

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Таврійський державний агротехнологічний університет**  
**імені Дмитра Моторного**  
**Механіко-технологічний факультет**

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о.зав. каф. "Технічний сервіс та системи в АПК"

доц. \_\_\_\_\_ Андрій СМЕЛОВ

" \_\_\_\_\_ " \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Пояснювальна записка**

до дипломної роботи здобувача СВО Магістр

(ступінь вищої освіти)

на тему: «Обґрунтування технологічних та організаційних заходів по створенню гальванічної ділянки в майстерні відокремленого підприємства "ХарвістРемСервіс" дочірнього підприємства «Ілліч-Агро Донбас»

**31ТСД.000.000000ПЗ**

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, групи 24МБ АІ

спеціальності 208 Агроінженерія

за ОПІ Агроінженерія

(шифр і назва спеціальності та ОПІ)

Микита ЛЕВОН

(підпис)

Керівник доц. \_\_\_\_\_

(підпис)

Консультант проф. \_\_\_\_\_

(підпис)

Нормоконтроль доц. \_\_\_\_\_

(підпис)

Рецензент інж. \_\_\_\_\_

(підпис)

Мелітополь - 2021 рік

## РЕФЕРАТ

**Магістерська робота:** на тему «Обґрунтування технологічних та організаційних заходів по створенню гальванічної дільниці в майстерні відокремленого підприємства "ХарвістРемСервіс" дочірнього підприємства "Ілліч-Агро Донбас" Нікольського району Донецької області» виконана на 68 сторінках машинописного тексту і має 6 розділів.

**Графічна частина роботи** – 6 листів формату А1.

**Мета роботи та основні задачі досліджень.**

Мета роботи полягає в підвищенні надійності ремонту машин за рахунок підвищення технологічного процесу відновлення деталей гальванічним способом та обґрунтування гальванічної дільниці.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- на підставі аналізу конструктивних параметрів визначити деталі, які підлягають гальванопокриттю;
- визначити загальний критерій ефективності відновлення деталей та фактори, які визначають ефективність технологічного процесу;
- обґрунтувати раціональний спосіб відновлення деталей;
- визначити кількість робочих місць, працівників та обладнання дільниці;
- визначити економічну доцільність відновлення деталей.

**Об'єкт та предмет досліджень.**

Для проведення аналізу наявності та стану деталей, що потребують відновлення гальванопокриттям в розрізі господарства, районів та області проводилося збирання матеріалів про наявність таких деталей.

Основними об'єктами досліджень прийняти діючі ремонтні підприємства, які виконують відновлення деталей гальванопокриттям.

ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ, ГАЛЬВАНОПОКРИТТЯ, ФАКТОРИ, БАГАТОКРИТЕРИАЛЬНИЙ ВИБІР, НОМОГРАМА, ГАЛЬВАНІЧНА ДІЛЬНИЦЯ.

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| Вступ  | 8  |
| 1 Аналіз виробничої бази господарства та деталей, що підлягають відновленню            | 9  |
| 1.1 Характеристика ЗАТ «Агронива»  | 9  |
| 1.2 Аналіз існуючої технології і організації ремонтних робіт                           | 10 |
| 1.3 Аналіз деталей та способів їх відновлення  | 11 |
| 1.4 Аналіз електролітичного способу відновлення деталей                                | 15 |
| 1.5 Мета та основні задачі досліджень  | 17 |
| 2 Концептуальні дослідження доцільності створення гальванічної дільниці                | 18 |
| 2.1 Визначення цільової функції ефективності гальванічної дільниці                     | 18 |
| 2.2. Визначення факторів, які впливають на доцільність створення гальванічної дільниці | 20 |
| 2.3. Об'єкт дослідження  | 23 |
| 3 Теоретичні дослідження процесу гальванопокриття при відновленні деталей              | 25 |
| 3.1 Багатокритеріальний вибір способу відновлення деталі                               | 25 |
| 3.2 Обґрунтування параметрів електролітичного покриття                                 | 29 |
| 3.3 Побудова номограми для визначення параметрів гальванічного покриття деталей        | 33 |
| 4. Обґрунтування організації гальванічної дільниці                                     | 37 |
| 4.1 Технологічний процес залізнення золотника гідророзподільника                       | 37 |
| 4.2 Обґрунтування програми гальванічної дільниці                                       | 38 |
| 4.3 Вибір технологічного обладнання та кількості виробничих працівників на дільниці    | 41 |
| 5. Охорона праці та довкілля   | 46 |

|  |    |
|--|----|
| 5.1 Вимоги безпеки до проведення робіт в гальванічній дільниці       | 46 |
| 5.2 Аналіз небезпечних факторів та ситуацій під час роботи з ремонту | 54 |
| 5.3 Заходи щодо забезпечення екологічності роботи                    | 56 |
| 6 Визначення економічної доцільності створення гальванічної дільниці | 58 |
| 6.1 Визначення ефективності праці на гальванічній дільниці           | 58 |
| 6.2 Визначення економічної ефективності                              | 60 |
| Висновки   | 62 |
| Список літератури  | 63 |

## ВСТУП

Найважливіша задача організації ремонту техніки в господарствах – підвищення моторесурсу відремонтованих машин і зниження собівартості їх ремонту. Досягнути цього можна шляхом широкого втілення прогресивних методів відновлення зношених деталей.

В теперішній час при ремонті техніки використовується велика кількість запасних частин, які значно здорожують ремонт. Знизити затрати на ремонт техніки дозволяє організація відновлення зношених деталей як на спеціалізованих ремонтних підприємствах, так і в центральних ремонтних майстернях господарств. Практика показує, що вартість відновлення деталей складає 50...60% нових, а надійність їх – на рівні нових.

В ремонтній практиці вже відпрацьовані прості, надійні і продуктивні способи відновлення зношених деталей, які з успіхом можуть застосовуватися і в умовах центральних ремонтних майстернях господарств. До них відносяться механізовані способи наплавлення і зварювання (автоматичне наплавлення під шаром флюсу і в захисних газах, вібродугове наплавлення) з використанням високоякісних наплавочних матеріалів, обробка деталей тиском, застосування полімерних матеріалів та інше.

Електролітичні покриття мають досить високі, технологічно регульовані фізико-механічні властивості і дозволяють відновлювати деталі з невеликими зносами без структурних змін основного металу, що дуже суттєво для термічно оброблених поверхонь. Гальванічне нарощування дозволяє тонко регулювати величину припуску на наступну обробку і в окремих випадках застосовувати розмірне покриття. Корозійна стійкість деяких видів покриттів створює добрий антикорозійний захист, а гарний зовнішній вигляд – декоративність. Багато операцій електролітичного покриття може здійснюватись одночасно для великих партій деталей.

# 1 АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЇ РЕМОНТУ В ГОСПОДАРСТВІ ТА ДЕТАЛЕЙ, ЩО ПІДЛЯГАЮТЬ ВІДНОВЛЕННЮ

## 1.1 Загальна характеристика господарства

Землі господарства відокремленого підприємства "ХарвістРемСервіс" дочірнього підприємства "Ілліч-Агро Донбас" знаходяться на території Нікольського району Донецької області. За господарством закріплено: 2140 га сільськогосподарських угідь.

Клімат району помірно континентальний, характеризується значними коливаннями температури та опадів, низькою відносною вологістю, усього теплого літнього періоду при досить високій температурі, яка зумовлює велику випаровуваність, південно-західними суховіями поздніми весняними заморозками.

Середня відносна вологість повітря за вегетаційний період - 46%, що свідчить про значну сухість повітря в період най-леї інтенсивного росту і розвитку сільськогосподарських рослин.

Основний напрямок розвитку господарства зернове.

Склад та наявність техніки господарства в цілому дозволяє виконувати усі польові роботи за діючі агротехнічні строки, проводити потрібний комплекс механізованих робіт у повному обсязі. Головне підприємство знаходиться у місті Нікольське.

## 1.2 Аналіз існуючої технології і організації ремонту машин

Технологічний процес ремонту машинно-тракторного парку відповідає прийнятому в ремонтному виробництві, але дуже спрощений.

Після очищення від пилу, бруду зовні майстерні машина поступає до ремонтно-монтажної дільниці, де її розбирають, оцінюють технічне становище, змінюють окремі деталі або агрегати новими, або

відремонтованими, проводять ремонт зношених деталей або виготовляють нові, після чого проводять збирання автомобіля.

