження впливу конструктивних факторів на рівень ПДВ проводились в декілька етапів. Встановлювалася пряма і обернена залежність рівня ПДВ від певних змінних. За фактичними значеннями рівня ПДВ готувалися вихідні дані. За ними встановлювався від-

соток збільшення / зменшення / рівня ПДВ в залежності від змінних. Встановлювався попередній перелік змінних, проводився їх аналіз, відсіювались лінійно залежні змінні, будувалися однофакторні залежності рівня ПДВ для визначених змінних. Багатофакторна залежність рівня ПДВ від групи змінних визначалась на ПЕОМ за спеціальною програмою. Після відсіювання незначимих змінних модель перевірялась на адекватність за критерієм Фішера, при цьому розраховувалась дисперсія адекватності та порівнювалась з табличним значенням.

Ремонтні вимоги до конструкцій деталей розроблялися з врахуванням виключення чи мінімізації всіх можливих ознак непристосованості до відновлення в конструкціях деталей. Регламентовані значення коефіцієнтів ремонтних вимог визначались шляхом встановлення добутку всіх часткових коефіцієнтів, що оцінюють відповідні їм ознаки пристосованості до відновлення деталей певних класів. В основу розробки ремонтних вимог було покладено: ознаки непристосованості до відновлення, варіанти конструктивного доопрацювання деталей, що реалізовані на ремонтних підприємствах, а також з врахуванням передового досвіду конструктивного виконання деталей - аналогів вітчизняного і зарубіжного виробництва.

В четвертому розділі наведено результати досліджень.

В процесі обґрунтування номенклатури показників та розробки методики оцінки ПДВ проводився аналіз існуючих конструкцій деталей, зміни їх технічного стану в процесі експлуатації машин і технічних можливостей ремонтного виробництва.

Дослідженнями встановлено, що пристосованість деталей до відновлення може бути оцінена дев'ятьма ознаками, кожна з яких може бути виражена відповідним частковим коефіцієнтом, добуток яких складає коефіцієнт конструктивної пристосованості.

Обґрунтовано значення дев'яти часткових коефіцієнтів, що враховують ознаки непристосованості деталей до відновлення. Їх значення знаходяться в інтервалі 0,71 - 0,99. Встановлено, що найбільший вплив на рівень ПДВ /мінімальні величини коефіцієнтів/ мають такі ознаки як неможливість використання прогресивних способів відновлення та вимушена необхідність виконувати низку допоміжних технологічних операцій і використовувати нестандартне оснащення / табл. I/.

Визначено номенклатуру показників, розроблено методику оцінки ПДВ та встановлено послідовність її проведення. Технічний по-

казник визначається, виходячи з наявності і кількості ознак непристосованості, економічний - за видами і повторюваністю дефектів, площею дефектних поверхонь; комплексний - враховує значення технічних, економічних показників та коефіцієнт відновлення ресурсу.

Таблиця I

Значення часткових коефіцієнтів конструктивної пристосованості деталей до відновлення

Ознаки пристосованості деталей до відновлення	Показники	Значення коефіцієнтів по класах деталей			
		вали	шків	корпуси	
Необхідність врахування	відновлення технологічних баз	K_0	0,98	0,95	0,88
	зміни положення деталі	K_{II}	0,98	0,98	0,98
	використання вантажопідйомних засобів	K_M	1,0	1,0	0,95
	разчленування деталі	K_{χ}	0,80	0,80	0,85
	використання спеціального обладнання	K_{06}	0,91	0,91	0,89
	використання нестандартизованого оснащення	K_{0c}	0,84	0,84	0,85
	рівня уніфікації елементів	K_y	0,99	0,99	0,97
Неможливість використання таня	способів ремонтних розмірів	K_p	0,71	0,71	0,78
	прогресивних способів і зміцнюючих технологій	K_n	0,79	0,79	0,84

На першому з етапів "експрес-оцінки" ЦДВ визначається наявність та кількість ознак непристосованості деталей до відновлення. При наявності певної кількості ознак, що перевищує граничну межу, деталь визнається непристосованою і для неї розглядаються варіанти можливого доопрацювання конструкції. При цьому обмежується кількість деталей, що підлягають кількісній оцінці ЦДВ на наступних етапах.

