

НУБІП України

НУБІП України

**МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА
РОБОТА**

01.12 - МКР.464,,С” 2023.03.28. 023 ПЗ

Тавлуй Олександр Васильович

2023р.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
УКРАЇНИ
Факультет конструювання та дизайну

УДК 631.3:336.083.31

ПОГОДЖЕНО
Декан факультету
конструювання та дизайну
(назва факультету)

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
надійності техніки
(назва кафедри)

Ружи́ло З.В.
(підпис) (ПІБ)
2023 р.

Нови́цький А.В.
(підпис) (ПІБ)
2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: Дослідження технічного стану та вдосконалення технологічного процесу
відновлення розподільчого валу

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(код і назва)

Освітня програма «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва»
(назва)

Програма підготовки освітньо-професійна програма
(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми

Д.Т.Н., проф.
(науковий ступінь та вчене звання)

Ромасевич Ю. О.
(підпис) (ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи
К.Т.Н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)

Ревенко Ю. І.
(підпис) (ПІБ керівника)

Виконав

Тавлуй О. В.
(підпис) (ПІБ студента)

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет

механіко-технологічний

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри надійності техніки

к. т. н., доцент

Новицький А.В.

(науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

(ПІБ)

2023 року

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Тавлюю Олександрю Васильовичу

(прізвище, ім'я, по-батькові)

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

(код і назва)

Освітня програма «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва

(назва)

Програма підготовки освітньо-професійна програма

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи «Дослідження технічного стану та вдосконалення технологічного процесу відновлення розподільчого валу»

Затверджена наказом ректора НУБіПУ від «28» березня 2023 р. №464 «с»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 6 листопада 2023 р.

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи:

1. Звіт про аналіз виробничої діяльності підприємства та сучасних технологічних процесів ремонту сільськогосподарських техніки
2. Технічні характеристики ремонтно-технологічного обладнання.
3. Типові планування ремонтних майстерень з ремонту сільськогосподарських машин.
4. Результати проведення мікрометричних досліджень дефектів розподільчого валу
5. Типові норми витрати часу на ремонт сільськогосподарських техніки.

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

1. Дослідження ремонтного фонду розподільчого валу.
2. Обґрунтування технологій відновлення розподільчого валу.
3. Розробка заходів з техніки безпеки.
4. Проведення техніко-економічного обґрунтування магістерської кваліфікаційної роботи

Перелік графічного матеріалу (за потреби)

1. Мета, предмет та об'єкт досліджень.
2. Напрями підвищення довговічності розподільчого валу.

3. Дослідження дефектів розподільчого валу

4. Графік спрацювання робочої розподільчого валу

5. Схема технологічного процесу ремонту

6. Ремонтне креслення

7. Операційна карта

8. Карта проведення оперативного контролю

9. Результати техніко-економічного обґрунтування

10. Висновки

Дата видачі завдання "23" вересень 2022 р.

Керівник магістерської роботи

(підпис)

Ревенко Ю. І.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

(підпис)

Тавлуй О. В.

(прізвище та ініціали студента)

НУБІП України

РЕФЕРАТ

Тема роботи: „Дослідження технічного стану та вдосконалення

технологічного процесу відновлення розподільчого валу”

НУБІП України

Мета роботи: вивчити технічний стан деталей розподільчого валу дизельних двигунів.

Метод дослідження – експериментальний та математико-статистичного аналізу зносів і пошкоджень деталей.

НУБІП України

Об’єкт дослідження – вивчення технічного стану зношених поверхонь деталей розподільчого валу дизельних двигунів.

В приведеному рефераті вказані задачі, які були вирішені в магістерській роботі згідно завдання:

НУБІП України

1. Встановити основні конструктивно-технологічні параметри елементів деталей розподільного валу дизельних двигунів та умови забезпечення їх працездатності.

2. Визначити параметри встановлених видів пошкоджень і дефектів деталей розподільного валу дизельних двигунів.

НУБІП України

3. Провести розрахунок характеристик ймовірної появи дефектів і розрахувати коефіцієнти відновлення, вибракування та придатності для деталей розподільчого валу дизельних двигунів.

4. Проаналізувати існуючі технології відновлення працездатності деталей розподільчого валу дизельних двигунів, їх недоліки і переваги.

НУБІП України

5. Розробити технологічний процес відновлення деталей розподільчого валу дизельних двигунів.

6. Зробити аналіз виробничих небезпек та розробити заходи із забезпечення безпечної роботи на дільниці з відновлення деталей розподільчого механізму дизельних двигунів.

НУБІП України

У науково-дослідній частині магістерської роботи проведено аналіз технологій і методів визначення показників технічного стану деталей

розподільного вала дизельних двигунів. Розраховано статистичні характеристики ймовірності виникнення дефектів і пошкоджень деталей розподільного механізму дизельних двигунів. Розраховуються коефіцієнти придатності, відновлення та браку деталей.

Науково доведено необхідність відновлення робочих поверхонь деталей розподільного вала дизельних двигунів автомобілів. Розраховано значення параметрів технологічного процесу відновлення деталей розподільного механізму дизельних двигунів та створена дільниця відновлення деталей.

Проведено аналіз та розроблено заходи забезпечення техніки безпеки на дільниці та розраховано основні техніко-економічні показники.

РОЗПОДІЛЬНИЙ ВАЛ, КЛАПАН, ВАЛ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ВІДНОВЛЕННЯ, РЕМОНТНА МАЙСТЕРНЯ, ДІЛЬНИЦЯ, ОСНАЩЕННЯ, ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

УМОВНІ ПОЗНАЧЕННЯ

РМ – ремонтна майстерня;

НУБІП України

ВТД – відомість технологічних документів;

АПК - агропромисловий комплекс;

НУБІП України

КР – капітальний ремонт

ЗПЗ – захист в природному газу;

НУБІП України

ТР – текучий ремонт;

ТБ – техніка безпеки;

НУБІП України

ДВЗ – двигун внутрішнього згорання

ГБК – головка блоку картера

НУБІП України

РМ – розподільчий механізм

НУБІП України

ЗМІСТ

НУБІП України

Стор. 10

ВСУП

Розділ 1. Загальний. Вихідні данні

12

1.1. Розподільчий механізм, його призначення та конструктивні особливості 12

1.2. Пошкодження та несправності складових механізму розподілу і їх способи усунення 18

Розділ 2. Дослідження технічного стану елементів газорозподільного механізму дизельних двигунів

24

2.1. Загальна методика проведення досліджень 24

2.2. Аналіз технічного стану деталі та обґрунтування вибору раціонального способу ремонту ТРМ 25

2.3. Дослідження технічного стану газорозподільних валів 27

2.4. Дослідження ремонтного фонду деталей 29

2.5. Дослідження технічного стану корпусів головок ДВЗ 30

2.6. Дослідження технічного стану клапанів 35

Розділ 3 Технологічний

37

3.1. Розробка технологічного процесу відновлення працездатності газорозподільного механізму 37

3.2. Загальна методика розробки технологічного процесу 37

3.3. Проект технологічного процесу 38

3.4. Відновлення кулачків газопорошковим наплавленням 41

3.5. Відновлення кулачків плазмовим наплавленням 43

3.6. Відновлення опорних шийок газорозподільчих валів 45

3.7. Відновлення працездатності корпусів головок блоків циліндрів дизельних двигунів 47

3.8. Відновлення працездатності клапанів та інших деталей газорозподільного механізму 52

3.9. Складання головки циліндрів і притирання клапанів 55

НУБІП України

Розділ 4. Охорона праці та техніка безпеки при ремонті газорозподільчих механізмів 57

4.1. Аналіз техніки безпеки та охорони праці на дільниці з ремонту газорозподільчих механізмів 57

НУБІП України

4.2. Заходи із створення безпечних умов праці на дільниці та засоби їх забезпечення 59

4.3. Заходи та засоби з протипожежної безпеки 65

4.4. Захист навколишнього середовища 65

НУБІП України

Розділ 5. Економічне обґрунтування 67

5.1. Розрахунок фонду заробітної плати працівників дільниці 67

5.2. Розрахунок капітальних вкладень при проектуванні дільниці 69

5.3 Розрахунок річного економічного ефекту 74

Висновки 77

НУБІП України

Список використаних джерел 78

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

ВСТУП

НУБІП України

Для забезпечення високого рівня працездатності та ремонтопридатності машин у процесі їх експлуатації необхідно своєчасно та якісно проводити їх

технічне обслуговування та ремонт відповідно до вимог нормативно-технічної документації.

НУБІП України

Останніми роками через погіршення фінансового становища і, як наслідок, скорочення МТЗ, а також його старіння, сільгоспвиробники не можуть

забезпечити необхідний обсяг роботи в аграрному секторі України. У багатьох регіонах країни досі залишаються значні площі незораних земель і не збирають урожай. Вимушене скорочення обсягів виробництва призводить до подальшого погіршення економічного стану аграрного сектора України.

НУБІП України

З розчищенням земель та організацією сільськогосподарських підприємств пошук можливостей проведення механізованих робіт стає екзистенційною проблемою сільськогосподарського виробництва.

НУБІП України

Ситуація ускладнюється ще й тим, що ціни на сільськогосподарську техніку значно зросли порівняно з цінами на сільськогосподарську продукцію.

Це означає, що закупівля нової техніки, особливо складної та потужної, за рахунок власних ресурсів для більшості компаній практично неможлива в режимі реального часу.

НУБІП України

Їхні потреби в техніці визначаються «піковими» годинами роботи, більшість з яких припадає на оранку, посів і збирання врожаю. В інших випадках спостерігається його недовантаження. Можлива тривалість використання машин на кожен день і рік залежить від природних кліматичних умов. Річний коефіцієнт технічного використання нижче допустимого значення. Виробники, які мають

НУБІП України

власний машинно-тракторний парк, через недовантаження несуть непомірно великі витрати на їх обслуговування.

НУБІП України

За таких умов стають раціональними міжгосподарські форми використання техніки.

Світовий та вітчизняний досвід сільськогосподарських підприємств показує, що найефективнішим способом використання техніки є оренда обладнання для виконання окремих технологічних операцій. Використання господарствами техніки спеціалізованих орендарів значно знижує їх витрати на проведення механізованих робіт. Рационально поєднуючи роботу з власною та орендованою технікою, аграрії оптимізують втрати виробництва та здешевлюють виробництво сільськогосподарської продукції.

Таким чином можливо зробити висновок, що підвищення ефективності експлуатації техніки, особливо високопродуктивної, можливо при організації централізованого її обслуговування та ремонту

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП УКРАЇНИ

Розділ 1. Загальний. Вихідні дані

1.1. Розподільчий механізм, його призначення та конструктивні особливості

Газорозподільний механізм забезпечує своєчасне надходження в циліндри палива, свіжого повітря і випуск газів. У 4-х-тактних двигунах ці процеси здійснюються впускними і випускними клапанами, що приводяться в дію розподільчим валом. Розподільний вал з'єднується з колінвалом через шестерну або ланцюгову передачу. Двотактні двигуни, як правило, мають контурне газорозподіл, для чого в циліндрі зроблені вікна, що відкриваються і закриваються самим поршнем, який виконує функції розподільного золотника.

На всіх дизельних двигунах застосовують систему газорозподілу з верхнім розташуванням клапанів, встановлених в голівці циліндрів.

У V-подібних двигунів розподільний вал встановлюється в розвалі між циліндрами. Привід його здійснюється у більшості двигунів допомогою пари косозубих шестерень від колінчастого вала двигуна. У двигуна ЯМЗ-740 в привід розподільного валу включений блок з двох проміжних шестерень, що обертається на здвоєному конічному роликовому підшипнику.

Розподільний механізм двигуна складається з вала, клапанів з пружинами, штовхачів і деталями кріплення пружин. Від колінчастого вала через розподільні шестірні обертальний рух передається розподільному валу. Кулачок вала, набігаючи на штовхач, піднімає його разом з клапаном, який відкриває при цьому випускний або впускний отвір. Клапан при підніманні стискає пружину. При дальшому обертанні колінчастого вала штовхач і клапан опускаються і під дією пружини закривається впускний або випускний отвір.

За числом клапанів, що приходяться на один циліндр двигуна, слід розрізняти газорозподільні системи класичної конструкції - з двома клапанами на циліндр, і багатоклапанні системи, з трьома - шістьма клапанами на циліндр.

У сталевому розподільному валу поверхню шийок і кулачків цементувати і піддати термічній обробці (струмами високої частоти). Профілем кулачків додана безударна форма. Обертається розподільний вал в підшипниках, виконаних в тілі блоку з вставленими в них сталевими втулками, залитими антифрикційним сплавом. Корпус підшипника задньої опори (ЯМЗ-740) або упорний фланець в передній частині блоку (ЯМЗ-236) утримує розподільний вал від осьового зсуву.

В двигунах внутрішнього згорання застосовують клапанне, золотникове і комбінований газорозподіл. На чотирьохтактних автотракторних двигунах звичайно застосовується клапанний механізм газорозподілення.

Завдяки порівняно простому пристрою високій надійності клапанний газорозподіл отримав більше розповсюдження. Знаходять застосування наступні типи ГРМ (рис. 1.1):

- 1) з верхнім розташуванням клапанів (двигуни ОНУ);
- 2) з нижнім розташуванням клапанів (зустрічаються рідко);
- 3) розміщенням розподільного валу на головці блоку циліндрів (двигуни ОНС);
- 4) розміщенням розподільного валу в блоці циліндрів.