Машини ремонтуються тупиковим методом, тобто за час перебуття машини у ремонті, вона стоїть на одному місці. За цей час застосовується дуже багато ручної праці, особливо при збиранні машини та агрегатів. Не проводяться контрольні операції, що впливає на якість ремонту та продуктивність праці.

Не в повній мірі обладнання, яке є в майстерні, забезпечує виконання всіх операцій технологічного процесу ремонту

На тривалість ремонту машин діє великий вплив важкості у придбанні запасних частин.

На робочих місцях відсутні технологічні карти розбирання, відновлення та збирання машин, агрегатів, вузлів, відсутні засоби малої механізації та обладнання,

що забезпечують швидке збирання вузлів та агрегатів.

Ремонт та технічне обслуговування автомобілів в основному виконується силами ремонтників гаражу.

Основними недоліками організації та технології ремонту машин є відсутність плановості при організації праці та ремонту, а також неможливість виконання усіх необхідних операцій технологічного процесу ремонту у майстерні, наприклад застосування гальванопокриття.

Ремонтна майстерня не відрізняється як підрозділ, тому виконання ремонтно-обслуговуючих робіт відноситься на собівартість продукції.

### 1.3 Аналіз деталей та способів їх відновлення

В майстерні господарства планується виконувати ремонт різноманітного обладнання та машин, як свого парку так і техніки інших господарств Михайлівського району. Тому на першому етапі розробки

технологічних процесів ремонту необхідно провести аналіз деталей та способів їх відновлення.

Вали гладенькі і ступінчасті є тілами обертання з гладенькою або ступінчастою зовнішньою поверхнею і, в окремих випадках (до 7% деталей), з наявністю фланця.

Виготовляються вали переважно з вуглецевих сталей (45, 35, 50), близько 25% найменувань деталей – із легованих сталей 40Х, 25ХГТ, 50Г, 18ХГТ і 4% зі сталей звичайної якості (переважно деталі комбайнів).

Близько 70% деталей мають довжину до 600 мм і діаметр до 85 мм і лише 3% деталей – конструктивні елементи діаметром 155...220 мм. Довжина більшості зовнішніх відновлюваних поверхонь не перевищує 80мм. Шпонкові канавки шириною 6...10 мм.

Допускається непаралельність осей – у 10% деталей; радіальне биття (0,03...0,10 мм) – у 30%; торцеве биття – у 5% деталей.

10% деталей даного підкласу мають посадочну поверхню з міцністю  $HRC_e$  40.

Наявність дефектів циліндричних поверхонь контролюється мікрометром (ціна поділки 0,01 мм), згин деталі і биття фланців – індикатором (0,01 мм) на штативі, знос конічних, фасонних та різьбових поверхонь - шаблонами та калібрами.

Найбільшіша повторюваність дефектів зовнішніх циліндричних поверхонь, причому у 60% деталей підлягають відновленню дві, а в деяких деталях 3...4 і навіть 5 циліндричних поверхонь (рис. 1.1). Досить часто вали мають дефекти шпонкових пазів і зовнішньої різьби.

Допустимий знос посадочних місць під підшипники кочення не перевищує 0,07 мм, а під сальники і манжети може досягати 0,5...0,8 мм. Граничним зносом шпонкових канавок є збільшення його по ширині на 15%.

Після дефекації та сортування виправляють центрові отвори (вертикально- або радіально-свердлильний верстат типу 2Н135, 2Н53 з пристроями).



Вали, які потребують правки, подають на прес (П6126А). Після правки наплавляють різьбові частини, циліндричні поверхні, заплавляють шпонкові пази. Для цього використовують наплавлення у середовищі вуглекислого газу (азоту, аргону, гелію) вуглецевим (НП-30), Нп-40), легованим (Нп-30ХГСА, Нп-65Г) або високолегованим (Нп-30ХН13, Нп-40Н13) дротом діаметром 1,2...1,8 мм. Іони застосовують порошковий електрод (ППАН-122, ППАН-125), діаметром 2,6...3,2 мм.

Може застосовуватись також газополуменеве та плазмове напилення чи наплавлення, залізнення у ванні або натирання.

Стакани, маточини, втулки являють собою тіла обертання з довжиною, меншою діаметрального розміру, і циліндричними зовнішніми і внутрішніми поверхнями, які є переважно посадочними місцями під підшипники кочення.

Найбільший зовнішній діаметр більшості деталей становить 100... 200 мм, а внутрішній – 35...150 мм. Діаметр торцевих отворів коливається у межах 8,5...25 мм, а 60% різьбових отворів – 6...10 мм.

Деталі даного підкласу виготовляють із сірого (СЧ18-36, СЧ21-40, СЧ28-40) та ковкого чавуну (КЧ33-8, КЧ35-10), із якісної сталі.

Контролюють знос поверхонь індикаторними нутромірами (0,01 мм) і мікромірами (0,01 мм).

Допустимі зноси зовнішніх циліндричних поверхонь знаходяться у межах 0,01...0,54, а внутрішніх 0,01...0,29 мм.

Знос внутрішніх поверхонь усувають встановленням скрутних кілець, залізненням, встановленням ремонтної втулки на клею, вібродуговим наплавленням, залізненням поверхні.

Зовнішні циліндричні поверхні нарощують залізненням або наплавленням.

Поршневі пальці тракторних двигунів виготовляють із цементуючої сталі марки 12ХН3А. Основний дефект поршневих пальців – знос по зовнішній поверхні на ділянках контакту з втулкою верхньої головки шатуна і отворами у поршні.

Відновлюють зовнішній діаметр зношених пальців хромуванням, роздаванням гідродинамічним і пуансоном, розвертанням у гарячому стані.

Плунжери, золотники, валики, осі являють собою тіла обертання, у яких довжина менше 100 мм, діаметр менше 40 мм (осі шестерень, штовхачів, валики водяних насосів тощо).

Основним їх дефектом є знос зовнішніх циліндричних поверхонь.

Компенсація зношеного шару металу гальванічним покриттям (хромуванням або залізненням), шліфування поверхонь під розмір за робочим кресленням.

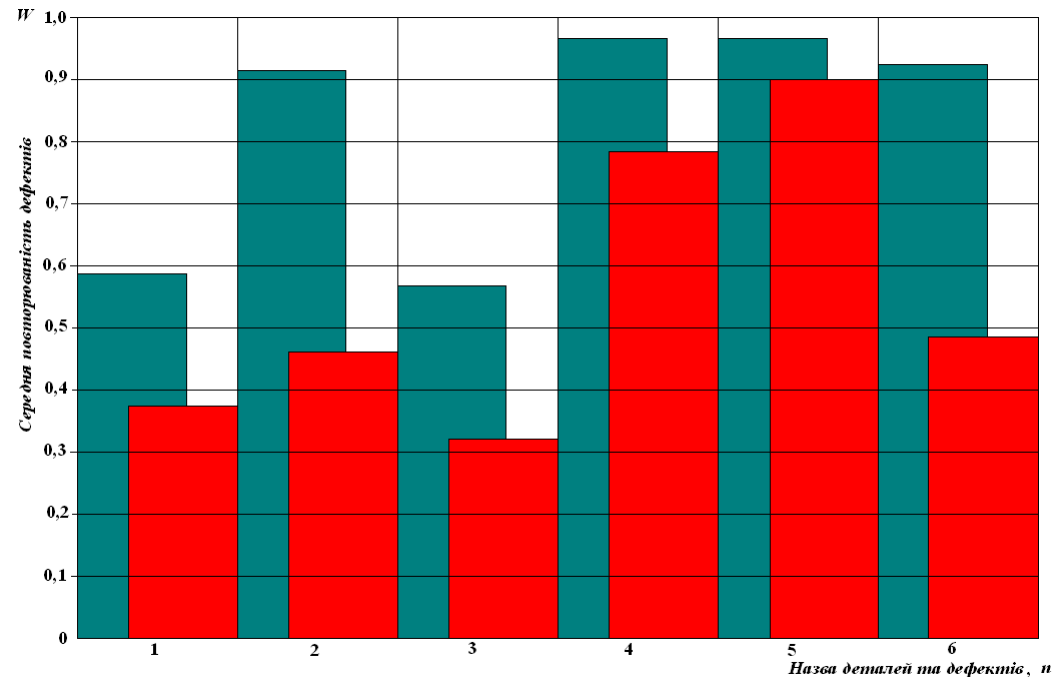
Корпуси являють собою деталі коробчастої форми з наявністю базових площин і координованих з ними і між собою точних посадочних отворів.

Це корпуси редукторів, коробок передач, роздавальних коробок, задніх мостів тощо.