На другому етапі проводиться якісна оцінка ЦДВ, виходячи з технічних і економічних показників. Як технічний показник використовується коефіцієнт конструктивної пристосованості $K_{ЦДВ}^K$, що враховує наявність ознак непристосованості /див. табл. I/. З економічних показників послідовно визначають трудомісткість "Т_В" і собівартість відновлення "З_В" /на основі питомих витрат на відновлення площі поверхонь і коефіцієнта повторюваності дефек-

ту/, а також значення техніко-економічного показника / $Z_V^{ПДВ}$ / собівартості відновлення деталі з врахуванням конструктивної пристосованості:

$$Z_V^{ПДВ} = \frac{Z_V}{K_{ПДВ}^K} \quad / 2 /$$

Умовою віднесення деталей до пристосованих є виконання нерівності:

$$Z_V^{ПДВ} \leq K_{Вр} \cdot Z_N, \quad / 3 /$$

де $K_{Вр}$ - коефіцієнт відновлення ресурсу;
 Z_N - ціна нової деталі, крб.

Виходячи з даної нерівності "непристосовану" групу деталей виключають з переліку **таких**, що підлягають кількісній оцінці ПДВ на наступному етапі.

На третьому етапі визначають кількісний рівень ПДВ по групі "пристосованих" деталей за комплексним критерієм:

$$K_{ПДВ} = I - \frac{Z_V^{ПДВ}}{K_{Вр} \cdot Z_N} \quad / 4 /$$

Значення коефіцієнта $K_{ПДВ}$ знаходиться в інтервалі $0 \dots I, 0$.

Розроблено комплекс програм для ПЕОМ, що дозволяє в діалоговому режимі оперативно виконувати кількісну оцінку ПДВ, виходячи з основних техніко-економічних і ремонтних характеристик деталей. Програмою передбачено виконання оцінки як серійних так і нових машин.

З метою досліджень залежностей рівня ПДВ від конструктивно-технологічних характеристик деталей визначено 9 змінних /факторів/ по класу "вали" та 8- по класу "корпусні деталі", що впливають на рівень ПДВ, а також проведено оцінку пристосованості. При цьому встановлено, що значення тільки однієї змінної/коефіцієнту $K_{ПДВ}^K$ / прямо пропорційно рівню пристосованості $K_{ПДВ}$, всі інші змінні впливають за оберненою залежністю. Аналіз однофакторних залежностей рівня ПДВ від встановлених змінних показує, що на його величину значно впливають площа проєкції деталі, площа поверхні під підшипники, кількість поверхонь, що відновлюються,

собівартість відновлення клас "корпусні деталі" - рис. 2 /; довжина деталі, собівартість відновлення, площа поверхні під підшипники, під ущільнення /клас "вали" - рис. 3/. Аналіз аналітичних однофакторних залежностей показує, що для класу "вали" вплив тільки трьох факторів з дев'яти описується рівняння першого порядку, всі інші - рівнянням другого порядку. Для класу "корпусні деталі" - навпаки: вплив тільки двох факторів описується рівнянням другого порядку, інші - першого порядку /табл. 2/.

Аналіз одержаних багатофакторних залежностей рівня ПДВ від визначених конструктивно-технологічних змінних показує, що найбільший вплив на функцію відгук / $y = K_{\text{ПДВ}}$ / встановлено від таких окремих змінних як коефіцієнт $K_{\text{ПДВ}}^k$, площа поверхні під підшипник, площа різьбової, шлицьової поверхні, собівартість відновлення. При цьому багатофакторні моделі для двох класів деталей мають вигляд:

$$\begin{aligned} \text{клас "вали": } y = & 0,33 / 0,73 + 0,46 S_{\text{пш}} - 1,47 \cdot L^2 + 123,72 d^2 - \\ & 16,22 d \cdot S_{\text{пш}} - 0,14 S_{\text{мн}} - 0,08 S_{\text{шл}} - 0,34 S_{\text{шп}} \cdot S_{\text{шл}} + 0,25 S_{\text{мн}}^2 - \\ & - 0,12 S_{\text{мн}} \cdot S_{\text{шл}} - 0,10 \cdot Z_{\text{в}} + 0,62 S_{\text{рз}} \cdot K_{\text{ПДВ}}^k - 0,23 S_{\text{рз}} \cdot Z_{\text{в}} + \\ & + 0,01 \cdot Z_{\text{в}}^2 / \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{клас "корпусні деталі": } y = & 0,87 - 0,02 S_{\text{пр}} - 0,5 S_{\text{пш}} + 0,01 S_{\text{пр}} \cdot \\ & S_{\text{пш}} + 0,01 S_{\text{пр}} \cdot S_{\text{стк}} - 0,06 S_{\text{пш}} \cdot S_{\text{стк}} - 0,01 \cdot S_{\text{стк}}^2 - \\ & - 0,04 S_{\text{кр}} \cdot S_{\text{рз}} - 0,01 S_{\text{рз}}^2 - 0,063 Z_{\text{в}} + 0,001 n_{\text{пв}}^2 - 0,03 n_{\text{пв}} \cdot K_{\text{ПДВ}}^k + \\ & + 0,04 \cdot K_{\text{ПДВ}}^k \cdot Z_{\text{в}} + 0,001 \cdot Z_{\text{в}}^2 \end{aligned}$$

В п'ятому розділі наведено результати оцінки пристосованості до відновлення деталей серійних машин. Результати оцінки 46 деталей трактора типу Т-150К та коренезбиральної машини типу РКМ-6 показують на низький рівень пристосованості. Так, тільки 26% деталей визнано добре пристосованими; 22% - задовільно, 46% - незадовільно, 6% - взагалі непристосованими. Найбільш низькі значення коефіцієнта $K_{\text{ПДВ}}^k$ мають такі класи деталей як шнеки, бітери /0,46...0,70/, корпусні деталі /0,65...0,87/. Низька пристосованість підвищує витрати на відновлення деталей на 80...110% /шнеки/, 30...50% /корпусні деталі/, 20...22% /вали, шестерні/.

Для непристосованих / $Z_{\text{в}}^{\text{ПДВ}} > K_{\text{вр}} \cdot Z_{\text{н}}$ / та незадовільно пристосованих / $K_{\text{ПДВ}} = 0...0,2$ / до відновлення деталей проведено ана-

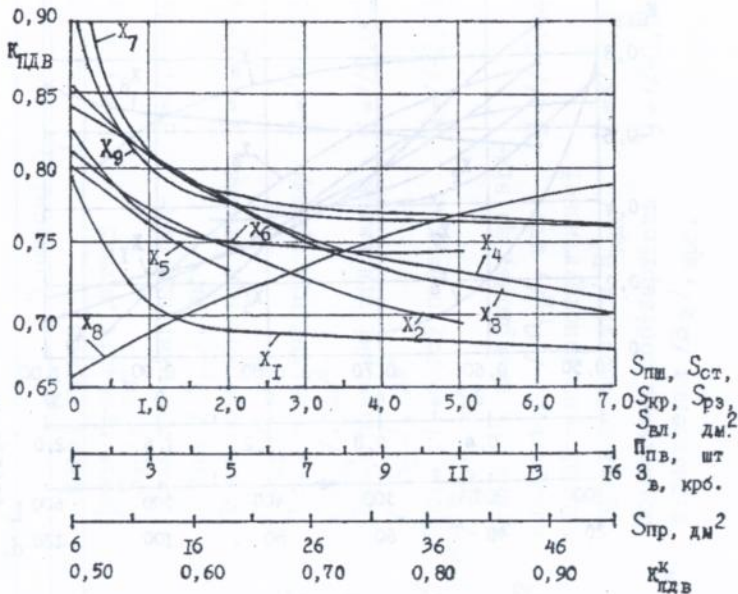


Рис. 2 Залежність значення $K_{\text{ПДВ}}$ класу "корпусні деталі" від їх техніко-економічних і ремонтних характеристик:

- X_1 - площа проекції деталі / $S_{\text{пр}}$ /, дм^2 ;
- X_2 - площа поверхні під підшипник / $S_{\text{пш}}$ /, дм^2 ;
- X_3 - площа поверхні під стакан / $S_{\text{ст}}$ /, дм^2 ;
- X_4 - площа поверхні під кришку / $S_{\text{кр}}$ /, дм^2 ;
- X_5 - площа поверхні під валик / $S_{\text{вл}}$ /, дм^2 ;
- X_6 - площа різьбової поверхні / $S_{\text{рз}}$ /, дм^2 ;
- X_7 - кількість поверхонь, що відновлюються / $n_{\text{пв}}$ /, шт;
- X_8 - коефіцієнт конструктивної пристосованості / $K_{\text{ПДВ}}^{\text{к}}$ /;
- X_9 - нормативна собівартість відновлення / $Z_{\text{в}}$ /, крб.

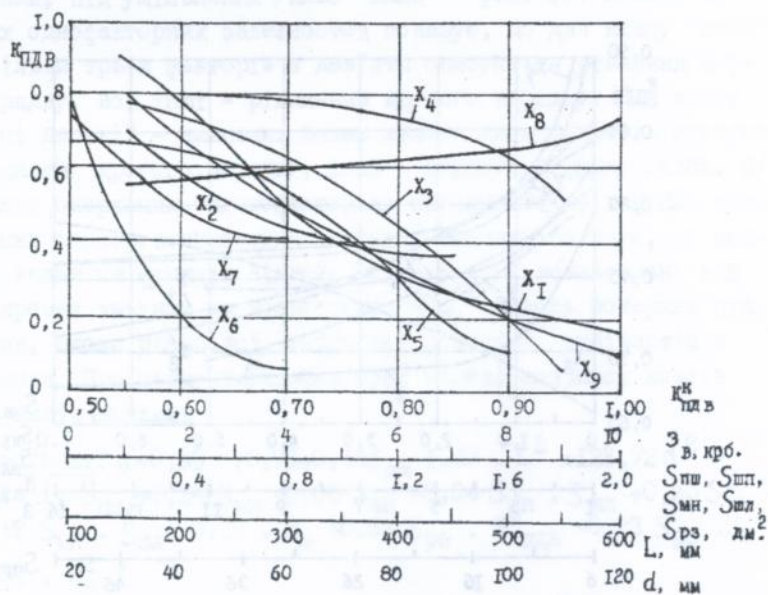


Рис. 3 Залежність значення $K_{пдв}$ деталей класу "вали" від їх техніко-економічних і ремонтних характеристик:

- x_1 - довжина деталі / L /, мм; x_2 - середній діаметр / d /, мм²;
 x_3 - площа поверхні під підшипник, / $S_{пш}$ /, дм²;
 x_4 - площа поверхні з шпоночним пазом, / $S_{шп}$ /, дм²;
 x_5 - площа поверхні під уцілення / $S_{мн}$ /, дм²;
 x_6 - площа шлицьової поверхні / $S_{шл}$ /, дм²;
 x_7 - площа різьбової поверхні / $S_{рз}$ /, дм²;
 x_8 - коефіцієнт конструктивної пристосованості $K_{пдв}^k$;
 x_9 - нормативна собівартість відновлення / Z_B /, крб.