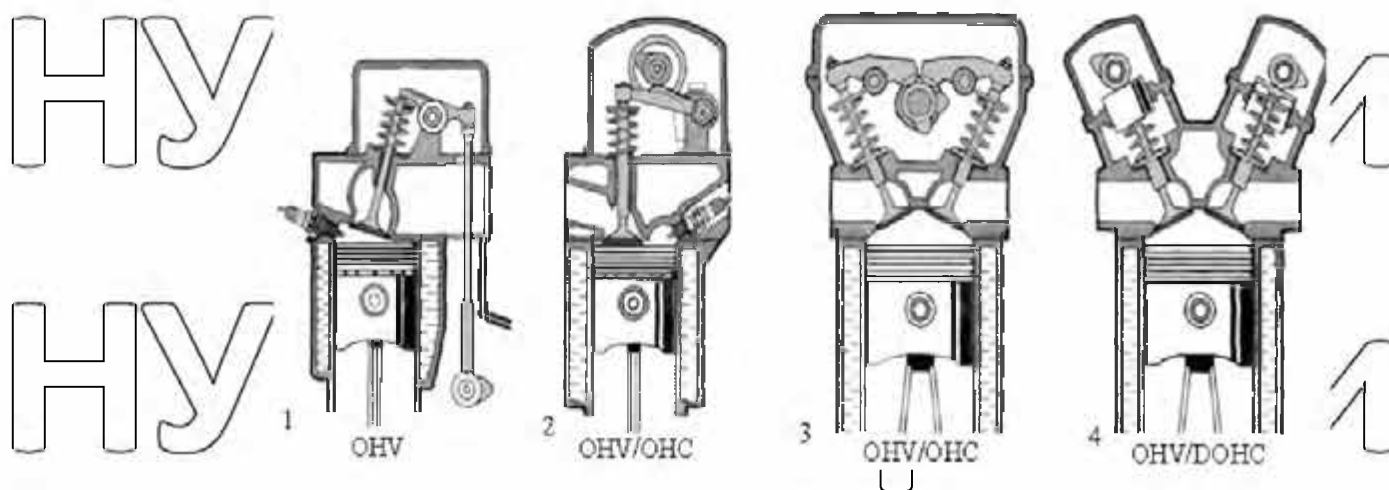


Рис. 1.1. Схеми розміщення клапанів газорозподільного механізму двигунів внутрішнього згорання.

Клапани виготовлені з високолегованої сталі, яка має високу жароміцність. Конструктивно впускні і випускні клапани виконані однаково.

але різняться між собою діаметром тарілок: у впускних - діаметр тарілки більше, у випускних - менше.

На рис. 1.2 показаний механізм розподілу двигуна ЯМЗ-236.

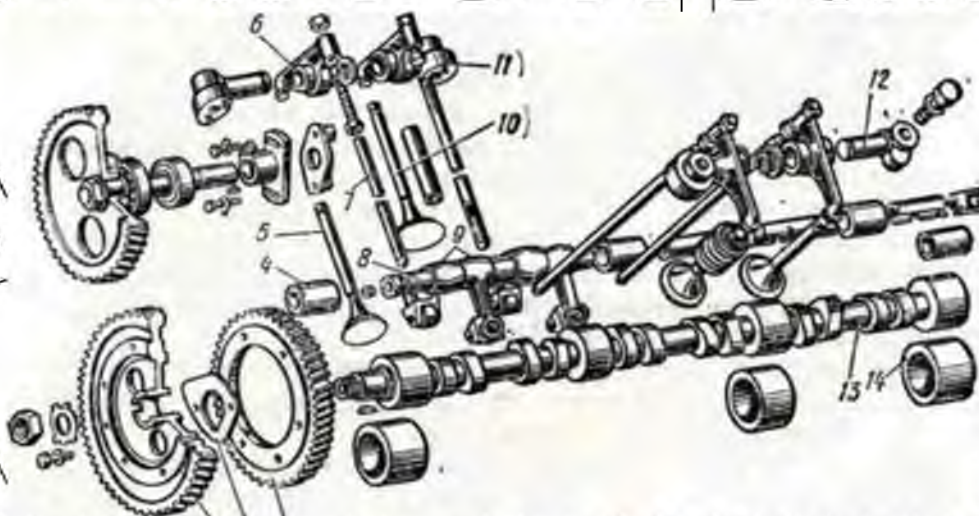


Рис. 1.2. Механізм розподілу двигуна ЯМЗ-236 1 - шестерня привода паливного насоса високого тиску; 2 - упорна пластина; 3 - шестерня привода розподільного валу; 4 - втулка осі штовхачів; 5 - клапан; 6 - коромисло; 7 - штанга; 8 - вісь штовхачів; 9 - штовхачі; 10 - напрямна втулка; 11 - стійка осі коромисел; 12 - вісь коромисла; 13 - розподільний вал; 14 - втулка підшипника розподільного валу

Стрижень клапана покритий графітом, що зменшує його знос, направляючи втулки 10 клапанів металокерамічні. Попадання масла через зазор між стрижнем клапана і втулкою запобігає установкою гумових манжет. Клапани закриваються під дією подвійних пружин, що упираються з одного боку в шайбу на головці циліндрів, а з іншого - в зав'язу тарілку, утримувану на стрижні клапана двома сухарями.

Штовхачі 9, передавальні зусилля від кулачків штангам привода клапанів, можуть бути різної конструкції. У двигунів ЯМЗ-740 штовхачі тарілкового типу з циліндричною направляючою частиною; виготовлені зі сталі і наплавлені вибіленим чавуном. Вони переміщуються в напрямних, встановлених в розвалі блоку циліндрів. У двигунів ЯМЗ-236 і ЯМЗ-238 штовхачі хитні роликкові встановлені на загальній нерухомій осі.

Пристрій штовхача двигуна ЯМЗ-236 показано на рис. 1.3. У надягає на нерухому вісь корпус 5 штовхача запресовані латунні втулки 6. Виступ штовхача, що опирається на кулачок розподільного валу, має ролик 2, встановлений на осі 4. Вісь обертається в голчастих підшипниках 3. Над роликом в штовхач запресована п'ята 1 з високоякісної сталі. У сферичну виїмку п'яти входить штанга, передавальна руху коромислу.

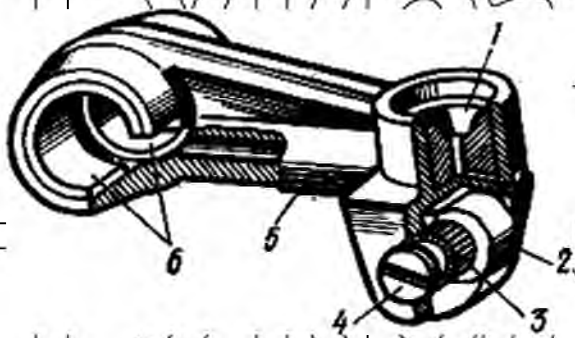


Рис. 1.3. Пристрій роликового штовхача двигуна ЯМЗ-236. 1 – п'ята; 2 – ролик; 3 – голчастий підшипник; 4 – вісь; 5 – корпус штовхача; 6 – латунна втулка

Велика швидкість процесів, що відбуваються, навіть при відносно невеликій частоті обертання вала двигуна, виключає змішування порогів відпрацьованих газів і чистого повітря. Відпрацьовані гази продовжують виходити через випускний клапан, а вступник повітря сприяє кращій очищенню від них порожнини камери згоряння в днищі поршня. Діаграма фаз газорозподілу двигуна ЯМЗ-740 показана на рис. 1.4.

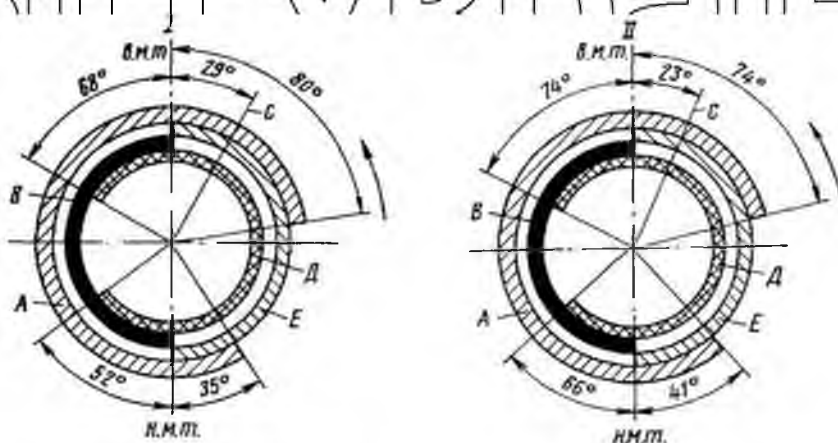


Рис. 1.4. Кругова діаграма фаз газорозподілу дизельного двигуна ЯМЗ-740: А – фази всмоктування; В – робочий хід; С – момент початку подачі палива; Д – фази випуску; Е – фази стискування; I – до модернізації, II – після модернізації.

Відсмоктування невеликої кількості чистого повітря у випускний трубопровід забезпечує продувку верхньої частини циліндра, що не відбивається на його наповненні свіжим зарядом, а призводить до кращої очищення від відпрацьованих газів. У результаті закриття випускного клапана з запізненням і відкриття впускного клапана з випередженням по відношенню до в.м.т. обидва клапани деякий період відкриті одночасно. Відкриття впускного клапана відбувається за 10° до в.м.т., а закриття - при 46° після н.м.т. Випускний клапан відкривається за 66° до н.м.т. і закривається при 10° після в.м.т.

Особливістю конструкції газорозподільного механізму двигунів ЯМЗ- 236 і ЯМЗ- 238 є застосування штовхальників, що коливаються, забезпечених роликами. Кожен циліндр має два клапани — один впускний, інший випускний. Клапани переміщуються в металокерамічних, направляючих втулках за допомогою кулачків розподільного валу через роликові штовхальники.

Розподільний вал розміщений в середній частині блоку і наводиться в обертання від колінчастого валу двигуна парою циліндричних шестерень із спіральним зубом. Бічний проміжок в зачепленні знаходиться в межах від 0,09 до 0,22 мм. Розташування шестерень між собою визначається маркуванням, нанесеним на їх кінці. Розподільний вал виготовлений зі сталі 45. Має опорні шийки діаметром 54 мм (ЯМЗ-326 - чотири шийки, ЯМЗ- 238 - п'ять).

Профіль впускного і випускного кулачків різний. Поверхні опорних шийок і кулачків валів зміцнюють до твердості HRC 52-56 струмами високої частоти на глибину від 2 до 5 мм.

На передньому кінці валу є маточина з канавкою шпонковою для установки розподільної шестерні. На різьбовому кінці валу зроблені дві лиски для фіксації стопорної гайки шестерні.

Обмеження осьових переміщень вала в діапазоні від 0,121 до 0,265 мм здійснюється стопорним фланцем з листової сталі 65Г, загартованої до твердості HRC 40-45. Стопорний фланець встановлюється між шестернею і передньою опорною шийкою вала і кріпиться до переднього кінця блоку циліндрів двома гвинтами.

Болти законтрили від самоотворачивання стопорними шайбами.

Наподегливий фланець одночасно оберігає від випадання оці штовхальників.

Для забезпечення пульсуючого потоку олії до механізмів приводу клапанів в передній опорній шийці просвердлений наскрізний отвір діаметром 4 мм.

Шестерня розподільного валу виготовлена із сталі 40X із загартуванням і відпусткою до твердості HB 241-286. Вона напресована на вал, застопорена сегментною шпонкою і закріплена гайкою із замковою шайбою. До шестерні розподільного валу з її тильного боку шістьма болтами кріпиться провідна шестерня приводу паливного насоса, яка центрується на бурті шестерні розподільного валу.

Впускний клапан виготовлений з жароміцної сталі 4X10C2M(ЭИ-107), підданий загартуванню з подальшою відпусткою до твердості HRC 36 – 40.

Торець стержня клапана в місці контакту з коромислом загартований на глибину 2-4 мм до твердості HRC 50-55.

Діаметр тарілки 61 мм, Впускний клапан зварний, виготовлений із сталі 4X14N14B2M(ЭИ-69) з подальшим загартуванням до твердості HRC 25 – 30.

До стержня клапана приварений наконечник, який виготовлений із сталі 40XH і загартований на глибину від 2 до 3 мм до твердості HRC 50 – 57. Поверхня

робочої фаски наплавлена стелитом ВЗК, а твердість наплавленого шару HRC 40-45. Штанги – сталеві трубчасті з запресованими в них сталевими наконечниками.

Коромисла виготовлені у вигляді двоплечих сталевих важелів, попарно встановлених на осях, закріплених у головках циліндрів і утримуваних від

осьового переміщення пружинами фіксатора. Бронзові втулки коромисел змащені маслом, що надходять по свердління каналом.

Довге плече коромисла закінчується носком, чинним на стержень клапана. Коротке плече коромисла спирається на стійку. Тепловий зазор між носком коромисла і стрижнем клапана

встановлюється за допомогою регулювального гвинта з контргайкою. Величина зазору 0,25 – 0,30 мм.

1.2. Пошкодження та несправності складових механізму газорозподілу і їх способи усунення

Технічний стан двигуна в основному визначається станом кривошипно-шатунного і газорозподільного механізмів. Порушення їхньої нормальної роботи виражається в зменшенні компресії і появі стуків при роботі двигуна.

Зношування деталей механізму газорозподілу призводить до порушення фаз газорозподілу, і, як наслідок, до втрати потужності двигуна, збільшення витрати палива. У процесі експлуатації нормальна робота газорозподільного механізму може бути порушена, оскільки гарячі гази руйнують посадочні поверхні тарілок клапанів і їх сідел, на фасках клапанів відкладається нагар.

До основних пошкоджень головок блоків циліндрів відносять:

- руйнування різьблення свічкового отвори.

- руйнування різьби під шпильки.

- зірвані різьблення на шпильках

- погнуті клапана.

- викривлення прилеглої площини.

- спрацювання направляючих втулок.

- спрацювання клапанів.

- спрацювання сідел під клапана.

- тріщини меж сідлами.

- тріщини між сідлами і форкамерами.

- тріщини в масляних магістралях.

- тріщини в сорочці охолодження.

- руйнування сідел під клапана

- спрацювання розподільного валу.

- спрацювання постель під розподільний вал.

- руйнування сальників і прокладок.

- несправності гідрокомпенсаторів.

Найбільш помітним зовнішнім ознакою несправності механізму є стукіт в районі клапанів, коліс ГРМ і розподільного вала. До зовнішніх ознак

несправності газорозподільного механізму двигуна відносяться: зниження компресії, тріски у впускних і випускних трубах, падіння потужності двигуна і різкі металеві удари. Першою ознакою недостатньої компресії є велика кількість вихлопного диму на малих і середніх обертах колінчастого вала (чорний колір вихлопних газів), який зменшується зі збільшенням швидкості.

Вихлопний дим від недостатнього стиснення спричинений витоком повітря з циліндра під час такту стиснення. У той же час кількості повітря, що залишилося в циліндрі, недостатньо для повного спалювання палива, що залишилося в циліндрі в кінці стиснення.