Деталі підкласу «Корпуси» мають значні габаритні розміри – довжину до 1600 мм, ширину до 500 мм, висоту до 750 мм. Маса 50% перевищує 50 кг і досягає 233 кг.

Основними конструктивними елементами є отвори під підшипники у зовнішніх і інколи у внутрішніх стінках (окремі деталі мають більше 8 таких отворів). Діаметр цих отворів знаходиться в межах 50...298 мм, а довжина твірної – 10...30 мм. Виконуються вони з точністю не вище 7 квалітету і параметром шорсткості не більше  $R_a$  40. Діаметр різьбових отворів коливається від 6 до 20 мм.

Корпусні деталі виготовляються із сірих (СЧ 15-32, СЧ 18-36, СЧ 21-40), ковких (К95-0), високоміцних і спеціальних чавунів, а також (до 15%) з алюмінієвих сплавів (9, 11).



1- деталі підкласу «Вали гладенькі і ступінчасті» (зношування поверхні під підшипники); 2 – деталі підкласу «вали шліцьові» (зношування поверхні під підшипники); 3 – деталі підкласу «стакани, маточини, втулки» (зношування зовнішніх циліндричних поверхонь); 4 – деталі підкласу «стакани, маточини, втулки» (зношування внутрішніх циліндричних поверхонь); 5 – деталі підкласу «дрібні деталі» (посадочні поверхні); 6 – деталі підкласу «корпусні деталі» (зношування посадочних отворів у внутрішніх стінках)

- наявність деталей з даною поверхнею від загальної кількості деталей підкласу
- середня повторюваність дефекту

Рисунок 1.1 – Аналіз дефектів деталей, що відновлюються

Найбільший коефіцієнт повторюваності дефектів повторюваності дефектів мають зноси посадочних поверхонь під підшипники і пошкодження різьби отворів.

Допустимі зноси отворів змінюються від 0,01 до 0,23 мм, при середньому значенні 0,072 мм, зноси отворів малого діаметра 0,03...1 мм.

Посадочні поверхні під підшипники відновлюють у корпусних деталях також гальванічним покриттям (місцеве залізнення), встановленням скрутних кілець, полімерними матеріалами, контактним приварюванням стрічки або порошку.

Техніко-економічні показники дизелів в основному визначаються станом паливної апаратури. Порушення її регулювання може призвести до зниження потужності погіршення економічності дизеля на 25...35%. Ознаками несправності системи живлення є утруднений запуск дизеля, зниження номінальної потужності і максимального крутного моменту, нестійка робота, підвищена димність відпрацьованих газів, погіршення економічності тощо.

У випадку виявлення несправності системи живлення контролюють технічний стан її складових частин – насоса високого тиску, підкачувального насоса, форсунок, фільтрів, паливопроводів.

Плунжерні пари (рис. 1.2) можуть мати такі дефекти: втрату гідравлічної щільності внаслідок зношування бокової поверхні плунжера і отвору, а також рухливості плунжера у втулці внаслідок корозії, забоїн, вм'ятин; послаблення посадки повідка (для плунжерів насоса 4ТН-8,5х10). Гідравлічну щільність зношених пар контролюють на пристроях КИ-1640А, КИ-36369 та інших. Вибраковують плунжери та втулки з великими забоїнами, задирками і глибокими корозійними руйнуваннями, а також погнуті та з пошкодженим опорним бортиком.

Плунжерні пари, які треба відновлювати, розукомплектовують. Приблизно 15...20% їх можна відновити способом перекомплектування. У

цьому випадку притиранням усувають сліди зносу і надають плунжерним парам правильної геометричної форми.

Потім підбирають плунжер за втулкою так, щоб після одночасного їх притирання створився зазор, який забезпечить необхідну гідравлічну щільність.

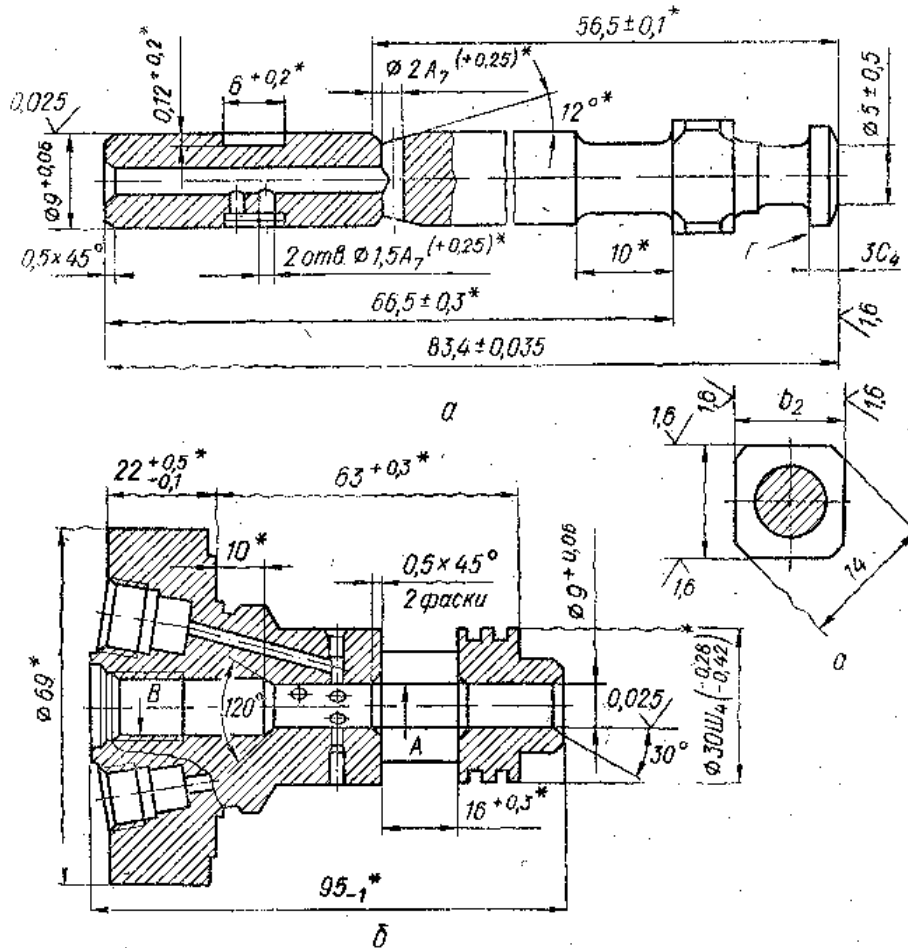


Рисунок 1.2 – Плунжерна пара паливного насоса НД-22/6:

а – плунжер; б – втулка плунжера

Плунжерні пари, які не можна відремонтувати таким способом, відновлюють хромунням, виготовленням ремонтної деталі, пластичним деформуванням, дифузійною металізацією тощо. Після нарощування плунжерні пари шліфують на безцентрово-шліфувальних станках і доводять абразивними пастами на бабках чи плоско доводочних станках. Овальність і конусність не повинна перевищувати 0,002 мм. Потім плунжери сортують за розмірними групами через 0,001 мм, остаточно доводять пастою 1...3 мкм і знову сортують. Втулки плунжера і дозатора обробляють на станках або

притиральних бабках за допомогою розрізаного притира. Для притирання використовують 14- і 7-мікронні пасти при частоті обертання шпинделя  $200 \dots 500 \text{ хв}^{-1}$  і  $40 \dots 160$  подвійних ходах шпинделя за хвилину.

Овальність, корсетність та бочкоподібність отвору втулки не повинні перевищувати  $0,001 \text{ мм}$ , а конусність –  $0,002 \text{ мм}$ . Втулки і дозатори сортують на розмірні групи через  $0,001 \text{ мм}$ .

При комплектуванні до плунжера підбирають втулку діаметром на  $0,001 \text{ мм}$  більшим діаметра плунжера так, щоб він з зусиллям заходив у втулку на  $2/3$  довжини. Плунжерні пари притирають одночасно на бабці  $1 \dots 3$ -мікронною пастою при частоті  $250 \dots 1000 \text{ хв}^{-1}$  і кількості подвійних ходів  $20 \dots 50$  за хвилину.

Після притирання промитий і змащений дизельним паливом плунжер повинен плавно переміщуватися по всій довжині втулки під дією власної ваги.

Напірні клапани (рис. 1.3) можуть мати зноси поверхні розвантажувального пояса, запірнього конуса, напрямної частини клапана, отвору в сидлі клапана і втулки плунжера. Клапани з тріщинами, сколами і глибокими корозійними пошкодженнями на поверхнях вибраковують.