Таблиця 2

Емпіричні залежності рівня пристосованості деталей класів "вали",
"корпусні деталі" від конструктивно-технологічних характеристик
деталей

Деталі класу " вал "		!	"Корпусні деталі"			
Назва змінної	!	Залежність	!	Назва змінної	!	Залежність
1. Довжина деталі / L /, м		$y = 3188,77x^{-1,54}$		Площа проєкції деталі / $S_{пр}$ /, дм ²		$y = 0,75 + 0,16x^{-1}$
2. Середній діаметр / d /,		$y = 0,19 + 14,79x^{-1}$		Площа поверхні під підшипник / $S_{пш}$ /, дм ²		$y = 0,77 + 0,04x - 0,01x^2$
3. Площа поверхні під підшипник, / $S_{пш}$ /, дм ²		$y = 0,29 + 0,17x^{-1}$		Площа поверхні під стакан, / $S_{стк}$ /, дм ²		$y = 0,81 - 0,03x + 0,004x^2$
4. Площа поверхні з шпонковим пазом / $S_{шп}$ /, дм ²		$y = 0,59 + 0,49x - 0,29x^2$		Площа поверхні під кришку / $S_{кр}$ /, дм ²		$y = //0,001 + 1,27x/$
5. Площа поверхні під ущільнення / $S_{мн}$ /, дм ²		$y = 0,63 + 0,17x - 0,36x^2$		Площа поверхні під валик / $S_{вл}$ /, дм ²		$y = //0,002 + 1,37x/$
6. Площа шлицьової поверхні / $S_{шл}$ /, дм ²		$y = 0,72 - 0,19x + 0,01x^2$		Площа різьбової поверхні / $S_{рз}$ /, дм ²		$y = // - 0,04 + 1,36x/$
7. Площа різьбової поверхні / $S_{рз}$ /, дм ²		$y = 0,72 + 0,05x - 2,28x^2$		Кількість поверхонь, що відновлюються, / $n_{пв}$ /, шт.		$y = // - 0,32 + 1,37x/$
8. Коефіцієнт конструктивної пристосованості / $K_{пдв}^k$ /		$y = 0,41 + 0,26x$		Коефіцієнт конструктивної пристосованості / $K_{пдв}^k$ /		$y = x // 0,20 + 1,04x/$
9. Нормативна собівартість відновлення / Z_v /, крб.		$y = 0,91 - 0,12x + 0,004x^2$		Нормативна собівартість відновлення / Z_v /, крб.		$y = // - 0,28 + 1,37x/$

ліз технічних і економічних критеріїв та встановлено причини непристосованості. Розроблено 36 пропозицій щодо конструктивного доопрацювання деталей. З метою встановлення ефективності пропозицій проведено повторний розрахунок рівня пристосованості цих же деталей. Результати показали, що рівень ПДВ змінюється таким чином:

- кількість непристосованих зменшується на 4%;
- кількість "незадовільно" пристосованих зменшується на 30%;
- кількість "добре" та "задовільно" пристосованих збільшується на 35%.

В результаті досліджень розроблено 68 ремонтних вимог для шести класів деталей, в т.ч. 57 регламентовані /обмежені певними кількісними показниками/. Кількість вимог для груп деталей: вали - 12, стакани - 7, шківни - 7, шестерні - II, шнеки - II, корпуси - 20. Ремонтні вимоги стосуються забезпечення використання ремонтних розмірів, збереження технологічних баз, виключення розчленування деталей в процесі відновлення, можливості заміни елементів, що швидкозношуються та ін.

Комплект документів, що включає ілюстровані приклади низької пристосованості, пропозиції щодо доопрацювання конструкцій деталей певних марок машин та регламентовані ремонтні вимоги до конструкцій деталей прийнято для практичного впровадження на п'яти машинобудівних підприємствах та в ремонтному виробництві.

Реалізація одержаних результатів дозволяє зменшити витрати на ремонт техніки на 4...5%.

В И С Н О В К И

1. Встановлено, що в результаті недостатнього рівня ремонтної технологічності деталей споживачі машин несуть матеріальні збитки з-за підвищених витрат на їх відновлення та вибракування. Таке становище, зокрема обумовлено відсутністю методичних положень щодо оцінки деталей на ремонтну технологічність.

2. Визначено, що оцінка рівня пристосованості необхідна і можлива на основі комплексного показника, що враховує конструктивні особливості деталей машин, зміну їх технічного стану в процесі експлуатації машин і технічні можливості сучасного ремонтного виробництва.