Це призводить до порушення герметичності клапана до сідла, внаслідок чого можливі витіки газу і перегрів клапана. Поступово тертьові поверхні механічних деталей зношуються, порушується зазор між клапанами і коромислами.

Розподільний вал приводиться в дію від колінчастого вала за допомогою приводу, який здійснює його обертання в два рази повільніше колінчастого вала (за один цикл роботи двигуна конкретний клапан відкривається тільки один раз). В якості приводу розподільного валу використовуються ремінна, ланцюгова зубчаста передачі.

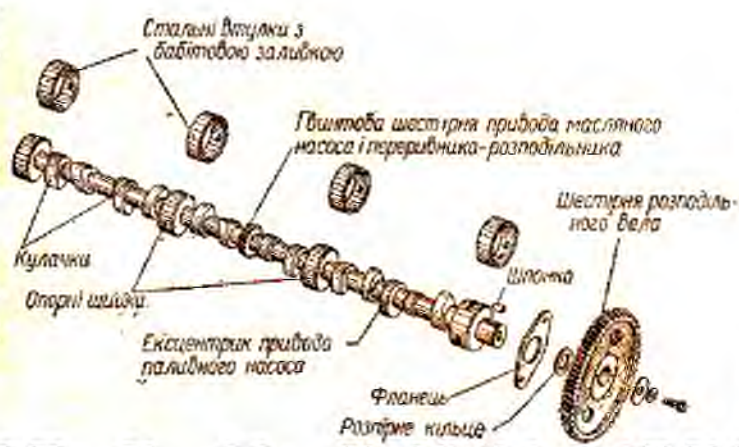


Рис. 1.4. Розподільний вал та його елементи

Пасові та ланцюгові передачі приводять у дію розподільний вал, розташований у головці блоку циліндрів. Шестерні зазвичай обертають розподільний вал у блоці циліндрів. У побуті шестерню приводу розподільного вала називають «гітарою» (у вигляді двох з'єднаних шестерень).

Пасова і ланцюгова передачі мають як переваги, так і недоліки, тому однаково використовуються в ГРМ. Ланцюгова передача більш надійна і, відповідно, довговічніша. Але, оскільки ланцюг важчий за ремінь, потрібні додаткові пристрої для натягу (натягувачі) і гасіння коливань (стабілізатори).

Натяжні ролики забезпечують натяг за допомогою пружини і тиску масла в системі змащення. Як ланцюгова передача розподільного вала використовуються роликові одно- та дворядні ланцюги. Їх поступово замінюють зубчасті ланцюги, які взаємодіють із зубами зірочки за допомогою щічок спеціальної форми. На додаток до розподільного вала масляний насос і баланси́рний вали також можуть приводитися в рух через ланцюг.

Пасовий привід не вимагає мастила, тому на шківі встановлюється відкрито. Разом з тим, ремінь в порівнянні з ланцюгом має обмежений ресурс.

Правда цей ресурс не такий вже й малий. Сучасні ремені „проходять” 100-150 тис.км. В якості ремінного приводу розподільного вала широко використовуються зубчасті ремені. Виступи на внутрішній поверхні зубчастого ременя входять в зачеплення з зубами на шківках (щестернях), тим самим забезпечується обертання. На двигунах TDI використовується еліптична шестерня приводу зубчастого ременя, що дозволяє знизити тягові зусилля і крутильні коливання розподільного вала. Поряд з розподільним валом зубчастий ремінь може приводити масляний насос, насос охолоджуючої рідини, паливний насос високого тиску.

Розподільний вал (РВ) забезпечує своєчасне відкриття і закриття клапанів.

Вал класичної кудачкової конструкції має керуючі кулачки для впускних і випускних клапанів, а також опорні шийки. Розподільний вал виготовлений зі сталі, робоча поверхня його кулачків і опорних шийок цементована і загартована струмами високої частоти. Профіль кулачків різний для впускних і випускних клапанів. Він розташований у верхній частині ГБЦ. Частиною вала є його кулачки, кількість яких відповідає кількості впускних і випускних клапанів у двигуні. Іншими словами: кожен клапан має свій кулачок. Саме ці кулачки

забезпечують своєчасне відкриття і закриття клапанів під час обертання розподільного вала, узгодженого з рухом поршнів у циліндрах.

На валу можуть бути розташовані ведуче колесо масляного насоса і розподільника запалювання, а також ексцентриковий привід паливного насоса карбюраторних двигунів. Вали виготовляються зі сталі штампуванням або литтям з високоміцного чавуну, легированого хромом, нікелем, молібденом і іншими металами. Шийки і кулачки валу шліфуються і піддаються гарту вибілюванням або струмами високої частоти.

Вал встановлений в опорах (підшипниках ковзання) з опорними шийками і закріпленій кришками. Опори та опорні кришки можна комбінувати, щоб утворити корпус підшипника розподільного вала. Розподільний вал перешкоджає осьовому переміщенню осьовим підшипником. Підшипники змащуються під тиском. Масло потрапляє в підшипник через канали в підшипниках і/або в самому валу.

Розподільний вал приводиться в рух від колінчастого вала двигуна зубчатим ременем, ланцюгом або зубчатою передачею (шестернями). Одна з схем ремінного і ланцюгового приводу РВ, а також деталі приводу, показані на рис. 1.5 і рис. 1.6.

Зірочки та шестерні валів мають мітки регулювання, які називаються мітками синхронізації. При збиранні двигуна вали двигуна повинні встановлюватися строго за цим маркуванням. Ланцюгово-пасова передача РВ оснащена системою натягу ланцюга (паса). Передавальне число шестерень (зірочок) колінчастого і розподільного вала дорівнює двом (тобто частота обертання колінчастого вала вдвічі більша, ніж у розподільного вала).

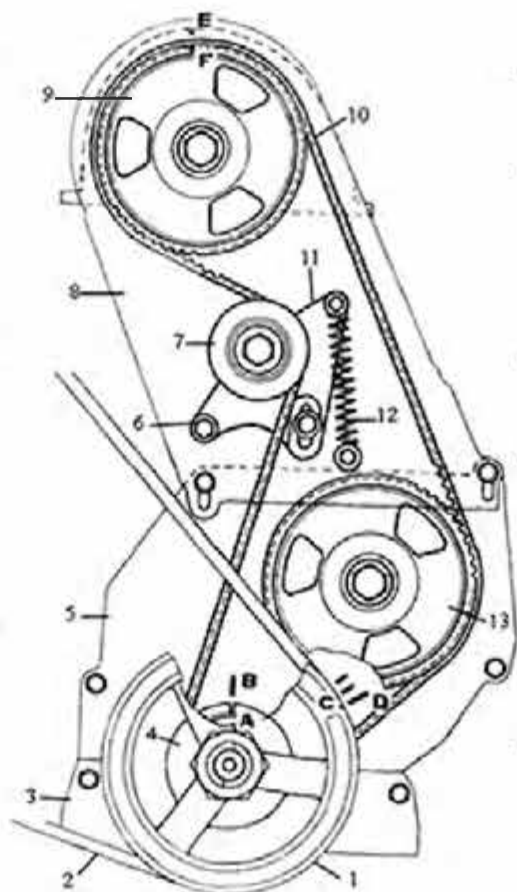


Рис. 1.5. Схема та деталі ремінного приводу: 1 - шків КВ; 2 - ремень приводу вентилятора; 3 - нижня захисна кришка; 4 - зубчатий шків КВ; 5 - середня захисна кришка; 6 - болтів кріплення кронштейна натяжного ролика; 7 - натяжний ролик; 8 - верхня захисна кришка; 9 - зубчатий шків розподільного валу; 10 - зубчатий ремень приводу РВ; 11 - кронштейн натяжного ролика; 12 - пружина кронштейна; 13 - шків валу допоміжних механізмів; А; В; С; D - нижні мітки фаз газорозподілу; Е; F - верхні мітки фаз газорозподілу.

Коли розподільний вал обертається, кулачок натискає на важіль, який, у свою чергу, штовхає шток відповідного клапана (впускного або випускного) і відкриває його. При подальшому обертанні кулачок натискає на важіль і під впливом сильної пружини клапан закривається. Потім поршень всмоктує горючу суміш через відкритий впускний або випускний клапан або викидає вихлопні гази. Коли обидва клапани в циліндрі закриті, відбувається такт стиснення або хід поршня.

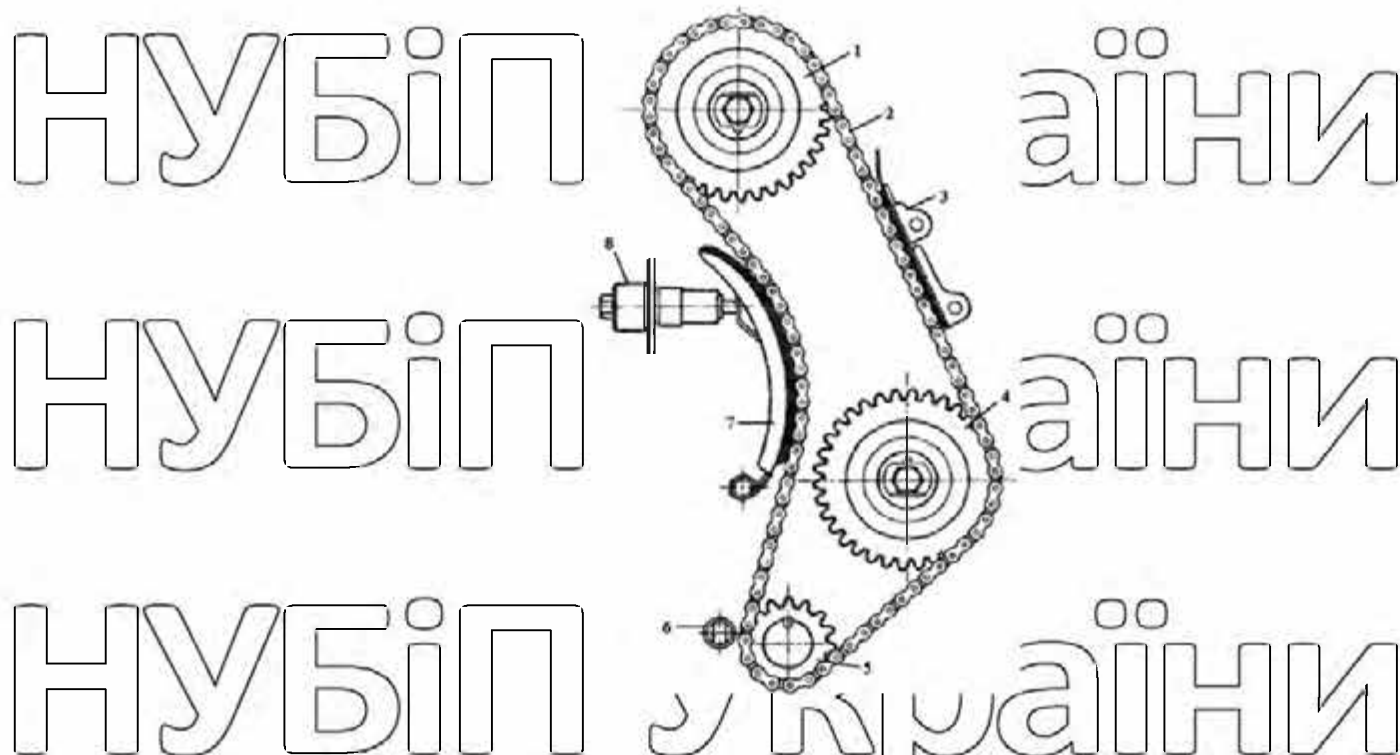


Рис. 1.6. Деталі і схема ланцюгового приводу РВ: 1 - зірочка розподільного валу; 2 - ланцюг; 3 - заспокоювач ланцюга; 4 - зірочка валу допоміжних механізмів; 5 - зірочка колінчастого валу; 6 - обмежувальний палець; 7 - черевик натяжителя; 8 - плунжерний натяжитель ланцюга.

Відкриття і закриття клапанів не відповідає положенню поршнів у мертвих точках. Це пояснюється тим, що час, протягом якого відбуваються такти впуску і випуску, дуже короткий і становить тисячні частки секунди при максимальній частоті обертання колінчастого валу двигуна. Тому, якщо відкриття і закриття впускних і випускних клапанів відбувається саме в мертвих точках, недостатньо заповнити циліндри горючою сумішшю і очистити їх від продуктів згоряння.

НУБІП України

Розділ 2. Дослідження технічного стану елементів газорозподільного механізму дизельних двигунів

2.1. Загальна методика проведення досліджень

НУБІП України

Однією із основних завдань ремонтного виробництва сільськогосподарських підприємств є підтримання в належному стані деталей

робочих органів, які швидко зношуються, наприклад – газорозподільного механізму двигунів. Від їх ефективності багато в чому залежить безперервність

НУБІП України

основного виробничого циклу. Важливого значення набуло визначення параметрів технічного стану робочих органів з розрахунком їх імовірнісно-

статистичних властивостей. Вони дають змогу адекватно визначити допустимі чи граничні параметри частин газорозподільного механізму та на підставі

НУБІП України

проведених аналізів і розрахунків вибрати та вдосконалити технологію відновлення їх робочих характеристик. Для цього проводиться діагностика.

Діагностування у процесі експлуатації машин виконують відповідно до плану технічного обслуговування і ремонту. При цьому визначають готовність

НУБІП України

до експлуатації та чергового технічного обслуговування. У разі випадкових відказів і несправностей в машинах передбачене діагностування за замовленням, метою якого є виявлення і усунення причин відказів. Передремонтне

діагностування машин виконують під час проведення ТО-2. Методи діагностики визначають можливість їх подальшої експлуатації або необхідність ремонту, їх

НУБІП України

вид і зміст. Цей вид діагностики включає весь комплекс робіт з визначення технічного стану, прогнозування кінцевого ресурсу всіх складових частин машини і називається ресурсною діагностикою.

Інформацію, отриману після діагностування, заносять до спеціальної карти або бази комп'ютера.

НУБІП України

У ремонтному виробництві існують різноманітні методи і засоби відновлення зношених деталей і усунення їх дефектів. При виборі методу

відновлення звертають увагу на матеріал деталі, її пошкодження, характер навантаження, умови роботи, витрати на відновлення тощо.