Напірні клапани відновлюють за такою ж технологією, як і плунжерні пари.

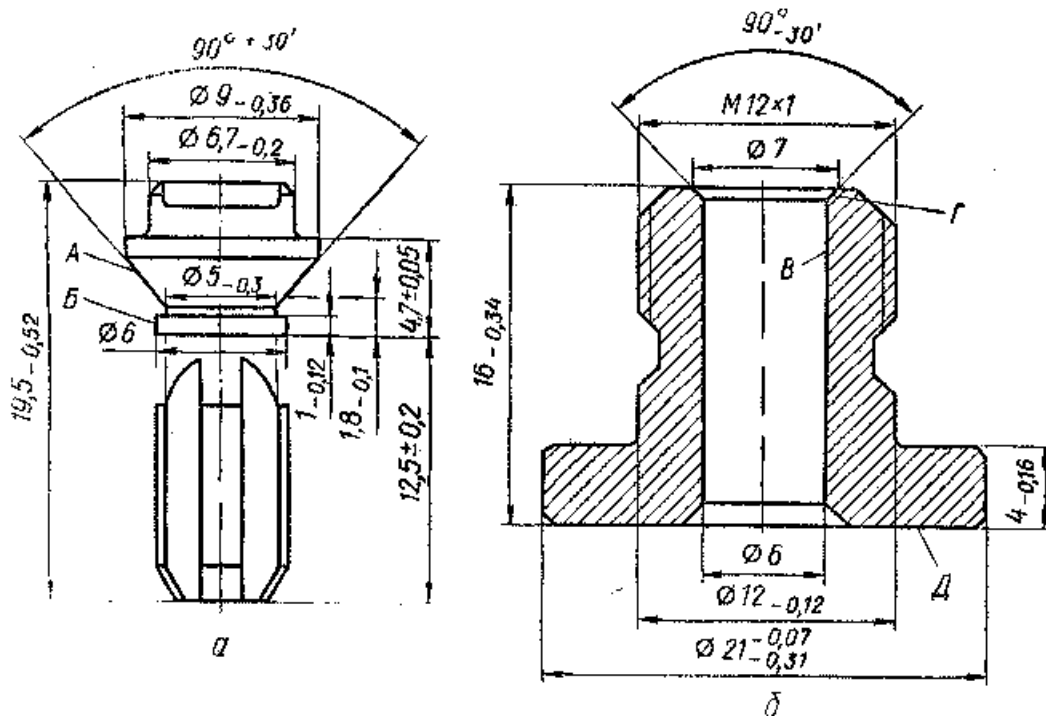


Рисунок 1.3 – Напірний клапан насосів типу 4ТН-8,5х10:

а – клапан; б – сідло; А – запірний конус клапана; Б – розвантажувальний пояс; В – поверхня напрямного сідла клапана, до якого прилягає розвантажувальний пояс; Г – фаска, до якої прилягає запірний конус; Д – торець, до якого прилягає втулка плунжера

Перекомплектуванням можна також відновити 50...60% клапанів. Клапани, які не можна скомплектувати із сідлами через недостатній діаметр циліндричного пояса, відновлюють за такою ж технологією, як і плунжери. Зношений отвір у сідлі клапана доводять чавунними притирами на вертикально-доводочному станку. Ущільнюючий торець обробляють на плоско-доводочному станку. Напірні клапани сортують на розмірні групи через 0,002 мм. Овальність напрямної частини повинна перевищувати 0,002 мм, конусність – 0,003 мм, овальність і конусність отвору сідла клапана – 0,001 мм. Клапан і сідло відповідної групи притирають одночасно і після промивання випробовують на гідравлічну щільність за запірними і розвантажувальними поясами.

Розпилювачі форсунок (рис. 1.4) можуть мати такі дефекти: знос запірного конуса, утворення нагару, на коксування соплових отворів.

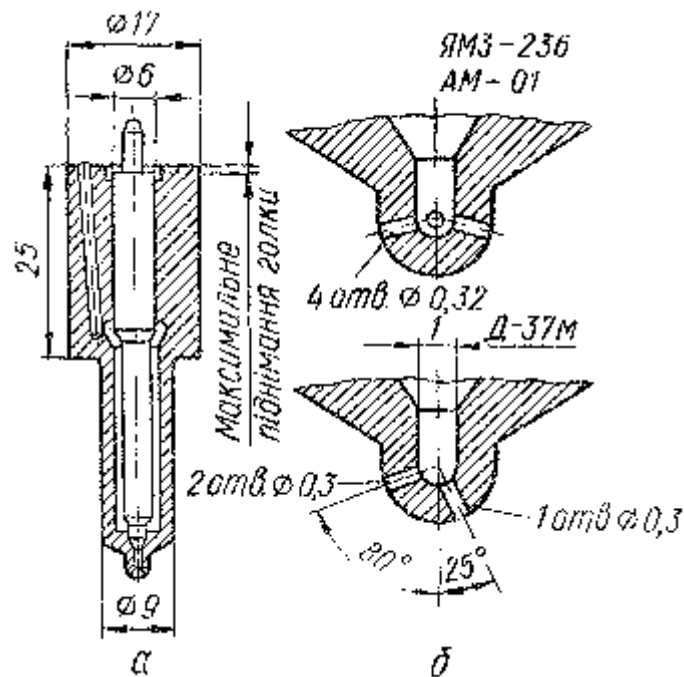


Рисунок 1.4 – Розпилювач з багатьма отворами:

а – загальний вигляд; б – розміщення отворів

У випадку зносу з'єднання голка – корпус розпилювача голку і корпус розкомплектовують. Технологія нарощування головок розпилювачів така ж, як і плунжерів. Відновлені голки та корпуси сортують за діаметром спряжених циліндричних поверхонь, комплектують і притирають так, щоб забезпечити зазор 1 мкм. Після цього переміщення попередньо промитої в дизельному паливі голки, висунутої з корпуса розпилювача на 1/3 довжини при куті нахилу  $45^\circ$ , повинно відбуватися під дією власної ваги. Для забезпечення герметичності розпилювача по запірному конусу кут конуса голки повинен бути більший, ніж кут конуса розпилювача на  $40' \dots 1^\circ$ . Конуси мають з'єднуватися по кільцевому пояску шириною не більше 0,2 мм. Голку шліфують на призмі. Обертання їй передається прогумованим роликком Після шліфування голку притирають, напрямну частину змащують мастилом, а конус – пастою М 10.



Запірний конус розпилювача обробляють притиром. Нагар з розпилювачів видаляють латунними щітками-скребками. Отвори прочищають сталевим дротом, затиснутим у цангові патрони.

Відновлені розпилювачі випробовують на герметичність, підтікання і якість розпилювання палива на стендах КИ-333, Ки-22203М, КИ-562 та КИ-15706.

Форсунки можуть мати знос торця корпусу, який з'єднується з розпилювачем, знос або розрив різьби на корпусі та регулювальному гвинті, втрату пружності пружини.

Корпус форсунки, гака пружини і розпилювача вибраковують при наявності тріщин, зломів, зривів більше двох витків різьби. Знос торця корпусу розпилювача усувають притиранням пастою на чавунній плиті. Під час складання форсунки комплектують з розпилювачами, які відповідають марці двигуна.

Корпуси паливного насоса і регулятора можуть мати такі дефекти: знос отворів під штовхачі і напрямних пазів під осі штовхачів, отворів під рейку і валик важеля регулятора; зовнішні тріщини; зрив і знос різьби в отворах. Корпус вибраковують при наявності пробоїн і тріщин у внутрішніх перемичках, сколів напрямних пазів.

Зношений отвір під рейку насвердлюють і запресовують в нього виготовлену втулку з лискою з натягом 0,1...0,03 мм. Зношені отвори під валик важеля регулятора розсвердлюють і запресовують у них під втулку з натягом 0,075...0,15 мм. Зношені поверхні напрямних пазів під осі штовхачів прошивають на збільшений розмір. Конусність отвору – не більше 0,02 мм, відхилення від перпендикулярності поверхні під головку – до 0,1 мм на довжині 100 мм.

Кулачковий і ексцентриковий вали можуть мати такі дефекти: спрацювання посадочного місця під підшипники і поверхні з'єднання із сальниками, профілю кулачків і ексцентрика, шпонкової канавки або стінки

паза з'єднання кулачкового вала і шестерні привода, посадочного конуса і різьби.

Вали з тріщинами і зломами вибраковуюють, кулачкові вали з прогином більше 0,05 мм правлять на призмах під пресом.