3. При оцінці ПДВ деталей слід розглядати з позицій системно-

го аналізу, як сукупність типових поверхонь і елементів. В технологічному процесі відновлення деталей необхідно передбачити можливість і зручність виконання ремонтних операцій та оцінювати його ефективність чисельними значеннями коефіцієнтів, що враховують конструктивну пристосованість до відновлення.

4. Оцінка ПДВ проводиться в три стадії за технічними, економічними та комплексним показниками. Обґрунтовано номенклатуру та значення дев'яти коефіцієнтів, що враховують пристосованість деталей до відновлення. Їх значення знаходяться в інтервалі 0,71-0,99. При цьому в залежності від конструктивних особливостей коефіцієнти мають такі значення:

$K_G - 0,86...0,98$; $K_{П} - 0,98$; $K_M - 0,95$; $K_{\text{Ч}} - 0,80...0,85$;
 $K_{\text{Об}} - 0,89...0,91$; $K_{\text{Ос}} - 0,84...0,85$; $K_{\text{У}} = 0,97...0,99$; $K_{\text{Р}} - 0,71...0,78$;
 $K_{\text{Н}} - 0,79...0,84$.

5. Встановлено однофакторні залежності рівня пристосованості від конструктивних та ремонтних характеристик деталей. Показано, що для групи "вали" залежності коефіцієнта пристосованості $/K_{\text{ПДВ}}/$ від загальної площі поверхні відновлення, площі під підшипники, коефіцієнта $K_{\text{ПДВ}}^{\text{К}}$ описуються рівняннями першого порядку, вплив інших факторів /довжина, діаметр, площа під ущільнення, шпонки, площа шлицьової, різьбової поверхонь, собівартість відновлення/ описується рівнянням другого порядку. Для групи "корпусні деталі" тільки два фактори: площа відновлюваної поверхні під підшипники та під стакани описуються рівняннями другого порядку, всі інші рівняннями першого порядку.

6. Розроблено багатофакторні математичні моделі для розрахунку рівня пристосованості деталей класів "вали" та "корпусні деталі" в залежності від основних конструктивних та ремонтних характеристик деталей. Найбільш значимими по класу "вали" виявлено: коефіцієнт $K_{\text{ПДВ}}^{\text{К}}$ і площа різьбової поверхні, а також площа поверхні під підшипники. По класу "корпусні деталі" найбільш значимими виявлено: площа проєкції деталі і площа поверхні під стакани, а також коефіцієнт $K_{\text{ПДВ}}^{\text{К}}$ та собівартість відновлення.

7. Розроблено комплекс програм "ПДВ-оцінка", яка дає можливість за конструктивними параметрами та вихідними даними деталей виконувати оцінку їх пристосованості до відновлення.

8. Підготовлено 57 регламентованих ремонтних вимог до конструкцій деталей. Встановлено, що значення коефіцієнтів конструк-

тивної пристосованості не повинні бути нижчими таких величин: вали - 0,36; стакани - 0,37; шківни - 0,32; шнеки - 0,35; шестерні - 0,34; корпусні деталі - 0,40;

9. Проведено оцінку пристосованості деталей серійних машин Т-150К та РКМ-6 до відновлення. При цьому тільки 26% визнано добре пристосованими, 22% - задовільно, 46% - незадовільно, 6% - взагалі непристосовані.

10. Підготовлено 36 пропозицій по підвищенню рівня ПДР. За умови їх реалізації рівень пристосованості деталей змінюється таким чином: кількість "непристосованих" зменшується на 4%; кількість "незадовільно" пристосованих зменшується на 30%; кількість "задовільно" та "добре" пристосованих збільшується на 35%.

Комплект документів по підвищенню ремонтної технологічності деталей передано для впровадження п'яти заводам-виробникам та ремонтному виробництву.

Впровадження результатів досліджень дозволяє зменшити витрати на ремонт техніки на 4...5%.