При виборі методу санації по відношенню до ремонтних підприємств слід використовувати метод, рекомендований проф. М.А. Масино, яка базується на критеріях проф. Шадрічев В.А. Суть рекомендацій полягає в наступному.

Розглядаються різні потенційно можливі способи відновлення та вибираються ті, які відповідають критеріям застосовності ($K_d = 1$) і забезпечують необхідний ресурс відновлених частин ($K_d \geq 0,85$). З методів, що відповідають коефіцієнту застосовності та значенню коефіцієнта довговічності, кінцево вибирають ті, що

відповідають найбільшому значенню коефіцієнту техніко-економічної ефективності ($K_{теф}$). В. М. Шадрічевим розроблена методика вибору способу відновлення деталей за трьома критеріями:

1) технологічного, який дає змогу використовувати різні способи відновлення деякої поверхні деталі;

2) довговічності, що характеризується коефіцієнтом довговічності K_d і являє собою відношення T_v і нової деталі T_n , тобто $K_d = T_v / T_n$;

3) техніко-економічного, що пов'язує довговічність деталі з економікою її відновлення і виражається залежністю $C_v \leq K_d \cdot C_n$, де C_v і C_n - вартість відповідно відновленої і нової деталей.

2.2. Аналіз технічного стану деталі та обґрунтування вибору

раціонального способу ремонту ГРМ

Забезпечення автомобілів і тракторів машини неможливе без достовірної інформації про технічний стан деталей, які надходять у ремонт. Ця інформація використовується для визначення об'ємів виготовлення нових деталей і відновлення тих, що були в експлуатації, а також проектування технологічних процесів їх відновлення, розробки проектів спеціалізованих по відновленню дільниць. При аналізі технічного стану деталі досліджуються умови роботи, види та характер дефектів, фізико-механічні властивості, конструктивні особливості.

Кулачки розподільчого валу виготовляють із чавуна твердістю 55-62 НРС шорсткості 8-го класу. Чавун - сплав заліза з вуглецем (змістом звичайно блішч 2,14%), що характеризується евтектичним перетворенням. Вуглець у чавуні може міститися у вигляді цементиту і графіту. Залежно від форми графіту та кількості цементиту, виділяють: білий, сірий, ковкий і високоміцні чавуни. Чавуни містять постійні домішки (S, Mn, S, P), а в деяких випадках також легуючі елементи (Cr, Ni, V, Al та ін). На рис. 2.1 приведено приклад зношеного валу.



Рис. 2.1. Пошкоджений розподільчий вал

Вал не приймається на відновлення при наявності сколів, тріщин, викришувань. В табл. 2.1 приведено основні дефекти і пошкодження газорозподільчих валів та можливі способи їх усунення.

Знос кулачків розподільного валу визначається за допомогою штангенглибиноміром або штангенциркулем, виставляючи поршень у верхню точку; точку на такті стиснення.

Конструктивно-технологічні характеристики деталі наведені в табл. 2.2..

Таблиця 2.1 Дефекти і пошкодження газорозподільчих валів та можливі способи їх усунення

Назва основних частин	Частини схильні зносу	Частини схильні робочим пошкодженням	Тип пошкодження	Вид відновлення	Слюсарна операція
Опорні шийки	так	ні	Не пошкоджуються	Проточування під ремонтну втулку, напильвання	Обпилювання фаски, полірування
Кулачки натискання клапана	так	так	Пошкоджуються	Напильовання	Обпилювання фаски, полірування
Шестерня приводу масляному насосу	так	так	Пошкоджується	-	-
Ексцентрик приводу паливного насосу	так	так	Пошкоджуються	Напильовання	Полірування, обпилювання
Носок	ні	так	Не пошкоджується	Нарізування канавки під шпонку	Обпилювання

Таблиця 2/2. Конструктивно-технологічна характеристика деталі

Показник	Од.вим.	Деталь
1. Найменування та номер по каталогу		Вал ЯМЗ 238.06.87-2
2. Габаритні розміри	мм	60x698
3. Кількість деталей у вузлі	шт.	1
4. Матеріал деталі		Сталь 40Х
5. Маса деталі	кг	12,6
6. Тип з'єднання із спряженою деталлю		Кулачок – клапан Вал – опора
7. Вид посадок		3 зазором 3 натягом
8. Поля допусків	мм	0,048
дефект 1		0,014
дефект 2		
Тип зношування		Абразивно-механічне
Квалітет точності для номінального розміру		$\pm \frac{IT14}{2}$
Шорсткість поверхні		0,64
Характер поверхні	рівномірності зношування	Рівномірний по всій поверхні

Спочатку вимірюється відстань від поверхні ГБЦ до поверхні торця клапана. Потім колінчастий вал двигуна обертається до повного відкриття клапана, після чого знову вимірюється задана відстань. Різниця між вимірюваннями дає величину руху клапана. Якщо воно нижче допустимого значення, необхідно замінити розподільний вал двигуна.

2.4. Дослідження ремонтного фонду деталей

Забезпечення працездатності ДВЗ неможливо без достовірної інформації про технічний стан деталей, які надходять на відновлення до ремонтної майстерії. Ця інформація використовується для визначення об'ємів виготовлення нових виробів та відновлення деталей, які були в експлуатації, проектування технологічних процесів їх відновлення, розробки техніко-виробничих проектів спеціалізованих дільниць з відновлення та інше.

На основі співставлення допустимих (розрахункових) при ремонті і фактичних (вимірних) величин розмірів зношених поверхонь визначають технічний стан деталі (табл. 2.3).

Таблиця 2.3. Технічний стан деталей

Вал ЯМЗ 238.06.87-2			1	2	3	4	5	6	7	8	
Величина зношування			0,16	0,03	0,14	0,38	0,22	0,45	0,04	0,31	
Висновок			В	П	В	В	В	Б	В	Б	
I	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
II	0,78	0,24	0,011	0,05	0,06	0,48	0,77	0,67	0,33	0,05	0,08
III	Б	В	П	В	П	Б	В	Б	В	П	П
I	20	21	22	23	24	25					
II	0,63	0,08	0,18	0,3	0,29	0,66					
III	Б	П	В	В	В	Б					

Технічний стан деталей оцінюється коефіцієнтами придатності ($K_{пр}$), відновлення ($K_{в}$) та вибракування ($K_{б}$). Ці коефіцієнти характеризують кількість деталей, які придатні до подальшої експлуатації, які потребують відновлення чи

заміни, від загальної кількості деталей, які поступили в ремонт

$$N_{\text{П}} = 6 \text{ шт.}; N_{\text{В}} = 11 \text{ шт.}; N_6 = 8 \text{ шт.}$$

Коефіцієнти технічного стану розподільчих валів складають:

$$K_{\text{П}} = N_{\text{П}}/N = 0,24; \quad (2.2)$$

$$K_{\text{В}} = N_{\text{В}}/N = 0,44; \quad (2.3)$$

$$K_6 = N_6/N = 32 \quad (2.4)$$

Таким чином визначені значення коефіцієнтів відновлення вказують на необхідність відновлення цих деталей. Аналіз літературних джерел дозволив встановити, що раціональними методами їх відновлення є методи газополуменевого напилення (опорні шийки) та газопорошкове наплавлення (кулачки).

2.5. Дослідження технічного стану корпусів головок ДВЗ

Найпоширеніший дефект головок циліндрів – зношування робочої фаски клапанних гнізд, а також тріщини між гніздами клапанів та інші. Граничний діаметр гнізда клапана встановлюють за величиною заглиблення гарілки нового (номінального розміру) клапана. Номінальний розмір заглиблення клапана визначають за технічними вимогами на капітальний ремонт відповідної марки двигуна. Величини довжин тріщин вимірювали за лінією, що проходить через середини кривизни цього дефекта. Встановлено, що тріщини є основною вибракувальною ознакою для корпусів головок ДВЗ, тому дослідження проведено на основі визначення статистичних характеристик розподілу їх довжин за стандартною методикою.

У корпусі головки ДВЗ вірогідними ділянками утворення тріщин є бічні і нижня стінки, а також перемички між гніздами клапанів та форкамерами і отворами кріпильних елементів. Вони мають прямолінійну, одновісну конфігурацію. Вірогідними довжинами цих тріщин є: 9,76...16,12 мм у бічних і

нижньою стінках, 0,2...5,5 мм в перемичках між гніздами, а відхилення від прямолінійності, відповідно, рівне 0,40...1,85 і 0,20...0,35 мм.

Встановлено, що частість виявлення корпусів головок ДВЗ з тріщинами в днищі і бічних стінках складає 12,1%, а з тріщинами в перемичках між гніздами і форкамерами - 13% і 6%, відповідно.

Дані вимірів товщини стінок на ділянках вірогідного утворення тріщин показали, що небезпечними є стінки завтовшки 6,50...8,00 мм і перемички завтовшки 10...12 мм.

Проведені дослідження дозволили встановити, що серед вибраних 25 корпусів головок ДВЗ: 4 вибраковують за причиною появи тріщин, що проходять через масляні канали та отвори кріпильних елементів; 16 відновлюють і 5 є придатними для подальшої експлуатації. Відповідно коефіцієнти придатності, відновлення і вибракування для головок ДВЗ відповідно становлять: $K_{\text{п}} = 0,2$, $K_{\text{в}} = 0,64$, $K_{\text{б}} = 0,16$. Значення коефіцієнта $K_{\text{в}}$ вказує на необхідність в проведенні відновлюючих робіт деталей. Способами для відновлення придатності корпусів головок ДВЗ із тріщинами прийнято зварювання за допомогою дроту ПАНЧ-11 – чавунні деталі та зварювання в середовищі аргону для які виготовлено із легко сплавних матеріалів.

Дослідження ремонтного фонду деталей виконують використовуючи методи математичної статистики, оскільки їх пошкодження (дефекти) можна віднести до категорії випадкових величин та які мають наступні статистичні характеристики: [4] :

- межі розсіювання (розмах) пошкоджень, R ;
- кількість інтервалів статистичного ряду, n ;
- середнє значення величин пошкодження, x ;
- середнє квадратичне відхилення величини пошкодження, σ ;
- емпіричний розподіл і теоретичний закон розподілу величини пошкодження, ТЗР.

Статистика розподілу характеризує ступінь пошкодження несучих поверхонь деталей визначають за формулами:

Розмах розсіювання пошкоджень можна визначити:

$$R = x_{\text{мін}} \dots x_{\text{макс}}, \quad (2.5)$$

де $x_{\text{мін}}$, $x_{\text{макс}}$ – величина пошкодження i -ї несучої поверхні заданої деталі

Середня величини дефекта:

$$\bar{X} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{N} \quad (2.6)$$

де x_1, x_2, \dots, x_n – величина пошкодження i -ї несучої поверхні заданої деталі.

N – загальна кількість досліджених деталей.

$$\bar{X} = 2,42 \text{ мм}$$

Середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N}}, \quad \sigma = 1,05 \quad (2.7)$$

де x_i – значення i -го показника пошкодження несучої поверхні заданої деталі.

Кількість інтервалів статичного ряду $n = \sqrt{N} = \sqrt{25} = 5$,

де N – загальна кількість досліджених деталей.

Коефіцієнт варіації:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{x}}; \quad v = 0,43. \quad (2.8)$$

Теоретичний закон розподілу підчиняється закону нормального розподілу (ЗВГ).

Визначаємо величину одного інтервалу (A):

$$A = \frac{x_{\text{макс}} - x_{\text{мін}}}{n} = \frac{5,5 - 0,2}{5} = 1,06. \quad (4.8)$$

де X_{\min} , X_{\max} – величина пошкодження i – і несучої поверхні заданої деталі.

Далі приводиться статистичний ряд інформації про довжину тріщин. Всі дані зводяться до табл. 2.4.

Таблиця 2.4. Статистичний ряд інформації про довжину тріщин

№ інт	Інтервали, мм	Середина a_i , мм	Частота, m_i	Оперативна ймовірність, P_i	$\sum_{j=1}^i m_j$	$\sum_{j=1}^i P_j$	Накопичена ймовірність, ΣP_i
1	0,2...1,26	0,73	1	0,04	4	-	0,04
2	1,27...2,33	1,8	0	0	-	-	0,04
3	2,34...3,4	2,37	1	0,04	4	-	0,08
4	3,41...4,47	3,94	7	0,28	3	5	0,36
5	4,48...5,5	4,99	16	0,64	2	2	1

Фактичне значення величин довжини тріщин (x_i) розносимо по відповідним інтервалам і підраховуємо їх частоти (m_i). По частотам m_i будемо полігон і гістограму спрацювань заданої деталі. З таблиці визначаємо необхідні коефіцієнти: K_1 і L_1 та K_2 і L_2 . $K_1=4$, $L_1=9$, $K_2=0$, $L_2=7$.

Після визначення x, σ і теоретичного закону розподілу визначаємо вірогідні коефіцієнти придатності (P_q) і відновлення (P_v) несучих поверхонь деталей.

Вірогідність придатності і відновлення деталей розглядаються як несумісні дії:

$$P_q + P_v = 1 \quad (2.9)$$

За результатами обробки емпіричної інформації про довжини тріщин побудовано графічне зображення їх розподілу у вигляді гістограми, полігону, емпіричної кривої, інтегральної кривої накопичених частот та теоретичного закону розподілу (рис. 2.2).

Результати розрахунків приведено в табл. 2.5.

Як бачимо дійсний коефіцієнт придатності 0,2 майже зійшовся з імовірнісним коефіцієнтом придатності 0,25, що свідчить про достовірність отриманих результатів.