Зношені посадочні місця під підшипник і поверхня з'єднання з сальником наплавляють, а потім шліфують під номінальний розмір. Овальність, конусність і биття шийок допускається не більше 0,02 мм. При зносі на глибину менше 0,5 мм профіль перешліфовують на еквідистантний на копірувально-шліфувальному станку до виведення слідів зносу. Кулачки з великим зносом і ексцентрики відновлюють наплавленням.

У масляних насосах типу НШ-У зношуються стінки колодязів корпуса з боку камери всмоктування у спряженні із втулками і шестернями, опорна поверхня під втулками і поверхня під ущільнювальною манжетою. Крім того, спостерігаються тріщини раковин на поверхні, а також зноси або зрив різьби під болти кріплення кришок і приєднувальних муфт до корпуса.

Втулки зношуються по поверхні торця, який працює у спряженні із шестернею. Зношується також внутрішня поверхня хвостовика втулки, велика циліндрична поверхня і мала торцева поверхня у спряженні з корпусом і ущільнювальною манжетою. У шестерень зношуються цапфи, торцеві поверхні і головки зубів по колу. Характерними дефектами кришки насоса є знос торцевої поверхні з боку корпуса насоса, забоїн і задирки, зривання буртика у гнізді сальника, а також тріщини.

Корпуси насосів відновлюють нанесенням клейового складу на основі епоксидної смоли, встановленням перехідних вставок або натисканням (способом пластичної деформації). За даними дослідів ГОСНИТИ, кращий спосіб відновлення корпуса – обтискання. Так, при тиску 14 МПа корпус насоса розширюється у поясі верхніх втулок і по дну: новий – на 115 і 20, тиснений – на 55 і 30мкм.

Нагрітий до 470...490°C корпус обтискають у спеціальній пресформі на гідравлічному 100-тонному пресі П-474А протягом 10...12 с по

зовнішньому контуру (рис. 1.5). Після обтискання корпус ставлять у піч і витримують 20 хв. при температурі 520...535°C, а потім гартують у воді, нагрітій до температурі 50...75°C. Загартований корпус відпускають протягом 4 год. при температурі 170...180°C. Твердість корпусу після термообробки має становити *HB* 76...120. Колодязі корпусів після обтискання і термічної обробки розточують.

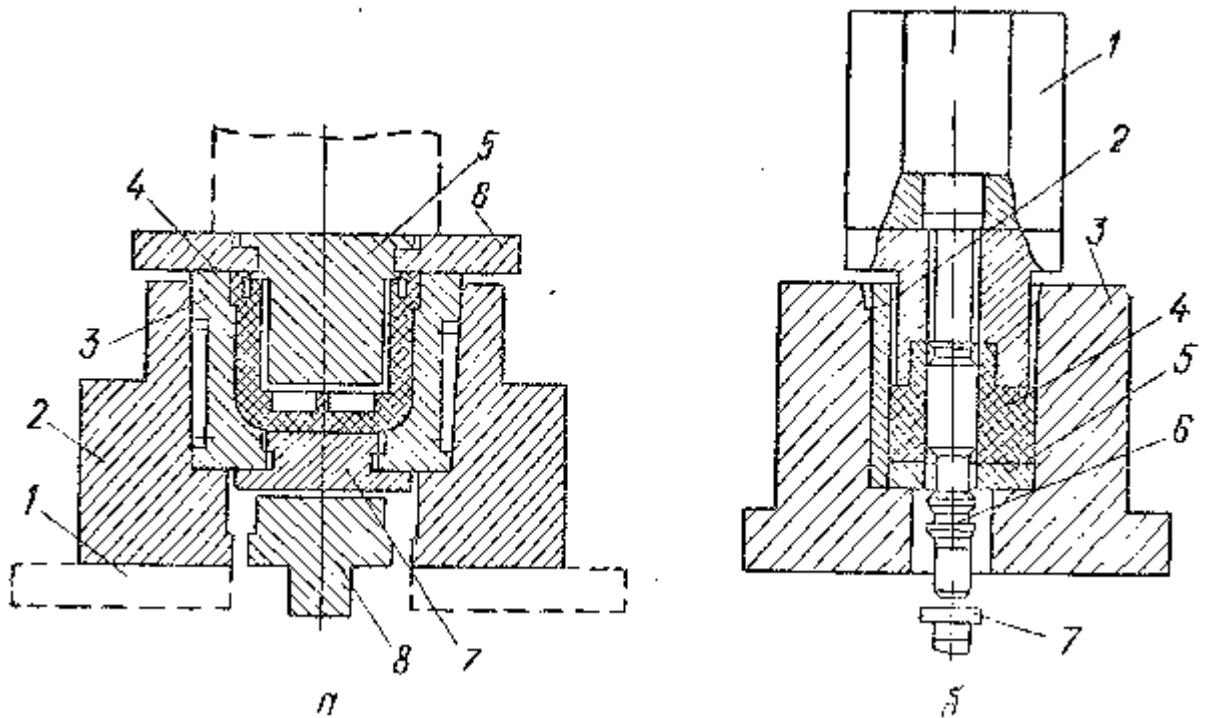


Рисунок 1.5 – Відновлення деталей насоса НШ-У обтисканням:

а – корпус; 1 – станина преса; 2 – пресформа; 3 – блок матриць; 4 – корпус насоса; 5 – пуансон; 6 – плита; 7 – кільце; 8 – виштовхувач; б – втулка; 1 – пуансон; 2 – вкладиш; 3 – матриця; 4 – втулка; 5 – шайба; 6 – інструмент; 7 – виштовхувач

Втулки відновлюють осаджуванням, обтисканням і роздаванням з наступною механічною обробкою. Втулки із спрацьованими отворами, стиковими і торцевими поверхнями обтискають (рис. 3.1). Втулку 4 з опорною шайбою 5 та інструментом для обробки отворів 6 встановлюють у матрицю 3 і обтискають пуансоном 1 із вкладишем 2 під пресом. Під час обтискання циліндрична частина інструменту 6 знаходиться в отворі втулки. Потім, утримуючи втулку у матриці і видаляючи інструмент 6

виштовхувачем 7, обробляють отвір. У обтиснутої втулки за допомогою спеціальної оправки та інших пристроїв обробляють зовнішню, торцеві і стикову поверхні.

Зношені зовнішні поверхні втулок можна відновлювати сумішшю на основі епоксидної смоли або гальванічним мідненням цієї поверхні з наступною механічною обробкою.

Шестерні відновлюють шліфуванням при незначних зносах у межах товщини термообробленого шару (зношені поверхні цапф, торців, зовнішню поверхню головок зубів шестерень). Цапфи шестерень відновлюють також гальванічним нарощуванням металу (хромуванням або остальюванням).

Короблення кришки, задирки і забоїни на привалковій площині усувають шліфуванням. Знос торцевої поверхні, яка прилягає до корпусу насоса відновлюють проточуванням на токарно-гвинторізному станку різцем ВК-3 16x16x150x70°. Якщо корпус насоса обтискають, то отвір у кришці під болти розсвердлюють під болт із зовнішньою гранню.

У разі зривання буртика у гнізді сальника, який утримує стопорне кільце, кришку відновлюють встановленням сталюого кільця.

Ремонт клапанно-розподільних пристроїв. Розподільні пристрої, як правило, бувають клапанно-золотникового типу. У них зношуються отвори у корпусі (під золотники), золотники, клапани, важелі і кришки.

Отвори у корпусі і золотники гідро розподільників під час виготовлення розбивають на розмірні групи, що дозволяє у випадку незначних зносів і великого ремонтного фонду відновлювати зазор у парі корпус – золотник за рахунок перекомплектування з наступним підганянням. У випадку значних зносів герметичну форму отворів під золотники відновлюють розвертанням і притиранням, а також алмазним хонінгуванням на вертикально-хонінгувальному станку ОФ-38 або ЗБ-833 алмазними брусками.

Пояски золотників із невеликими зносами відновлюють доведенням, шліфуванням до виведення спрацювання, а із значними зносами золотників і

отворів корпусу – нарощуванням поясків гальванічним способом (хромуванням або осталоюванням) з наступним шліфуванням.

Після відновлення корпусу гідророзподільників золотники сортують на розмірні групи.

Знос конусної ущільнювальної поверхні перепускного клапана усувають різцем на токарному станку. Конічну частину клапана шліфують на станку СШК-3 або шліфувальним кругом (заправленим під кут  $45^\circ$ , при частоті обертання  $20 \text{ c}^{-1}$ ) круглошліфувального верстата до виведення зносу.