Основні положення дисертації викладені в таких друкованих працях:

1. Методика оцінки пристосованості деталей к востановлению. РД 10.16.0002.13-88. /Молодык Н.В., Шаповал Л.И./ -М.: ГОСНИТИ, 1989 - 33 с.
2. Рекомендации по востановлению деталей водополивной техники, /Фурса Н.И., Шаповал Л.И., Русенёк Л.Г./ М.: ГОСНИТИ, 1985 24 с.
3. Молодык Н.В. Шаповал Л.И. Оценка приспособленности деталей к востановлению //Методические указания по нормированию, оценке и обеспечению ремонтпридатности техники -М.: ГОСНИТИ, 1991 - с. 24-32, 83-86, 86-91/.
4. Молодык Н.В., Шаповал Л.И. Повышение ремонтпригодности деталей - резерв снижения затрат на ремонт машин //Труды ГОСНИТИ 1990, Т.90, с. 53-65.
5. Шаповал Л.И. Рівень ремонтної технологічності деталей трактора типу Т-150К //Техніка АПК. 1994, № II-12, с. 26-27.
6. Рева Д.Л., Шаповал Л.И., Молодык Н.В. Повышение ремонтпригодности деталей машин //Тракторы и сельхозмашины, 1994, с. 26-28.
7. Шаповал Л.И. Ознаки низької ремонтпридатності деталей сільськогосподарської техніки. //Республіканський міжвідомий наук.-

- техн. збірник "Механізація та електрифікація сільського господарства" вип. 75.Київ, 1992, с. 87-90.
8. Шаповал Л.І. Попередити поломки деталей //Механізація сільського господарства, 1981, №11, с. 25.
 9. Фурса Н.И., Шаповал Л.И., Бидуля Н.Д. "Приспособленность деталей плугов к восстановлению, //Техника в сельском хозяйстве, 1962, № 2, с. 56-57.
 10. Шаповал Л.І. Монтаж вузлів і деталей машин КС-6, Механізація сільського господарства, 1976, № 7, с. 28-29.
 11. Ярославський М.С., Шаповал Л.І. Заміна вузлів і деталей машини БМ-3 /Механізація сільського господарства, 1979, №2, с. 24-25.
 12. Фурса Н.И., Шаповал Л.И., Бидуля Н.Д. Приспособленность деталей экскаватора Э-552 к восстановлению, //Строительные и дорожные машины, 1983, № 4, с. 22-23.
 13. Чекмарев В.И., Шаповал Л.И. Восстановление тормозных шкивов и барабанов лебедки экскаватора Э-100II //Строительные и дорожные машины, 1984, № 8, с. 24.
 14. Фурса Н.И., Шаповал Л.И., Науменко В.Н. Пути повышения приспособленности деталей экскаватора Э-100III к восстановлению //Строительные и дорожные машины. 1984, №9 стр. 29-30.
 15. Шаповал Л.І. Доцувалки будуть надійніші //Механізація сільського господарства, 1982, № 2, с. 13.
 16. Шаповал Л.І. Реконструкція вузла кріплення //Механізація сільського господарства, 1985, № 1, с. 8.
 17. Тьвончук П.А., Фурса Н.И., Шаповал Л.И. Восстановление стакана поворотного механизма дождевальных машин //Техника в сельском хозяйстве, 1986, №7, с. 57-58.
 18. Фурса Н.И., Шаповал Л.И. Восстановление тонкостенных стальных труб //Механизация и электрификация сельского хозяйства, 1988, № 1, с. 58-59.
 19. Молодык Н.В., Фурса Н.И., Шаповал Л.И. К методике оценки приспособленности деталей к восстановлению. //Тез. докл. на научн.-технич. конф. "Пути повышения уровня ремонтпригодности машин, приборов и оборудования с целью снижения затрат на их техническое обслуживание и ремонт", Одесса, 12-14.І.1987, Одесса, 1987, с. 90-91.
 20. Молодык Н.В., Шаповал Л.И. Оценка приспособленности конструкции деталей сельскохозяйственной техники к восстановлению. -