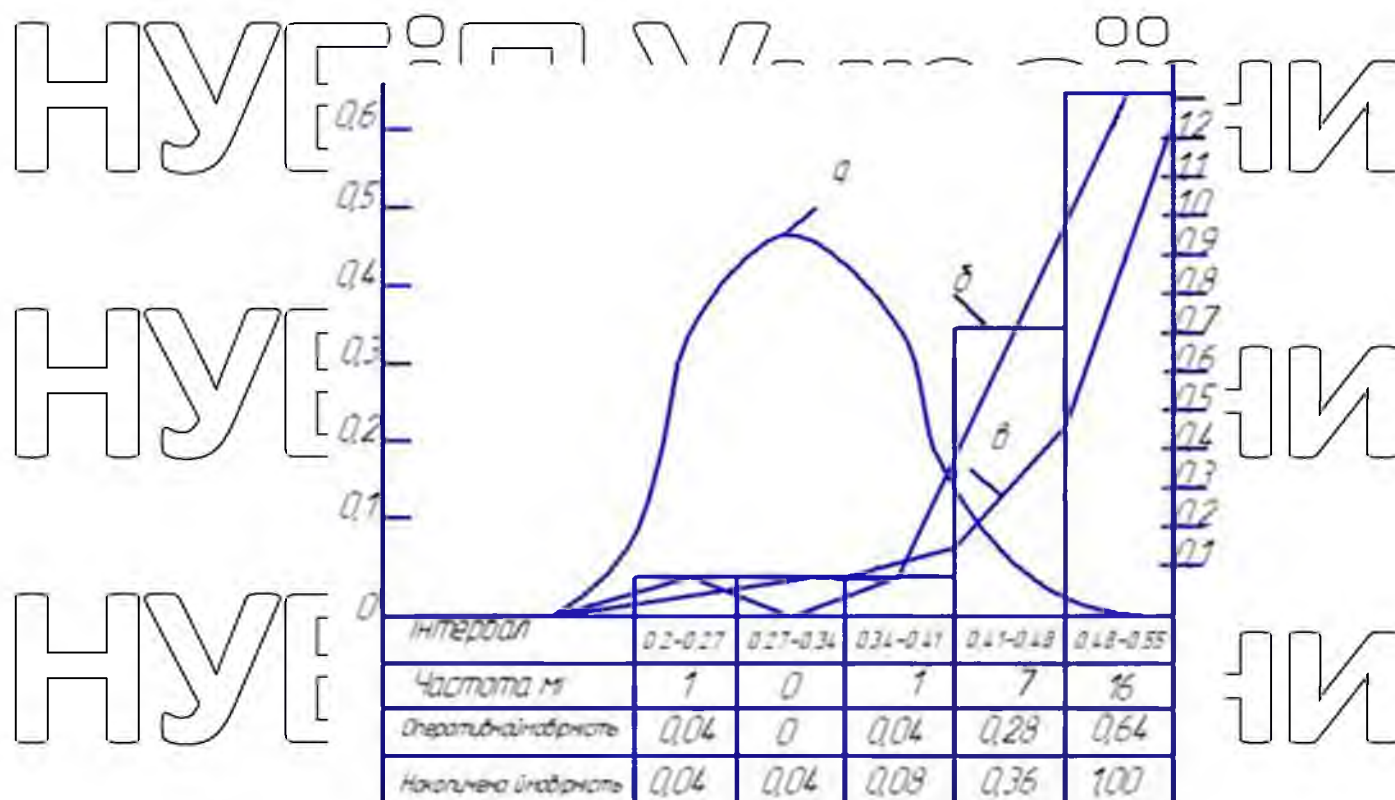


Рис. 2.2. Результати статистичної обробки інформації про довжини врізів корпусів половок ДВЗ: а) – гістограма розподілу, б) – полігон; в) крива накопичених частот

Таблиця 2.5. Показники технічного стану ремонтного фонду

Назва показника	Одиниці вимірювання	Значення
1. Коефіцієнти придатності відновлення вибракування		0,2 0,64 0,16
2. Межі зміни пошкодження	мм	0,2...0,55
3. Середнє значення	мм	0,242
4. Середнє квадратичне відхилення	мм	0,105
5. Коефіцієнт варіанції		0,43
6. Теоретичний закон розподілу		закон розподілу нормальний
7. Імовірнісні коефіцієнти придатності відновлення		0,25 0,75

2.6. Дослідження технічного стану клапанів

Встановлено, що основними дефектами клапанів газорезнодієльного механізму ДВЗ є наступні:

Тріщини і обломи, роздавання, вигорання або короблення тарілки є вибувальними дефектами, при наявності яких клапани бракують.

Зношування робочої поверхні клапана, раковини і риски на тарілці клапана, за якими клапани відновлюють. До них відносять появу канавок і рисок на робочій поверхні стержня і тарілки клапана.

Зношування стержня клапана, при досягненні певних розмірів, підлягає відновленню.

Згинання стержня клапана та зношування торця, що також підлягає відновленню, при досягненні граничних значень.

В сучасній ремонтній справі, прогресивною технологією відновлення працездатності клапанів є маршрута. Це визначається тим, що не всі дефекти проявляють одочасно в процесі експлуатації ДВЗ.

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

Таблиця 2.6. Таблиця маршрутів відновлення клапана

Найменування пошкодження	Номера маршрутів		
	I	II	III
1 Зношування та раковини і риски на робочій поверхні тарілки клапана	+	-	+
2 Зношування стержня клапана по товщині	-	+	+
3 Згин стержня клапана	+	+	+
4 Зношування торцевої поверхні стержня клапана	+	+	-

Коефіцієнти, які характеризують технічний стан рем фонду за відповідними видами дефектів приведені в табл. 2.7.

Таблиця 2.7. Коефіцієнти відновлення, вибракування та придатності

Найменування дефекту	Коефіцієнти		
	$K_{пр}$	$K_{в}$	$K_{б}$
1 Знос раковини та риски на робочій поверхні тарілки клапана	0,52	0,40	0,08
2 Знос стержня клапана	0,17	0,69	0,14
3 Згин стержня клапана	0,44	0,52	0,04
4 Знос торця стержня клапана	0,52	0,37	0,11

Таким чином, проведені експериментальні і теоретичні дослідження вказують на актуальність теми і необхідність в розробці технології відновлення працездатності газорозподільних механізмів ДВЗ (дизельних).

НУБІП України

Розділ 3 Технологічний

3.1. Розробка технологічного процесу відновлення працездатності газорозподільчого механізму

Газорозподільчий механізм двигунів автомобілів є серед усіх агрегатів таким, що найбільш часто зношується. Зношування його деталей, в свою чергу,

залежить від довговічності найбільш відповідальних їх поверхонь. Найбільш швидкому зношуванню підлягають клапани, газорозподільчий вал, втулки та інші деталі.

Основними факторами, що оказують вплив на знос цих деталей, є температурний режим роботи двигуна, якість матеріалу, з якого виготовлені вузли і деталі. Багато від чого залежить від механічної і термічної обробки та від якості збирання. В процесі експлуатації великий вплив на роботу двигуна оказує абразивне середовище, навантажувальні режими та вібрація, а також кількість пусків і зупинок.

Одним із головних завдань при розробці технологічних процесів для кожної деталі є проведення дослідницьких та експериментальних робіт з визначенням їх конструкторсько-технологічних характеристик. Перевірка та обґрунтування параметрів режимів технологічних процесів, що складає основу при їх розробці, особливо, для таких відповідальних деталей, як газорозподільчі механізми двигунів внутрішнього згорання.

3.2. Загальна методика розробки технологічного процесу

При недостатньо високій стійкості до зношування робочих поверхонь елементів цих механізмів частинки їх деталей потрапляють до мастила і спричинюють підвищене зношування деталей механізмів ДВЗ. Вихід із ладу

деталей спричинює порушення ритму роботи двигуна, а також до втрати ефективності його експлуатації.

За основу організації виробничого процесу ремонту газорозподільчих механізмів на дільницях ремонтних майстерень покладено, принцип конструкторсько-технологічної подібності деталей, а це дозволяє групувати їх в залежності від узагальнення характеристик дефектів і пошкоджень, методів, способів і технологій усунення дефектів, що дозволяє тим самим скоротити трудомісткість технічної підготовки відновлення деталей.

Проект технологічного процесу відновлення газорозподільного механізму і його комплектуючих проводять в такій послідовності:

а) вивчають технічний стан деталей газорозподільчих механізмів з розрахунком параметрів технологічного процесу;

б) складають маршрутно-операційну послідовність виконання відновлюючих операцій на відновлення працездатності механізму;

в) розробляють ремонтні креслення на відновлення працездатності деталей газорозподільного механізму;

г) розробляють маршрутну, операційні карти та ескізи;

д) розробляють проект технологічного процесу відновлення працездатності газорозподільного механізму.

3.3. Проект технологічного процесу

Проект технологічного процесу відновлення зношених поверхонь валу газорозподільного механізму розробляють згідно вимог та рекомендацій відповідних нормативних документів на базі даних (частина друга) та ремонтного креслення, яке розробляють у відповідності до вимог науково-технічної документації, використовуючи результати дослідження причин втрати працездатності деталей і механізму в цілому. Складають технічне завдання із розрахунком коефіцієнтів повторності дефектів – від загальної кількості деталей та тих, які ідуть на відновлення.

На кресленні показують: загальний вигляд деталі, потовщеною лінією поверхні із пошкодженнями, всі встановлені розміри, допуски, відхилення, шорсткість і твердість поверхонь, умови базування, технологічний маршрут та умови вибраковки та інше. Обов'язковим є розроблення таблиці дефектів, де визначним є вказування основних та допустимих способів відновлення для кожної конкретної поверхні.

Технологічний процес складається таким чином: визначають технологічні бази при відновленні, послідовність та зміст технологічних операцій (маршрут із ремонтного кресленника), вибирають ремонтно-технологічне обладнання, оснащення та інструмент, встановлюють професійну кваліфікацію виконавців, розраховують режими обробки зношених робочих поверхонь валу, проводять нормування процесу.

Вибір матеріалів для відновлення деталей повинен проходити під ретельним контролем і відповідати вимогам відповідно до РТМ 70.00087–87. Це викликає необхідність використання спеціальних захисних матеріалів: флюсів, вуглекислого газу інших газів (ацетилену і кисню), вуглеводневого газу, або спеціальних наплавлювальних матеріалів, наприклад дротів Нп-18ХГТА, ПП-128АН, Нп-30ХГСА та інших [3, 7].

При відновленні працездатності робочих поверхонь деталей газорозподільних механізмів добре зарекомендували себе самозахисні порошкові дроти, які характеризуються наплавленням у відкритій атмосфері дають твердість поверхні до HRC-60, але висока вартість цих матеріалів, необхідності їх спеціальної підготовки перед використанням (прожарюванням в печі), а також підвищених вимог при зберіганні, не знайшли широкого застосування в ремонтному виробництві. Не погані результати отримано при застосуванні технологій газопорошкового напилення і наплавлювання та зміцнення їх плазмовим і лазерним зміцненням взамін використання гартування струмами високої частоти.

Технологічна частина робіт з відновлення деталей полягає в забезпеченні робочих поверхонь деталей відповідною якістю, особливо газорозподільних

валів, та необхідна для покращення показників надійності відремонтованих автомобілів і тракторів. В процесі відновлення деталей проводять покращення їх параметрів: геометрії посадкових поверхонь, зростає твердість і зносостійкість кулачків і опор шийок, за рахунок наклепу, або застосування способів напилення, наплавлювання, реалізації полімерів та інше.

Виходячи з умов найменших витрат при гарантованому отриманні якісних нанесених шарів стосовно їх твердості та відсутності пор, раковин та інших дефектів зарекомендував себе спосіб газопорошкового напилення і наплавлювання наплавлення поверхневих шарів кулачків і шийок із застосуванням термореагуючих і самофлюсуючихся порошків ПТ-НА-01, ПТ-19Н-01, ПГ-12Н-03, ПГ-10Н-01 та інших. Дослідження показали, що цьому способу недостатньо приділяється достатня увага при використанні з метою відновлення зношених деталей. Проведені дослідження та виробнича перевірка

дала змогу підготувати технології, напикання спеціальних порошків, стрічок, газополуменевого, плазмового напилення та індукційної приварки порошкових матеріалів, які закладені в типові технологічні процеси відновлення деталей із зношуваннями малих і середніх значень. Для відновлення деталей, із значними зношуваннями, розроблено технологічні процеси: електрошлакове

наплавлювання, заливка рідким металом, пластичне деформування то що. Особливу увагу слід звертати відновленню макрогеометрії великогабаритних деталей, таких як корпусні деталі, вали, шнеки та інші.

Зараз розроблені такі способи відновлення кулачків розподільних валів:

перешліфування до виведення слідів зношування (в еквідистантний профіль); деталізація; газове наплавлення сормайтотом, електродугове, вібродугове, індукційне, газополуменеве, плазмове і лазерне наплавлення; хромування; електроконтактне напикання порошків. Порівняльний аналіз результатів досліджень цих способів з врахуванням вимог забезпечення високої стійкості

проти спрацювання і довговічності відновлених поверхонь при незначних виробничих витратах на організацію технологічного процесу і використання

недефіцитних матеріалів показав, що найпоширенішим способом відновлення сталевих кулачків є газопорошкове наплавлення.

3.4. Відновлення кулачків газопорошковим наплавленням

Підготовку деталей газорозподільного механізму проводять струменевою обробкою для забезпечення високої якості покриттів, які наносять на зношені поверхні.

Для струменевої обробки поверхні відновлюваних деталей колотим дробом або корундом дільницю оснащено установкою 0-26-7 „Ремдеталь”. Ця установка стаціонарного типу складається з металевого каркасу, підлону для дробу або корундом, камери для очищення деталей, пістолета, передньої стінки, на якій встановлено оглядове вікно, манометр і редуктор, а також плафон для освітлення камери. Витрата повітря при безперервній роботі струменем установки не перевищує 4,5 м³/год. В установці використовують дріб — колотий білий чавун. Допустимий максимальний тиск повітря до 0,8 МПа. В установці використовують дріб або корунд розміром 0,5–3 мм.

При газопорошковому наплавленні відсутнє перемішування основного металу з присадним, зона нанесення покриття захищена відновлюваним факелом полум'я від окислюючої атмосфери. Сутність процесу полягає в нанесенні на розігріту газокисневим полум'ям відновлювану поверхню порошкового матеріалу, нагрітого цим же полум'ям до рідинно-текучого стану. В результаті оплавлення міцність зчеплення покриття з основним металом досягає 400–600 МПа.

Для наплавлення деталей із сталі, яка має менше 0,5 % вуглецю і кольорових металів, використовують нейтральне полум'я; для деталей з високовуглецевих і легованих сталей, чавуну, наплавлення твердих сплавів — науглецьовувальне полум'я; для різання металу — окислювальне.

Щоб не змінювався склад наплавленого шару, матеріал присадного дроту за своїми фізико-механічними властивостями і хімічним складом повинен бути

таким, як і матеріал деталі, але із збільшеною кількістю легкоокислювальних компонентів.