Поршень і хвостовик клапана із значним зносом хромують або осталоюють з наступним шліфуванням. Зношене гніздо перепускного клапана шліфують на плоскошліфувальному станку до утворення гострої кромки. Аналогічно відновлюють гніздо запобіжного клапана.

Сферичну поверхню важелів керування у випадку зношування хромового покриття хромують і полірують повстяним кругом.

Тріщини у поверхні верхній і нижній кришках ремонтують на основі епоксидної смоли. Відновлені кришки випробують під тиском 1 МПа. Підтікання і потіння не допускаються.

Пружини гідро розподільників, які втратили пружність і зносились, замінюють новими.

Технологія відновлення деталей розподільника гідро розподільника зчіпної ваги подібна технології відновлення деталей гідро розподільників, оскільки технічні умови на виготовлення, ремонт і їх експлуатацію схожі.

Ремонт розподільників гідропідсилювачів рульового керування передбачає відновлення золотникових пар способами, описаними раніше, а також заміну зношених деталей і гумових ущільнень.

Ремонт гідроциліндрів, гідроаккумуляторів і гідро амортизаторів. Під час експлуатації гідро циліндрів найбільше зношуються внутрішня поверхня корпусу, зовнішня поверхня поршня і штока, кришки, клапан і його гнізда, ущільнення.

Зношену внутрішню поверхню корпусу відновлюють розточуванням з наступним хонінгуванням під збільшений розмір поршня, який можна відновити осталоюванням. Зовнішню поверхню штока обробляють на безцентрово-шліфувальному станку з наступним хромуванням і шліфуванням. Зношені отвори вилок штока обробляють зенкером, а потім розвертками. Виготовляють втулки відповідних розмірів, запресовують в отвори вилок, заварюють, а потім остаточно обробляють розверткою до нормального розміру. Пальці виготовляють нові.

Аналогічно відновлюють отвори вушок задньої кришки. Зігнуті штоки виправляють під пресом у холодному стані. Зношені отвори під шток у передній кришці відновлюють розточуванням з наступним запресуванням бронзової втулки. Потім втулку остаточно розвертають під розмір штока. При цьому зазор у спряженні повинен становити  $0,02 \dots 0,10$  мм.

Ущільнення замінюють новими, якщо вони зносились або втратили пружність.

Способи відновлення деталей гідро циліндрів придатні і для відновлення подібних деталей гідроаккумуляторів і гідро амортизаторів.

#### 1.4 Аналіз електролітичного способу відновлення деталей

Електролітичні покриття мають досить високі, технологічно регульовані фізико-механічні властивості і дозволяють відновлювати деталі з невеликими зносами без структурних змін основного металу, що дуже суттєво для термічно оброблених поверхонь. Гальванічне нарощування дозволяє тонко регулювати величину припуску на наступну обробку і в окремих випадках застосовувати розмірне покриття. Корозійна стійкість деяких видів покриттів створює добрий антикорозійний захист, а гарний зовнішній вигляд – декоративність. Багато операцій електролітичного покриття може здійснюватись одночасно для великих партій деталей.

Електролізом називають хімічні процеси, які відбуваються на електродах під час проходження електричного струму через електроліти. Електроліти – кислоти, луки і солі, розчинені у воді, які дисоціюють, розпадаючись при цьому на позитивні і негативні іони. Вода ( $H_2O$ ) є слабким електролітом і дисоціює на іони водню ( $2H^+$ ) і гідроксилу ( $OH^-$ ). При дисоціації іони металів і водню одержують позитивний заряд (катіони) і, перемішуючись у процесі електролізу до поверхні катода (електрод, з'єднаний з негативним полюсом джерела струму), поповнюються електронами, тобто відновлюються (електровідновлення) і перетворюються у нейтральні атоми.

Аналогічно іони кислотних залишків гідроксилів, маючи негативний заряд (аніони), переміщуються до поверхні аноду (електрод, з'єднаний з позитивним джерелом струму), розряджаються, віддаючи надлишкові електрони, тобто окислюються (електроокислення) і перетворюються у нейтральні атоми.

Під час електролізу основним процесом на катоді є виділення металу із супутнім виділенням водню, а на аноді – кисню. Катодом є виріб, який покривають, а анодом – металічні платини, стержні або інші металічні конструктивні форми. Електроліз металів може здійснюватись із розчинними (наприклад, при залізнення) або нерозчинними (при хромуванні) електродами. У першому випадку основним процесом для них буде розчинення металу, який підлягає осадженню на деталі, тобто перехід атомів металу в розчин у вигляді катіонів, а супутнім – виділення кисню. Утворені катіони підтримують постійну концентрацію електроліту. При електролізі з нерозчинними анодами поповнення електроліту іонами металу відбувається шляхом додавання в електроліт речовини, яка містить цей метал.

Слід мати на увазі, що властивості електроосаджених металів відрізняються від властивостей тих же металів, одержаних металургійним шляхом. Це пояснюється тим, що метал виділяється на катоді в особливих умовах кристалізації (електрокристалізації) з утворенням різних структур

(крупно- і дрібнокристалічна, шарувата тощо) і з певною орієнтацією кристалів – текстурою. Ці фактори надають електролітичним покриттям особливих фізико-механічних властивостей. Наприклад, електролітичне залізо за своїми властивостями за певних режимів осадження не поступається загартованій сталі, тобто значно відрізняється від властивостей чистого заліза.

### 1.5 Мета роботи та основні задачі досліджень

Мета роботи полягає в підвищенні надійності ремонту машин за рахунок підвищення технологічного процесу відновлення деталей гальванічним способом та обґрунтування гальванічної ділянки.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

- на підставі аналізу конструктивних параметрів визначити деталі, які підлягають гальванопокриттю;
- визначити загальний критерій ефективності відновлення деталей та фактори, які визначають ефективність технологічного процесу;
- обґрунтувати раціональний спосіб відновлення деталей;
- визначити кількість робочих місць, працівників та обладнання ділянки;
- визначити економічну доцільність відновлення деталей.



- оповіщення населення про загрозу і виникнення надзвичайних ситуацій у мирний і воєнний час та постійне інформування його про наявну обстановку;

- захист населення від наслідків аварій, катастроф, великих пожеж, стихійного лиха та застосування засобів ураження;

- організація життєзабезпечення населення під час аварій, катастроф, стихійного лиха та у воєнний час;

- організація і проведення рятувальних та інших невідкладних робіт у районах лиха і осередках ураження;

- створення систем аналізу і прогнозування управління, оповіщення і зв'язку, спостереження і контролю за радіоактивним, хімічним і бактеріологічним зараженням, підтримання їх готовності для сталого функціонування у надзвичайних ситуаціях мирного і воєнного часу;

- підготовка і перепідготовка керівного складу цивільної оборони, її органів управління та сил, навчання населення вмінню застосовувати засоби індивідуального захисту і діяти в надзвичайних ситуаціях.

Для підприємств народного господарства до якого належать і автотранспортні підприємства АТП та СТО існують такі форми захисту:

- Інженерний захист

Під час проектування і експлуатації споруд та інших об'єктів господарювання, наслідки діяльності яких можуть шкідливо вплинути на безпеку населення та довкілля, обов'язково розробляються і здійснюються заходи інженерного захисту з метою запобігання виникненню надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру.

- Медичний захист

Заходи запобігання або зменшення ступеня ураження людей, своєчасного надання медичної допомоги постраждалим та їх лікування, забезпечення епідемічного благополуччя в зонах надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру.

- Біологічний захист

Захист від біологічних засобів ураження включає своєчасне виявлення чинників біологічного зараження, залежно від їх виду і ступеня ураження, проведення комплексу адміністративно-господарських, режимно-обмежувальних і спеціальних протиепідемічних та медичних заходів.

- Радіаційний і хімічний захист

Радіаційний і хімічний захист включає заходи щодо виявлення та оцінки радіаційної і хімічної обстановки, організацію та здійснення дозиметричного і хімічного контролю, розроблення типових режимів радіаційного захисту, забезпечення засобами індивідуального та колективного захисту, організацію та проведення спеціальної обробки.