- //Тез. докл. на науч.-технич. конф. "Современное оборудование и технологические процессы для восстановления и упрочнения деталей машин" Пятигорск, 17-21.11.1988 -М, АгрНИИТЭИТО, 1988, с. 70-71.
21. Фурса Н.И., Шаповал Л.И., Бидуля Н.Д. Пути повышения приспособленности деталей мелиоративных машин к восстановлению //Тез. докл. на науч.-технич. конф. "Создание техники для агропромышленного комплекса с обеспечением требований ТО и ремонта", Минск 12-14.11.1984 /М. 1984. с. 115-116./
22. Фурса Н.И., Шаповал Л.И., Бидуля Н.Д. Пути повышения приспособленности деталей специальных плугов ПП-7-40, ПК-5-40, ПН-75 и экскаваторов Э-652Б к восстановлению. //Тез. докл. на науч.-технич. конф. "Повышение ремонтпригодности, эксплуатационной и ремонтной технологичности сельскохозяйственной техники" г.Одесса, 25-27.04.1983, 1983, с. 164-167.
23. Молодык Н.В., Шаповал Л.И. Повышение приспособленности деталей к восстановлению - резерв снижения затрат на ремонт машин //Тез. докл. на науч.-техн. семинаре "Работы в области восстановления и упрочнения деталей, М.: МДНТП, 1991, с.26-27.
24. Молодик М.В., Шаповал Л.І. Оцінка пристосованості деталей до відновлення //Тез. допов. на науч.-техніч. конф. "Енергозберігаючі технології та технічні засоби для виробництва с.г. продукції" Глеваха 16-18.11.1993, с. 190-192.
25. Шаповал Л.І. Оцінка та підвищення ремонтної технологічності деталей //Тез. доп. на наук.-техніч. конфер. по питанням механізації, автоматизації та технічного сервісу АПК в умовах ринкових відносин, Глеваха, 26-28.09.1995р., с.258-260.
26. Черненко П.О., Шаповал Л.І., Бидуля М.Д. Підвищення післяремонтного ресурсу гідкопідійманів комбайнів КСТ-3. Механізація сільського господарства, 1974, № 6, с. 26.

Шаповал Л.И. Оценка приспособленности деталей к восстановлению и требования к их конструкциям. Рукопись

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.20.03. Эксплуатация, восстановление и ремонт сельскохозяйственной техники. Национальный аграрный университет. - Киев, 1997.

Защищаются теоретические и экспериментальные исследования по обоснованию номенклатуры показателей и методика оценки ремонтной

технологичності деталей. Оцінка проводиться по технічним, економічним і комплексним показателями. Установлено одно - і багатофакторні залежності рівня придатності деталей від конструктивних і ремонтних факторів. Виконана оцінка ремонтної технологичності деталей серійних машин. Розроблено ремонтні вимоги до конструкціям деталей, які прийняті до реалізації на машинобудівних підприємствах і в ремонтному виробництві.

Shapoval L.I.

Evaluation of the components' fitness of the renewal and requirements to their constructions. Manuscript.

Scientific engineering sciences kandidat dissertation, majoring in 05.20.03 - exploitation, renewal and agricultural machinery repair. National agricultural University. Kiev, 1997.

Theoretical and experimental researches on the grounding of indices' list and principles of evaluation the components' technological qualities. Evaluation is carried out with help of technical, economic and complex factors. Single - and multifactoral dependence of the components' fitness level on construction and repair factors was found. The evaluation of repairing technological abilities of the serial machines' components was made. Repairing requirements to the constructions of the components, that were accepted for the realization on the mechanical engineering enterprises and repairing factories were developed.

Ключові слова: ремонтпридатність машин, ремонтна технологичність деталей, критерії оцінки, методика, результати оцінки, залежності, програми на ЕОМ, вимоги до конструкцій деталей.

Підписано до друку 19.05.97р. Формат 60x84/16.
Ум. друк. арк. 1,0. Обл.-вид. арк. 1,0.
Наклад 100. Зам. 189.

Відділ оперативної поліграфії
Центру Міжнародної освіти
227-12-75, 227-37-86

432874

AB 38.021

AB 38.021