Для наплавлення порошку поверхню кулачка спочатку очищують, а потім підігрівають до 300–400 °С: для зменшення деформації і можливості появи тріщин від локального нагрівання. Очищення проводять струминним способом, як встановлено – це найбільш ефективний спосіб, що одночасно дає можливість і активувати поверхню деталі.

Встановлюють надлишкове полум'я (за ацетиленом) і періодично натисканням на важіль подають в наплавлювану ванну необхідну кількість порошку. Переміщуючи полум'я пальника, рівномірно розплавляють і розподіляють порошок по нагрітій поверхні. Дистанція при нанесенні порошку 20–40 мм. Полум'я газового пальника при оплавленні розміщують під кутом 30–60° до площини поверхні, яку наплавляють і спрямовують до холодної ділянки, дистанція оплавлення 10–15 мм.

Послідовно чергуючи процес наплення і оплавлення, забезпечують необхідну товщину шару. Наплавлення ведуть навуглецювальним полум'ям основного шару. Наплавляти треба так, щоб „теплова вісь” проходила через центри маси деталі У кулачків рекомендується по чергово наплавляти діаметрально розміщені поверхні від вершини до затилкової частини, починаючи з крайніх кулачків до середини. Кількість проходів визначається зношенням кулачка і припуском на наступне механічне оброблення.

Після наплавлення, для запобігання тріщинам у наплавлених шарах, охолодження рекомендується виконувати у піску або азбестовій шубі. Якість наплавлених покриттів на відсутність спучування, тріщин, сколів і відшарувань контролюють візуально. Для вибіркової перевірки застосовують лупу 10-кратного збільшення ЛП-4.

Проведені дослідження дали змогу встановити параметри режиму наплавлення газопорошковим способом кулачків розподільчого валу та обґрунтувати їх. Встановлено, що при витраті кисню 380–400 л/год; витраті ацетилену 300–350 л/год. і тиску кисню 0,25 МПа можливо нанести покриття

товщиною до 2 мм. Воно має міцність з'єднання із основним 450 МПа і твердість HRC 45–50, а це задовольняє умови якісного відновлення кулачків газорозподільчих валів.

Заслужують уваги такі прогресивні способи відновлення працездатності кулачків газорозподільчих валів, як плазмове та лазерне напильювання.

3.5. Відновлення кулачків плазмовим напильюванням

Плазмово-дугове напильювання полягає у використанні плазмового струменя для розплавлення присадочного матеріалу і транспортування його часток на поверхню деталі. Плазмою називають високотемпературний частковий або повністю іонізований газ. Плазмовий струмінь створюється пропусканням газу через дуговий розряд у вузькому каналі водоохолоджуваного плазмового пальника (рис. 3.1). При проходженні каналу стовп дуги стискається, ступінь іонізації траєкторії дуги, в якій утворюється плазмовий струмінь збільшується, температура підвищується до 15-18 тис. градусів.

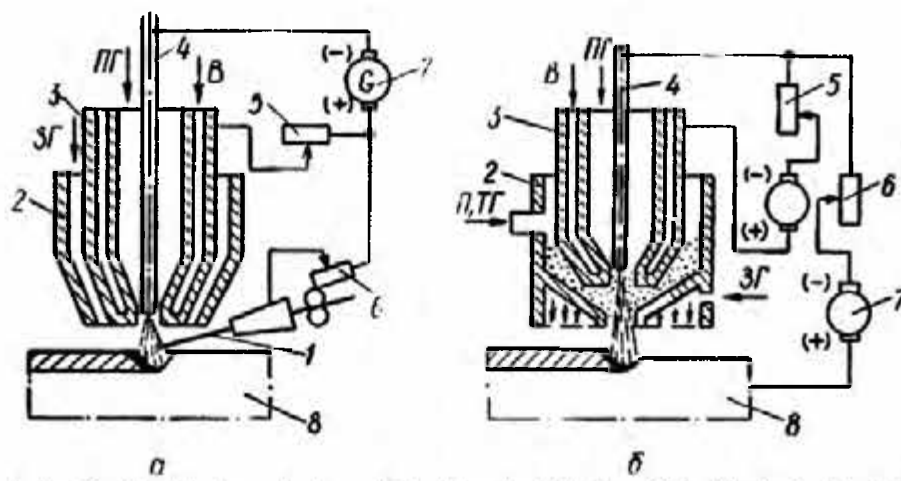


Рис. 3.1. Схема плазмово-дугового напильювання присадним дротом (а) і металічним порошком (б): В – вода; ПГ – плазموутворювальний газ; ЗГ – захисний газ; П – транспортуючий газ; П – присадний порошок; 1 – присадний дріт; 2 – мундштук; 3 – сопло плазмового пальника; 4 – вольфрамовий електрод; 5, 6 – змінні опори; 7 – джерело струму; 8 – деталь.

У пальниках із прямою дугою струм протікає між вольфрамовим (неплавким) електродом (кагодом) і деталлю (анодом). Плазмовий струм інтегрований з дуговим розрядом, що призводить до передачі значної кількості тепла до деталі. Тому пряму дугу доцільно використовувати для різання металів.

Наплавлення кулачків низькотемпературною плазмою виконують на спеціальному верстаті з копиром, причому рух по копирі, який забезпечує вибіркову відстань до оброблюваної поверхні на будь-якій ділянці профілю кулачка, здійснює плазмотрон, а деталь обертається синхронно з копиром. Для

наплавлення використовують порошки типу ПГХН80СР3 та ПГХН80СР4 з розміром фракцій порошоків 100–400 мкм. Режими відновлення кулачків плазмовим наплавленням приведено в табл. 3.1.

Таблиця 3.1. Режими плазмового наплавлення

Вид плазмової обробки	Струм, А	Напруга, В	Плазмотворювальний газ і його витрата, л/год	Транспортуючий газ і його витрата, л/год	Швидкість подачі електродного дроту, м/год	Швидкість наплавлення, м/год	Відстань від сопла пальника до поверхні деталі, мм
Наплавлення із застосуванням присадного дроту	180-260	40-45	Аргон 120-180	-	6-24	9,6	10-20
Наплавлення порошку сормайт №1	180-260	40-45	Аргон 90	Азот 240-360	-	9,6	10-12
Напильовання порошку	250-350	80-90	Аргон 1500	Аргон 1500	-	9,6	120-150
Оплавлення порошку	300-320	80-90	Азот 1500	-	-	9,6-12,0	65-70

Для наплавлення використовують порошки типу ПГХН80СР3 та ПГХН80СР4 з розміром фракцій порошоків 100–400 мкм.

Перевагами плазмового наплавлення є хороше зчеплення наплавленого шару з основним металом, низькі допуски на механічну обробку та висока якість наплавленого шару. Недоліками є те, що потрібна наявність плазмотворюючого газу, достатньо висока вартість технологічного обладнання.

3.6. Відновлення опорних шийок газорозподільних валів

У даному випадку джерелом енергії для нагрівання частинок присадного матеріалу є ацетиленове полум'я. Для транспортування нагрітого напилувального порошку на зміцнювану поверхню використовують стиснене повітря або газокисневий струмінь.

На рис. 3.2,а зображено схему газополуменового напилення, на якій подача порошкоподібного присадного матеріалу в зону полум'я здійснюється за рахунок інжекції струменем кисню. У процесі напилення порошок з місткості, закріпленої на пальному, після відкриття клапана надходить до каналу пальника і захоплюється потоком транспортуючого газу. При виході із сопла пальника порошкоподібний матеріал потрапляє до зони газового полум'я, де обплавлюється. Надалі потоком газів, що згоряють порошок, що перебуває у тістоподібному стані, подається на відновлювану поверхню.

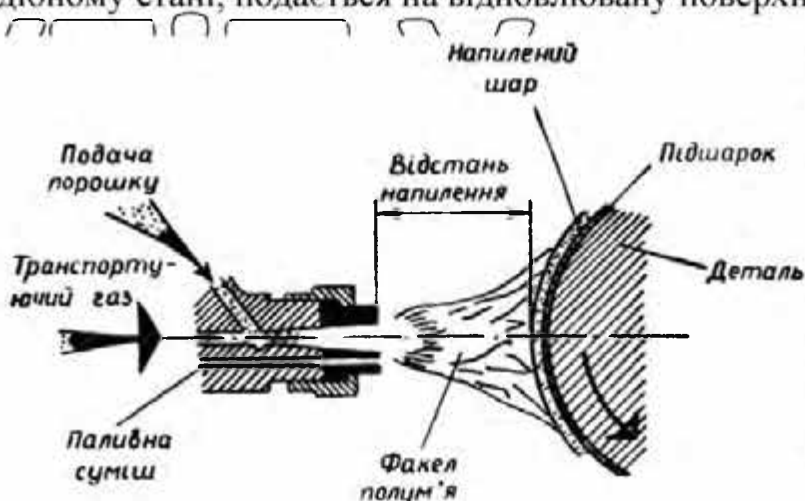


Рис. 3.2. Схема подачі порошку у факел полум'я за рахунок інжекції струменем газів

Перевага такої схеми газополуменового напилення полягає у тому, що транспортування порошку до поверхні деталі відбувається під дією струменя газу, а це зменшує ступінь окислення розплавлених частинок. В результаті підвищуються якість напиленого шару і міцність зчеплення його з основним металом.

Перевага другого способу зовнішньої подачі порошка полягає в простоті устаткування, можливості точного регулювання потужності полум'я та місця введення порошку у факел відпадає потреба у транспортуючому газі та інше.

Порівняльний аналіз результатів досліджень способів відновлення працездатності опорних шийок газорозподільчих валів, з врахуванням вимог забезпечення високої стійкості проти зношування і довговічності відновлених поверхонь при незначних виробничих витратах на організацію технологічного процесу і використання недефіцитних матеріалів показав, що найпоширенішим є газопорошкове напилення (рис. 3.2).

Технологічний процес газопорошкового напилення передбачає:

Шліфування під металізацію циліндричних поверхонь опорних шийок до відповідних діаметрів і шорсткість поверхонь $Ra = 1,6$ мкм, з метою усунення слідів зношування.

Закривання отворів і шпонкового паза пробками з термостійкої гуми так, щоб були виступи над відповідними поверхнями висотою 4–5 мм.

Струминно-корундову обробку (корундовим порошком 14А зернистістю 80–125).

Обдування оброблених поверхонь стиснутим повітрям під тиском 0,5–0,6 МПа.

Газопорошкове напилення циліндричних поверхонь опорних шийок в два етапи до товщини металопокриття $0,15 \pm 0,05$ мм.

У процесі експлуатації в результаті зношування відновлюваних поверхонь деталей набирають різної форми – овальної, бочкоподібної, огранювання та інше (рис. 3.3) щоб усунути сліди зношування, відновлювану поверхню піддають механічному оброблюванню без застосування МОР

3.7. Відновлення працездатності корпусів головок блоків циліндрів дизельних двигунів

Основними дефектами є тріщини та пробоїни, деформація площини роз'єму до блоку циліндрів; спрацювання фасок сідел клапанів (сідел); спрацювання втулок клапанів, різьби шпильок і різьбових отворів; втрата герметичності водяної сорочки; поява тріщин і прогарів на стінках камери згоряння.

Перед ремонтом головку блоку циліндрів перевіряють на герметичність стінок і прокладок тиском води 0,4-0,5 МПа. Протягом 5 хвилин не допускаються протікання і запотівання стінок головки блоку циліндрів.

Перед розбиранням ГБЦ необхідно:

- зняти всі утримувачі, датчики та інше навісне електроустаткування. Якщо ви маєте справу з ГБЦ дизельного двигуна з електромагнітними форсунками, їх також потрібно демонтувати (насос-форсунки знімати необов'язково).
- перед зняттям головки з блоку необхідно забезпечити видимість міток, що використовуються для налагодження газорозподільного механізму. Якщо це неможливо, слід відповідним чином позначити деталі газорозподільного механізму.

Подальші дії описані на прикладі ГБЦ з верхнім розташуванням розподільного вала (ОНС):

- послабити кріпильні болти кришки головки блоку в порядку, аналогічному порядку їх затягування при монтажі. Зняти ГБЦ.
- позначити кришки підшипників (якщо застосовуються) розподільного вала для визначення їх правильної позиції при складанні.
- зняти кришки підшипників розподільного вала, злегка повертаючи їх.
- зняти розподільний вал і підшипники.
- зняти гідрокомпенсатори і штовхачі (залежно від конструкції головки блоку). Якщо передбачається надалі їх використовувати, то зазначити робочі місця кожного.

- за допомогою відповідного пристосування стиснути пружини клапанів і вийняти сухарі, тарілки пружини і самі пружини. Покласти деталі в порядку їх децентажу.

- зняти масловідбивні ковпачки зі стрижнів клапанів (якщо встановлені).

- перевернути головку, зняти клапани, відзначаючи місця, на яких вони були встановлені.

- зберігати всі компоненти, поки не буде точно встановлено відповідність розмірів всіх нових і замінних деталей.

Потім слід провести очищення головки блоку циліндрів. Складання потрібно проводити в зворотному порядку.

Очищення

Для очищення головки блоку можуть бути використані наступні способи:

- дробоструминна обробка;
- „Холодне” промивання;
- „Гаряче” промивання;
- очищення за допомогою ультразвуку.

Частіше за інших застосовується мийка агрегату в воді з використанням спеціальних миючих засобів. Важливо стежити, щоб чистячі засоби не містили хімічних елементів, які можуть пошкодити деталі ГБЦ. Очищення деталей алюмінієвої головки блоку циліндрів вимагає особливої уваги.

При чищенні абразивними компонентами з поверхонь деталей головки знімається шар матеріалу, тому необхідно дотримуватися обережності - надмірно інтенсивне або тривалий вплив може призвести до їх пошкодження.

Технологія відновлення головок циліндрів, які мають тріщини і пробоїни у стінках полягає в підготовці тріщин за допомогою шліфувального інструменту і заварюванні їх традиційними методами.

У випадку короблення нижньої площини головки блока понад 0,15мм її шліфують або фрезерують мінімальним зніманням металу.