## 6. ОБГРУНТУВАННЯ ЕКОНОМІЧНОЇ ДОЦІЛЬНОСТІ СТВОРЕННЯ ГАЛЬВАНІЧНОЇ ДІЛЬНИЦІ

### 6.1 Визначення ефективності праці на гальванічній дільниці

На підставі концептуальних досліджень встановлені критерії економічної ефективності гальванічної дільниці. Найбільш загальним із критеріїв є техніко-економічний критерій – ефективність праці ( $E_n$ , грн./люд.-год.):

$$E_n = \frac{[N_{np} \cdot C - (S_{cv} \cdot N_{np} + \Delta K_E + U_s)] \cdot k_d}{m \cdot T_p} \rightarrow \max, \quad (6.1)$$

Розрахунки проводяться для трьох методів відновлення поршневого пальця. Залізнення та хромування порівнюємо з методом вібродугового наплавлення поверхні.

Річну програму  $N_{np}$  відновлення приймаємо приведену до трудомісткості відновлення одного поршневого пальця  $T_n = 0,31$  люд.-год.

$$N_{np} = \frac{T_p}{T_n}, \quad (6.2)$$

$$N_{np} = \frac{4600}{0,31} = 14845 \text{рем.}$$

Ціна одного нового поршневого пальця складає  $C = 180$  грн.

Собівартість відновлення одного дециметра поверхні за нормативними даними складає:

- хромування –  $S_{cvx} = 11$  грн./дм<sup>2</sup>;
- залізнення –  $S_{cvz} = 5,5$  грн./дм<sup>2</sup>;

- вібродугове наплавлення –  $S_{свн} = 7,2$  грн./дм<sup>2</sup>

Площа поверхні пальця, що відновлюється дорівнює 1 дм<sup>2</sup>, тому собівартість відновленого пальця дорівнює собівартості відновлення 1 дм<sup>2</sup> поверхні.

Коефіцієнт довговічності  $k_d$  для методів, що розглядаються, дорівнює:

- хромування –  $k_{dx} = 1,7$ ;
- залізнення –  $k_{dz} = 1,1$ ;
- вібродугове наплавлення –  $k_{дн} = 0,8$

Тривалість роботи ділянки  $T_{рd}$  приймаємо рівним річному фонду праці  $\Phi_p = 2010$  год.

Витрати від простою ділянки  $U_в$  приймаємо рівним 0.

Додаткові капітальні вкладення визначаються за вартістю обладнання. Приймаємо:

- хромування –  $\Delta K_x = 438300$  грн.;
- залізнення –  $\Delta K_z = 438300$  грн.;
- вібродугове наплавлення –  $\Delta K_n = 292200$  грн.

Нормативний коефіцієнт впровадження капітальних вкладень  $E$  приймаємо рівним 0,15.

Кількість працюючих, які задіяні на ділянках по відновленню поверхні деталі,  $m$ , на підставі розрахунків (розділ 4) приймаємо:

- хромування –  $m_x = 1$ ;
- залізнення –  $m_z = 1$ ;
- вібродугове наплавлення –  $m_n = 2$

$$E_{nx} = \frac{[14845 \cdot 180 - (11 \cdot 14845 + 438300 \cdot 0.15)] \cdot 1.7}{1 \cdot 2010} = 2066 \text{ грн./люд.-год.}$$

$$E_{nz} = \frac{[14845 \cdot 180 - (5,5 \cdot 14845 + 438300 \cdot 0.15)] \cdot 1.1}{1 \cdot 2010} = 1381 \text{ грн./люд.-год.}$$

$$E_{nn} = \frac{[14845 \cdot 180 - (7,2 \cdot 14845 + 292200 \cdot 0,15)] \cdot 0,8}{1 \cdot 2010} = 1003 \text{ грн./люд.-год.}$$

За критерієм «ефективність праці» найбільш ефективним є спосіб хромування за рахунок високого рівня коефіцієнта довговічності.

## 6.2 Визначення економічної ефективності

Річна економія коштів ( $\epsilon_r$ ) визначається згідно залежності:

$$\epsilon_r = (C - S_{свх}) \cdot N_{np}, \quad (6.3)$$

Розрахунок проводиться на прикладі хромування. Хромування має найбільшу собівартість відновлення.

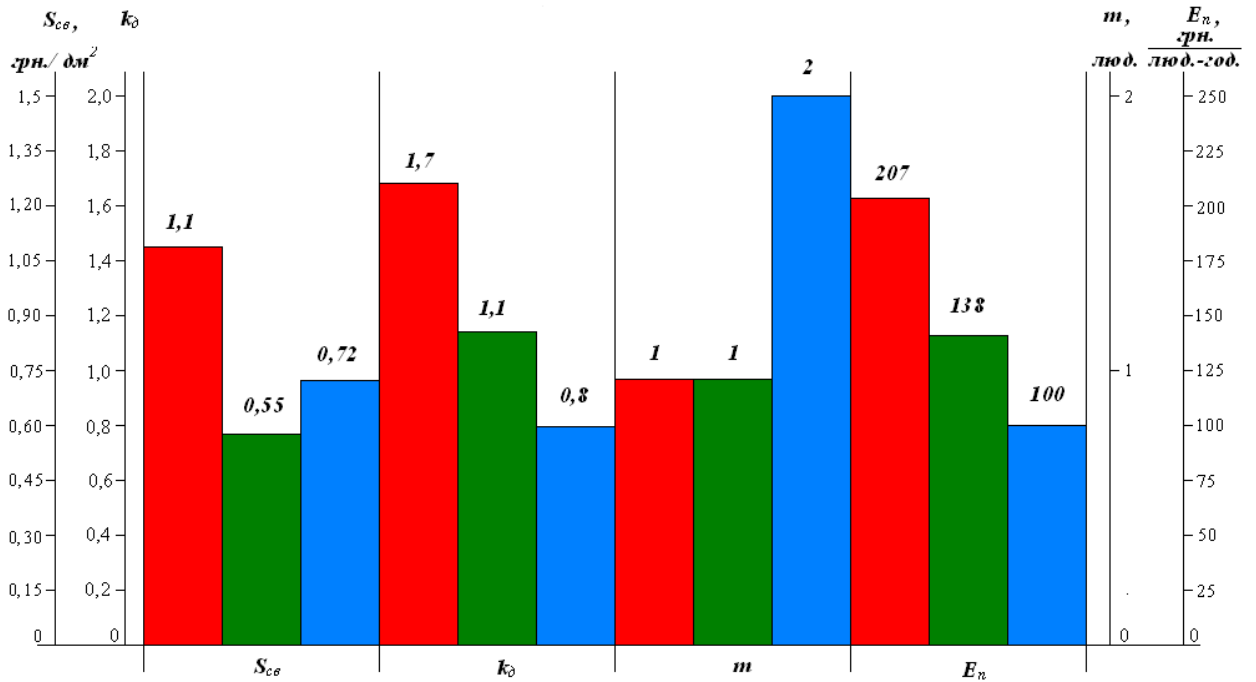
Собівартість відновлення поршневого пальця  $S_{свх} = 1,1$  грн.

$$\epsilon_r = (180 - 11) \cdot 14845 = 2508805 \text{ грн.}$$

Термін окупності ( $O_r$ ) додаткових капітальних вкладень ( $\Delta K$ ) визначається

$$O_r = \frac{\Delta K}{\epsilon_r}, \quad (6.4)$$

$$O_r = \frac{438300}{2508805} = 0,2 \text{ роки}$$



$S_{cv}$  – собівартість відновлення;  $k_d$  – коефіцієнт довговічності;  $m$  – кількість робітників;  $E_n$  – ефективність праці

- хромування
- залізнення
- вібродугове наплавлення

Рисунок 6.1 – Показники техніко-економічної оцінки способів відновлення деталей

## ВИСНОВКИ

1. Основним стримуючим чинником щодо підвищення надійності ремонту машин залишається проблема довговічності окремих деталей після їх відновлення. Багатокритеріальний вибір дав змогу виявити перевагу гальванічному методу відновлення деталей.

2. Обґрунтована оптимальна програма завантаження дільниці, яка складає 4600 люд.-год. на рік.

3. Обґрунтована та розроблена номограма, яка дає змогу вибрати раціональні режими гальванічних робіт.

4. Обґрунтовано гальванічну дільницю. Підібране технологічне та допоміжне обладнання.

6. Встановлено, що річна економія складе 2508805 грн. Термін окупності капітальних вкладень складе 0,2 роки.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Про систему інженерно-технічного забезпечення АПК України: Закон України від 5 жовтня 2006 р. № 229-V // Голос України. – 2006. – 17 листопада. – С. 10-11.
2. Концепція розвитку технічного сервісу в АПК України / Я.С.Гуков, М.В. Молодик, А.М.Моргун. – Глеваха: ННЦ «ІМЕСТ», 2004. – 59 с.
3. Трактори та автомобілі. Ч. 1. Автотракторні двигуни: навч. посібник / за ред. А. Т Лебедева. – К.: Вища школа, 2000. – 357с.
4. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень / Ю.П.Нагірний. – К.: Урожай, 1994. – 216 с
5. Серый И.С. Курсовое и дипломное проектирование по надежности и ремонту машин / И.С. Серый, А.П. Смелов, В.Е. Черкун. – 4-е изд., прераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1991. – 184 с.
6. Черкун В.Е. Ремонт тракторных гидравлических систем / В.Е.Черкун. – М.: Колос. 1994. – 253 с.
7. Агрегаты гидроприводов сельскохозяйственной техники: технические требования на капитальный ремонт: ТК70.001.018-85 / ГОСНИТИ. – М.: ГОСНИТИ, 1988. – 152с.
8. Ремонт машин: учебн. пособие / под. ред. Н.Ф.Тельнова – М. : Агропромиздат, 1992. –556 с.
9. Ремонт машин: навч. посібник / за ред. О.І. Сідашенка та А.Я. Поліського – К. : Урожай, 1994. – 400 с.
10. Організація та технологія технічного сервісу машин: навчальний посібник для студентів інженерних спеціальностей на освітніх рівнях «Бакалавр», «Магістр» / О. М. Шокарев, В. М. Кюрчев, С. В. Кюрчев, А.М. Побігун : // за ред. О. М. Шокарева.–Мелітополь, ТОВ«ФОРВАРДПРЕСС», 2019, - 307с.
11. Технічний сервіс в АПК: Навчально-методичний комплекс: Навч. посібник для студентів інжен. спец. на осв.-кваліф. рівні «Бакалавр» напряму



ПМО АПВ / С.М. Грушецький, І.М. Бендера, С.В. Кюрчев, О.М. Шокарев та ін. - Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І. «Абетка», 2014. -680 с.

12. Болтянська Н. І., Маніта І. Ю., Подашевська О.І. Проблеми і перспективи розвитку інформаційних технологій в сільському господарстві. Праці ТДАТУ, 2020. Вип. 20, т. 4. С. 175-185

13. Болтянська Н.І., Маніта І.Ю. Технології наукових досліджень в технічному сервісі»: посібник-практикум. Мелітополь: «Люкс», 2020. 136 с.

14. Болтянська Н.І., Маніта І.Ю. Технології наукових досліджень в технічному сервісі: навчально-методичний посібник для самостійної роботи. Мелітополь: «Люкс», 2020. 196 с.

15. Болтянська Н.І., Маніта І.Ю. Технології наукових досліджень в технічному сервісі: навчально-методичний посібник для виконання лабораторних робіт. Мелітополь: «Люкс», 2020. 364 с.

16. Болтянська Н.І. Технології наукових досліджень в технічному сервісі»: курс лекцій. Мелітополь: «Люкс», 2021. 374 с.

17. Sosnowski S. Analysis of major errors in the design of pumping stations and manure storage on pig farms. ТЕКА Commission of Motorization and Energetics in Agriculture. 2016. Vol. 16. No. 2. Pp.49–54

18. Skliar A., Boltyanskyi B. Research of the cereal materials micronizer for fodder components preparation in animal husbandry. Modern Development Paths of Agricultural Production. Springer Nature Switzerland AG. 2019. Pp. 249-258.

19. Komar A. S. Processing of poultry manure for fertilization by granulation. Innovative Technologies for Growing, Storage and Processing of Horticulture and Crop Production. Uman, 2019. Pp. 18-20.

20. Шокарев О. М. Засоби діагностики сучасних автотранспортних засобів. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 450-454.

21. Komar A. S. Development of the design of a press-granulator for the processing of bird manure. Topical issues of development of agrarian science in Ukraine. Nizhin, 2019. P. 84–91.
22. Маніта І.Ю., Болтянська Н.І. Питання цифровізації сільського господарства в Україні. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 346-350.
23. Komar A. S. Analysis of the design of presses for the preparation of feed pellets and fuel briquettes. 2018. Issue 8. Vol. 2. Pp. 44–56.
24. Sklar O. G. Fundamentals of designing livestock enterprises: a textbook. Condor Publishing House. 2018. 380 p.
25. Заболотько О. О. Вплив селекційно-генетичної роботи на ефективність галузі свинарства. Науковий вісник ТДАТУ: [Електронний ресурс]. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2. URL: <http://www.tsatu.edu.ua/tsst/wp-content/uploads/sites/6/naukovyj-visnyk-tdatu-2020-vypusk-10-tom-2.pdf>.
26. Sklar O. Mechanization of technological processes in animal husbandry: a textbook. manual. Melitopol: Color Print. 2012. 720 p.
27. Болтянська Н. І., Маніта І. Ю. Забезпечення надійності сільськогосподарської техніки. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. Харків: ХНУСГ, 2020. № 21 С. 139-147
28. Boltianska N. I. Analysis of the main areas of resource conservation in animal husbandry. Motrol: Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa. 2016. Vol. 18, No 13. Pp. 49-54.
29. Skliar A., Skliar R. Justification of conditions for research on a laboratory biogas plant. Motrol: Motoryzacja I Energetyka Rolnictwa. Vol. 16, No 2. Pp. 183-188.
30. Boltyanska N. Justification of choice of heating system for pigsty. ТЕКА. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. 2018. Vol. 18, No 1. P. 57–62.

31. Skliar O., Skliar R. Measures to improve energy efficiency of agricultural production. Abstracts of XIII International Scientific and Practical Conference. Bordeaux «Social function of science, teaching and learning». Bordeaux, France 2020. Pp. 478-480.
32. Podashevskaya H. Directions of automation of technological processes in the agricultural complex of Ukraine. Минск: БГАТУ, 2020. С. 519-522.
33. Шокарев О. М. Шляхи підвищення ефективності управління сільськогосподарським виробництвом. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 86-90.
34. Podashevskaya H., Manita I., Serebryakova N. Use of three-dimensional computer visualization in the study of nanostructures. Минск: БГАТУ, 2020. С. 517-519.
35. Podashevskaya H., Manita I. Application of nanotechnology in technological processes of animal husbandry in Ukraine. Інженерія природокористування. Харків: ХНУСГ, 2020. №2(16). С. 33 – 37.
36. Serebryakova N. Manita I. Selection of optimal modes of heat treatment of grain. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 20-24.
37. Шокарев О. М. Забезпечення надійності складних систем на різних етапах експлуатації. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 483-487.
38. Маніта І. Ю. Інноваційний розвиток техніки для молочного скотарства. Науковий вісник ТДАТУ: [Електронний ресурс]. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. Вип. 10, том 2. URL: <http://oj.tsatu.edu.ua/index.php/visnik/issue/view/15>.

39. Шокарев О.М. Напрями автоматизації технологічних процесів в АПК. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 626-632.
40. Podashevskaya N., Manita I. Areas of application of nanotechnologies in animal husbandry. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 357-361.
41. Komar A. S. Fertilization of poultry manure by granulation. Abstracts of the 5th International Scientific and Practical Conference «Innovative Technologies for Growing, Storage and Processing of Horticulture and Crop Production». 2019. Pp. 18–20
42. Skliar R., Komar A. Definition of priority tasks for agricultural development. Abstracts of XIV International Scientific and Practical Conference. «Multidisciplinary research». Bilbao, Spain 2020. Pp. 431-433.
43. Комар А.С. Роль інфраструктури сільських територій в розвитку агропромислового комплексу. Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі: Мат. II Міжнар. наук.-практ. конф. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 49-53. Мелітополь: ТДАТУ, 2020. С. 49-53.
44. Організація охорони праці у сільському господарстві / Д.А.Бутко, В.Л.Луценков, М.М.Воїнов, С.Д. Мазілін – Сімферополь : Бізнес-Інформ, 1998.
45. Бутко Д.А. Організація навчання з питань охорони праці працівників / Д.А.Бутко – Сімферополь; Бізнес-Інформ, 2000 – 261 с.
46. Цивільний захист . Навчальний посібник. /М.А. Касьянов, В.П. уляєв, О.О. Колібабчук, В.І. Сало, В.О. Медяник, О.М. Друзь, Ю.А. Тищенко. - Луганськ: Вид-во Східноукраїнського національного університету ім. В.Даля, 2008. - 291 с.

47. Охорона праці в будівництві: Навч. посібник / за редакцією Коржика Б.М. і Іванова В.М. – Харків: Форт, 2010. – 388 с.