Найпоширеніший дефект головок циліндрів — зношування робочої фаски клапанних гнізд. Його усувають фрезеруванням. Для цього застосовують набір

із чотирьох спеціальних фрез (рис. 3.3). Спочатку клапанне гніздо головки обробляють чернвою фрезою до повного зникнення слідів зносу. Потім надають фасці необхідної ширини, обробляючи послідовно фрезами з різними кутами різальної кромки. Далі остаточно обробляють фаску чистовою фрезою.

Після фрезерування фаска повинна мати ширину 1,5-4,5мм для різних головок блока циліндрів. Шорсткість поверхні після фрезерування не більше $R_a 2,5 \mu\text{м}$, радіальне биття фаски відносно отвору втулки клапана — 0,05мм. Для отримання гладенької поверхні фасок після фрезерування шліфують гнізда абразивним наконечником. Граничний діаметр гнізда клапана встановлюють за величиною заглиблення тарілки нового (номінального розміру) клапана. Номінальний розмір заглиблення клапана визначають за технічними вимогами на капітальний ремонт відповідної марки двигуна.

Зношені клапанні гнізда відновлюють наплавленням або кільцюванням. У випадку ремонту клапанних гнізд запресовуванням кільце гнізда розточують на певну глибину з великою точністю (допустима овальність гнізд до 0,05мм, конусність $\pm 0,2 \text{мм}$) і запресовують у них кільця з натягом 0,14-0,15мм, виготовлені із спеціального (перлітного) чавуну. Для полегшення їх встановлення і збільшення міцності посадки головку блока нагрівають до температури 380-420°C, а кільця охолоджують у сухому льоді або головку нагрівають до 90°C, а кільця охолоджують у рідкому азоті. Після запресування на кільцях фрезерують фаски.

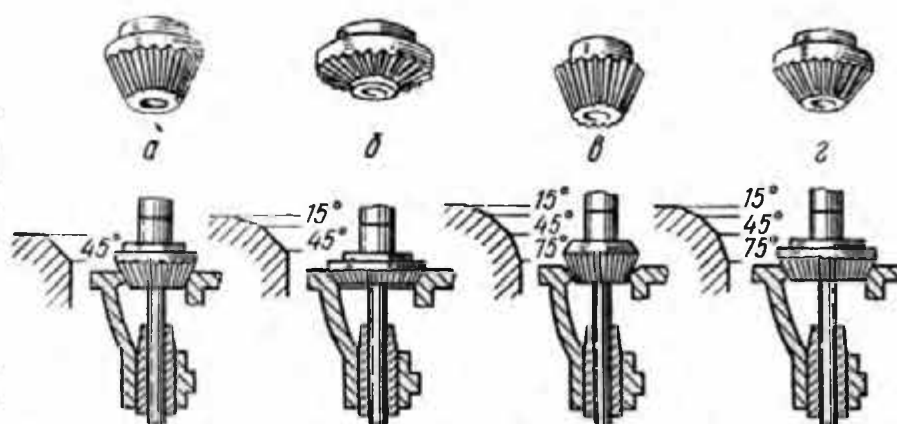


Рис. 3.3 Обробка клапанного гнізда фрезами. Фрезерування під кутом:

а - 45°; б - 15°; в - 75°; г - чистове під 45°

Обробка сідла

Необхідність у цій операції виникає після заміни втулок, внаслідок природного зносу сідел клапанів, після прогара клапана або будь-якого іншого порушення герметичності з'єднання сідло-клапан. Обробка проводиться на Newen Contour BV, шляхом формування нового профілю сідла фасонним різцем. Після відновлення геометрії сідла герметичність з'єднання сідло-клапан перевіряють за допомогою вакуум-тестера, для чого відшліфований або новий клапан встановлюють в направляючу втулку (не засухаривая), з відповідного каналу відкачують повітря і по величині розрядки (або по швидкості його зміни) оцінюють, наскільки герметично з'єднання. При високій точності обробки сідла і фаски клапана притирка не потрібно.

Заміна сідла.

Ця операція актуальна в разі фатального зносу сідел, прогара сідла, при багаторазовій обробці сідел, при збільшенні поперечного перерізу клапанної щілини шляхом заміни клапанів на клапани з великим діаметром тарілки (форсування двигуна), в деяких випадках після ремонту тріщин (якщо тріщина проходила під сідлом), при сильному перегріві двигуна (сідла можуть просто випасти з тіла головки), після неякісного ремонту сідел та ін. Заміна сідел відбувається в кілька етапів. Спочатку на верстаті Newen Contour BV вирізаються старі сідла, потім готується нове посадочне місце під сідло, знімаються розміри і по ним з урахуванням натягу зі спеціального чавуну виготовляються заготовки нових сідел, що представляють собою кільця з точно витриманим зовнішнім діаметром і невеликим припуском на обробку по внутрішньому діаметру і висоті. Після цього ГБЦ розігрівають, а заготовки сідел охолоджують в рідкому азоті. Потім сідла запресовують за допомогою оправок. Далі ГБЦ знову встановлюють на верстат по обробці сідел, і після підгонки внутрішнього діаметра сідла під діаметр каналу, фасонним різцем формують необхідний профіль сідла з урахуванням виступання (утопання) тарілки клапана щодо поверхні камери

згорання, або з урахуванням відстані від торця клапана до осі розподіл. вала, яке можна проконтролювати за допомогою спеціально розробленого інструменту.

Напрямні втулки клапанів підлягають заміні при ослабленні їх посадки або значних зносах внутрішньої поверхні. При зачресовуванні напрямних втулок забезпечують натяг 0,002-0,01мм, внутрішній діаметр розвертають за розміром

стрижня клапана. Щоб уникнути заміни напрямних втулок із зношеними отворами, але з нормальною посадкою по зовнішньому діаметру, в отворах втулок нарізають мітчиком різьбу, знежирюють її поверхню ацетоном,

заповнюють отвір епоксидним клеєм наповнювачем якого є графіт. Після термічної обробки отвір втулок по кондуктору розсвердлюють, потім розвірнюють за розміром стрижня клапана.

Зношену зовнішню поверхню прямої втулки відновлюють накатуванням зубчастим роликком або термічним способом, повільно нагріваючи

їх у печі зі швидкістю 250-300°C/год до температури 700°C з витримкою 10-40хв (залежно від потрібного збільшення по діаметру) і наступним повільним охолодженням. У цьому випадку діаметр збільшиться на 5-18 мкм.

Зношування або зривання різьби отворів усувають за допомогою спіральних вставок, нарізанням різьби збільшеного розміру або встановленням

додавної вставки, у якій нарізають різьбу номінального розміру. Шпильки при такому дефекті замінюють.

Його усувають фрезеруванням.

Спочатку сідло клапана головки обробляється грубою фрезою до повного зникнення слідів зносу. Потім створюють фаску необхідної ширини і

обробляють її по черзі фрезами з різним кутом різання. Потім фаска остаточно обробляється чистовою фрезою. Після фрезерування фаска повинна мати ширину 1,5-4,5 мм для різних головок блока циліндрів. Шорсткість поверхні

після фрезерування не більше Ra2,5 мкм, радіальне биття фаски відносно отвору втулки клапана 0,05 мм.

Для отримання гладкої поверхні фасок після фрезерування сідло полірують шліфувальним наконечником. Зношені сідла клапанів відновлюються

шляхом наплавлення. При ремонті сідел клапанів запресуванням кільця сідла розточують з великою точністю на певну глибину (допускається овальність сідел до 0,05 мм, конусність – 0,2 мм) та подальшим запресуванням кільця з натягом 0,14-0,15 мм., виготовленого зі спеціального (перлітного) чавуну. Для полегшення монтажу і підвищення міцності посадки головку блоку нагрівають до температури 380-420 °С і охолоджують кільця в сухому льоду, або головку нагрівають до 90 °С і охолоджують кільця в рідкому азоті. Після пресування в кільцях фрезеруються фаски, як зазначалося вище.

3.8. Відновлення пружатності клапанів та інших деталей газорозподільного механізму

Клапани можуть мати знос та підгоряння робочих фасок тарілок, знос поверхні стрижня і його торця. Робочі фаски клапанів і торці стрижня шліфують на спеціальних, попередньо перевіряючи прямолінійність стрижня клапана. Допускається відхилення 0,05мм. Після перевірки биття стрижня клапан встановлюють у цанговий патрон станка під кутом 45° і шліфують фаску. Після шліфування на поверхні тарілки не повинно залишитися рисок і задирок, а циліндричний поясок має бути висотою 1,1-1,3мм. Шорсткість фаски після обробки – не більше $R_a = 0,63\text{мкм}$, а биття відносно осі поверхні стрижня – не більше 0,03 мм.

Гранично зношені тарілки клапанів (висота пояса менше 0,5мм) відновлюють плазмовим напиленням, наплавленням СВЧ шихти із жароміцних матеріалів (ВКЗ, ЗП16 І сормайт) і електроконтактним напиленням металевих порошоків.

Зношені стрижні клапанів шліфують на зменшений розмір, нарощують залізненням або хромуванням. Овальність і конусоподібність стрижня клапана після шліфування не повинні перевищувати 0,02мм, а шорсткість – $R_a = 0,32\text{мкм}$.

Пружини клапанів. Дефектами їх є втрата пружності і усадка від постійно діючих знакозмінних навантажень. Контроль пружності клапанних пружин

перевіряють на приладі і визначають силу їх стискання, порівнюючи з технічними умовами. Пружини, у яких пружність менше допустимої, відновлюють накатуванням роликком або способом термічної фіксації на установці, де її розтягують затискачами пристрою до необхідної довжини, пропускають через неї електричний струм, нагріваючи до 400—450 °С, і охолоджують на повітрі.

Пружини перевіряють на пружність за допомогою пристрою. Їх підбирають так, щоб вони були однаковими за висотою і пружністю. Валик коромисел (вісь) при зношуванні зовнішньої поверхні відновлюють хромуванням або залізненням. Зігнутий валик правлять без нагрівання. Після остаточної обробки овальність посадочних місць під коромисла допускається до 0,02мм, а непрямолінійність по всій довжині - не більше 0,02мм.

Коромисла. клапанів із втулками можуть мати, знос бойків та внутрішньої поверхні втулок і різьби під регулювальний гвинт.

У випадку зношування поверхонь бойка у допустимих межах (не більше 2 мм) його шліфують по радіусу до виведення слідів зносу і полірують до шорсткості не менше 0,63-0,32 мкм. Якщо бойок зносився понад допустимі значення, його наплавляють порошком ПГ-СР4 газопорошковим наплавленням.

Зношену втулку замінюють.

При цьому обробляють фаски $1,0^{+0,25} \times 45^\circ$ з двох боків, задресовують втулку, потім її роздають або розвертають отвір втулки до нормального або ремонтного розміру, а також прошиванням ущільнюють внутрішню поверхню.

Штовхачі. У них зношуються поверхні стрижня і тарілки. Стрижні відновлюють залізненням або хромуванням. У випадку зношення робочої поверхні тарілки штовхача до 0,3мм її шліфують. Великі ж зноси усувають газопорошковим наплавленням порошком ПГ-СР4 і обробляють під нормальний розмір

Слід пам'ятати, що знос шестерень розподільного і колінчастого валів, напрямних втулок клапанів і штовхачів, втулок і осей коромисел, зміщення

розподільного вала понад норму також відносяться до несправностей газорозподільного механізму.

Роликові важелі в якості приводу клапанів більш кращі, тому що мають менші втрати на тертя і меншу масу. Роликовий важіль (інші найменування - коромисло, рокер, від англійського «коромисло») однією стороною спирається на стержень клапана, інший - на гідрокомпенсатор (у деяких конструкціях на кульову опору). Для зниження втрат на тертя місце сполучення важеля і кулачка розподільного вала виконано у вигляді ролика.

За допомогою гідрокомпенсаторів в приводі клапанів реалізується нульовий тепловий зазор у всіх положеннях, забезпечується менший шум і м'якість роботи. Конструктивно гідрокомпенсатор складається з циліндра, поршня з пружиною, зворотного клапана і каналів для підведення масла. Гідравлічний компенсатор, розташований безпосередньо на штовхачі клапана, носить назву гідравлічного штовхача (гідроштовхача).

3.9. Складання головки циліндрів і притирання клапанів

Головки циліндрів складають на спеціальному стенді (столі) або із застосуванням кантувачів. Спочатку запресовують напрямні втулки і підбирають по них клапани перед притиранням їх до гнізд. Втулки з буртиком запресовують до упору, а без буртика — до висоти, допустимої технічними вимогами. Зазор між стрижнем впускного клапана і втулкою — 0,03-0,07 мм, а впускного і втулкою -0,07-0,011 мм.

Цим досягається необхідна герметичність клапанної пари. На фаски клапанів і гнізд головки циліндрів наносять притирочну пасту (карбід бору М40 — 10%, мікрокорунд М20 — 90%, електрокорунд зернистий М 14 — 87% парафін — 13%), яку розводять у дизельному маслі до сметаноподібного стану. Для підвищення якості і продуктивності процесу притирання клапанів рекомендується до пасти додавати поверхнево-активні речовини, наприклад олеїнову або стеаринову жирну кислоту. Продуктивність процесу у цьому випадку зростає на 50—60 %. Для притирання клапанів, які мають гнізда із сірого чавуну, рекомендується застосовувати суміш з 40 % шліфувального порошку із сірого електрокорунду зернистістю М 14 або М 20, 55-58 % дизельного масла і 2-5% олеїнової або стеаринової кислоти. Після притирання шорсткість поверхні становить $R_a = 0,63-0,32$ мкм, а ширина матового безперервного пояса — не менше 1,5 мм.

Допускається різниця ширини не більше 0,5 мм. На деяких ремонтних підприємствах застосовують технологію ремонту без притирання. В основу цього методу покладені складання опражнений клапан — сідло (гніздо) клапана, виконаних з різними кутами. Фаску клапана шліфують на кут 44° у спеціальному пристрої, а кут фаски сідла залишають без змін. Кут, який виникає при цьому, забезпечує необхідну герметичність клапанної пари без притирання, сприяє швидкому приляганням з'єднаних поверхонь. Герметичність прилягання кожного притертого клапана до сідла головки блока перевіряють пневматичним пристроєм. У порожнину стакана, встановленого над клапаном, грушею

накачують повітря під тиском 0,04-0,07МПа, який визначають за манометром, з'єднаним з порожниною стакана. Падіння тиску протягом 30с вказує на негерметичність спряження і неясне притирання клапана. У цьому випадку притирання повторюють.

Перевірка і регулювання теплових зазорів в приводі клапанів необхідні для забезпечення ефективної роботи та довговічності двигуна. При збільшеному тепловому зазорі з'являється частий металевий стукіт клапанів, добре прослуховується при малій частоті обертання на холостому ході. При цьому відбуваються посилене зношування торців стрижнів клапанів, наконечників стрижнів або регулювальних шайб, падіння потужності двигуна, оскільки скорочується час знаходження клапанів у відкритому положенні і внаслідок цього погіршується наповнення горючою сумішшю і очищення циліндрів від відпрацьованих газів. При малому зазорі або його відсутності у випускних клапанів з'являються хлопки з глушника. При цій несправності клапани нещільно сідають в сідлах, що призводить до зниження компресії, зменшення потужності двигуна та обгорання головок клапанів.

Після притирання клапани та їх гнізда необхідно ретельно промити, при цьому не можна розкомплектовувати пару. При складанні клапани ставлять по гніздах відповідно до розмітки, за допомогою пристрою стискають пружини із сухариками. Останні мають щільно прилягати до виточки у стрижні-клапана і до сідла клапанної пружини.

НУВБІП УКРАЇНИ

Розділ 4. Охорона праці та техніка безпеки при ремонті газорозподільних механізмів

4.1. Аналіз техніки безпеки та охорони праці на дільниці з ремонту газорозподільних механізмів

НУВБІП УКРАЇНИ

Технологічний процес на дільниці ремонту газорозподільних механізмів полягає в проведенні розбирально-складальних, мийних робіт, робіт по холодній обробці металів, температура яких не перевищує 85°C , а також мастил з температурою спалаху не менше 300°C у зв'язку з чим не створюється можливості пожежо- і вибухобезпечного оточення і таким чином у відповідності з СНП-II-90-81 дане виробництво відноситься до категорії "Д" - вибухобезпечне.

НУВБІП УКРАЇНИ

На дільниці проводяться роботи з негорючими матеріалами (деталі насосів виготовлені з алюмінієвих сплавів типу АЛ-4, АЛ-9, сталей конструкційних типу сталь 45, 40Х, 18ХГТ, бронз типу ОЦС тощо, мастил і мийних розчинів з високою температурою спалаху - порядку $250...300^{\circ}\text{C}$).

НУВБІП УКРАЇНИ

Будівля розташування цеху згідно СНП-2.01.02-85 та ОНТП-86 за ступенем вогнестійкості відноситься до II ступеню. Це стосується зовнішніх стіни та перегородки, які повинні бути цегляними (вогнетривкі з межею вогнетривкості відповідно 2,5 години і 0,5 години).

НУВБІП УКРАЇНИ

При проведенні проектування території підприємства та плануванні цехів повинні дотримуватися норм проектування промислових підприємств, протипожежні і санітарні згідно норми СНП-II-90-81 і ДНАОП.01-1.33-75.

НУВБІП УКРАЇНИ

У відповідності зі переліком і кількістю небезпек, які можуть статися під час перебігу технологічного процесу розбирально-мийних робіт та металообробних робіт, дільниця буде віднесена до V класу.

НУВБІП УКРАЇНИ

Під час виконання технологічного процесу розбирально-мийних та металообробних робіт на дільниці обов'язково використовується підйомно-

транспортні засоби, консольно-поворотні крани, а через це будівлю цеху виконано одноповерховим.

На ремонтній дільниці використовується різноманітне технологічне обладнання, при експлуатації та виконанні робіт може виникати наступний перелік небезпек:

- розбиральне обладнання - прес гідравлічний ОКС-167ГМ.

При експлуатації демонтажного обладнання та проведенні технологічних процесів демонтажу виникають такі небезпеки та небезпеки: падіння деталей насоса (самих насосів) зі столу преса, якщо вони не закріплені належним чином,

використання нестандартного обладнання та несправного інструменту, ураження електричним струмом при користуванні електроінструментом, підвищений шум і вібрація при користуванні електропневматичними інструментами, що призводять до ураження органів опорно-рухового апарату і слуху, а також центральної нервової системи, контакт і тривалий контакт зі шкірою мастильних виробів призводить до подразнення шкіри і поява екземи.

- мийне обладнання - машина для мийки ГМ-1344 миття в керосині та гарячій воді. При експлуатації мийної дільниці та здійсненні технологічних процесів миття деталей масляних насосів виникають наступні небезпеки та

небезпечні ситуації: небезпека відволікання та пошкодження внаслідок підвищених температур, небезпека ураження електричним струмом, падіння вантажу при митті деталей, тривалий контакт зі шкірою з маслом і мастильними матеріалами, що призводить до подразнення шкіри та екземи, тривале вдихання шкідливих парів миючих розчинів, що призводить до отруєнь, опіків органів дихання та професійних захворювань.

- підйомно-транспортне обладнання - кран консольно-поворотній ОПГ-1754, візки для транспортування деталей між технологічними операціями, підйомно-поворотні крісла, приймально-транспортні столи тощо. Під час роботи

підйомно-транспортного обладнання, а також при виконанні вантажно-розвантажувальних робіт виникають такі небезпеки та небезпеки: ризик пошкодження внаслідок падіння і перекидання вантажів (агрегатів з корпусами

насосів і редукторів), застосування нестандартних, випадкових кріпильних пристроїв, шпелестіння канатів і канатів, порушення правил експлуатації, огляду і випробування підйомних механізмів, ураження електричним струмом.

Використання обладнання для механічної обробки - верстату координатно-розточувального 2У430, верстату токарно-гвинторізного 16Б16А, верстату вертикально-свердлувального 2Р135Ф2-1, плоскошліфувальний верстат 3Д740А, нарізний верстат моделі 5991Р тощо можуть спричинити низку небезпек, зокрема: неправильне кріплення деталей та інструментів під час

обробки може призвести до травмування оператора верстата; ураження електричним струмом під час роботи механічного обробного обладнання;

поломка шліфувальних кругів, різців і поломка різців можуть призвести до травмування верстатника; торкання інструментів, що обертаються, призведе до

травм; поломка інструментів для їх зняття і можливість пошкодження верстатників осколками, а також ряд небезпек, серед яких: підвищений рівень

шуму може викликати пошкодження слуху, підвищення рівня вібрації, що призводить до професійних захворювань, висока запыленість повітря з абразивні

частинки негативно впливають на організм людини, частий контакт з мастильними та охолоджуючими рідинами призводить до шкірних захворювань.

Пошкодження при роботі на ділянці можливе також у випадках порушення норм проєктування та розміщення технологічного обладнання ділянки, перетинанні вантажопотоків, порушення норм безпеки та ергономіки на робочому місці.

4.2. Заходи із створення безпечних умов праці на ділянці та засоби їх забезпечення

Електробезпека на об'єкті повинна відповідати ГОСТ 12.1.019-79. Для боротьби з ураженням електричним струмом згідно з ГОСТ 12.1.030-81 проводяться такі заходи: забезпечується недоступність струмопровідних частин надійною ізоляцією, огороженням струмопровідних частин або розміщенням їх

на безпечній відстані від робочих місць, використовується захисне заземлення захищати від небезпеки передачі напруги на пристрій, включений у ланцюг електричний опір якого не більше 4 Ом.

Стан робочого інструменту відповідає ГОСТ 12.2.009-80. Безпека праці виробничих процесів забезпечується застосуванням вимог безпеки: виробничого і ремонтно-технічного обладнання (ГОСТ 12.2.003-74 ССБТ, ГОСТ 12.2.009-80 ССБТ, ГОСТ 12.2.062-81 ССБТ, ГОСТ 12.2.012-75 ССБТ), пристроїв (ГОСТ 12.2.012-74), прийомів і режимів робіт, вибором виробничих приміщень відповідно СНП-П-90-81, розміщення обладнання, машин, матеріалів, заготовок, деталей і відходів виробництва, ергономічних вимог до робочих місць (ГОСТ 12.2.032-78, ГОСТ 12.2.033-78), застосуванням огороджувальних захисних (ГОСТ 12.2.062-81).

При виконанні робіт на ділянці застосовується спецодяг (ГОСТ 12.4.029-76), взуття (ГОСТ 12.4.015-76) і спеціальні окуляри (ГОСТ 12.4.035-78).

Рівень проведення транспортних робіт на ділянці відповідає вимогам ГОСТ 12.3.006-75 «Роботи при транспортуванні вантажів».

Обсяг транспортних робіт на об'єкті відповідає вимогам ГОСТ 12.3.006-75 «Роботи з перевезення вантажів».

Обладнання ділянки відповідає прийнятому технологічному порядку і забезпечує мінімальне перетинання транспортних потоків вантажів. Ширина проїзду на ділянці відповідає вимогам СНП-П-90-81 і становить 3 м з чітко позначеними межами.

Підійомно-транспортне обладнання, вантажні канати і канати регулярно проходять технічне обслуговування, ремонт і перевірку згідно з вимогами ГОСТ 12.3.009-75, а розміри і маса вантажів, що перевозяться, відповідають вантажопідйомності вантажопідійомних засобів.

Устаткування станції обладнане спеціальними пристроями для кріплення вузлів і деталей згідно з ГОСТ 12.2.003-91.

Пристрої для розбирання вузлів з деталями, що володіють пружними властивостями і можливістю раптових відривів і відхилень, мають систему блокування і захисні екрани з органічного скла по ГОСТ 12.2.017-93.

Роботи з пневматичним обладнанням та інструментом проводяться згідно з ГОСТ 12.3.001-76 із застосуванням засобів індивідуального захисту згідно з ГОСТ 12.1.009-76.

Технологічний процес виконання робіт на об'єкті здійснюється з дотриманням належних виробничо-гігієнічних умов згідно ГОСТ 12.2.003-84 ССБТ. Для усунення вище перелічених потенційних небезпек і шкоди (або зменшення їх до допустимих значень) пропонуються наступні заходи.

1) Для запобігання контакту робочого з рухомими частинами устаткування, його конструкцією передбачено відповідно до ГОСТ 12.2.003-91 ССТБ застосування захисних пристроїв, відповідних вимогам ГОСТ 12.2.062-81 ССТБ. Це, зокрема, захисні кожуха, закриваючі рухомі частини устаткування. Їх застосування обмежується необхідністю доступу до деяких рухомих органів для здійснення управління процесом обробки. На верстатах з ЧПУ захисними кожухами закривається вся зона обробки. Ці кожухи оснащені автоматичними пристроями, блокуючими роботу устаткування при зсуві кожуха з робочого положення. Відповідно до ГОСТ 12.2.003-91 ССТБ все устаткування оснащено пристроями, що оберігають його вузли від мимовільного руху.

Для забезпечення безпечного руху підлогового транспорту транспортні шляхи влаштовуються відповідно до СНиП П-Д5-72 „Автомобільні шляхи. Норми проектування” і повинні відповідати вимогам ГОСТ 12.3.002-75 ССТБ.

2) Для запобігання розкріплення заготовки, встановленої в пристосуванні, в результаті припинення підведення енергії до силоутворюючих пристроїв пристосовань, приводи пристосовань повинні володіти властивістю самогальмування ГОСТ 12.2.101-84 ССТБ. Для гідравлічних приводів це досягається застосуванням запобіжних клапанів, що замикають рідину в робочій порожнині гідроциліндра.

3) Відповідно до ГОСТ 12.2.003-91 ССТБ в конструкції верстатного устаткування передбачені запобіжні пристрої від перевантаження, здатного викликати пошкодження деталей верстага і травмування тих, що працюють.

4) Для запобігання замиканню через тіло людини електричного ланцюга з підвищеним значенням напруги відповідно до ГОСТ 12.1.019-79 ССТБ передбачаються наступні заходи: підключення виробничого устаткування до заземлюючого пристосування; наявність подвійної або посиленої ізоляції з пробивною напругою не менше 4000 В; на кожному робочому місці біля верстага мають бути дерев'яні трапи на всю довжину робочої зони, а по ширині не менше

0,6 м від виступаючих частин верстага. ГОСТ 12.2.009-80 ССТБ. Передбачається також застосування засобів індивідуального захисту ГОСТ 12.1.019-79 ССТБ.

5) Відповідно до вимог ГОСТ 12.1.019-79 ССТБ для зняття статичної електрики пилоприймачі і повітревводи вентиляційних установок приєднуються до заземлюючого пристрою. Передбачається також застосування засобів індивідуального захисту ГОСТ 12.1.019-79 ССТБ.

6) Для забезпечення освітленості робочих місць відповідно до санітарних норм встановленими в СНІП II-4-79 передбачається використання як природного світла (освітлення по комбінованій схемі), так і штучного світла (як загальне так і місцеве). Для місцевого освітлення застосовуються світильники, встановлені безпосередньо на робочих місцях.

7) Відповідно до вимог ГОСТ 12.2.003-91 ССТБ поверхні верстатів, захисних пристроїв, органів управління, верстатних пристосувань і приладдя не мають гострих кромки і задирок, здатних травмувати що працює. Для обмеження зони розповсюдження стружки по виробничій ділянці використовуються захисні екрани, як стаціонарно встановлені на устаткуванні, так і окремо. На верстагах з ЧПУ зона обробки закривається захисними кожухами. Прибирання стружки необхідно проводити механізованими методами ГОСТ 12.2.009-80 ССТБ.

8) Для запобігання контакту робочого з поверхнями що мають підвищену температуру (в основному поверхні устаткування, інструменту, стружки і оброблюваних поверхонь) використовуються захисні кожухи, індивідуальні

засоби захисту (рукавиці) ГОСТ 12.2.003-91 ССТБ. Для зниження температури в зоні різання використовується СОЖ.

9) Для підтримки усередині виробничого приміщення постійної температури і вологості, відповідних вимогам ГОСТ 12.1.005-88 ССТБ, передбачаються системи загальнообмінної природної і штучної вентиляції, опалювання і кондиціонування повітря. Для запобігання надходженню у виробниче приміщення в холодний період року великих мас холодного повітря через ворота, що відкриваються, останні обладналися тепловими завісами.

10) Для зменшення вібрації використовується віброізоляція устаткування ГОСТ 12.1.02-90 ССТБ. У конструкції виробничого устаткування передбачено виконання всіх вимог по вібраційній безпеці, викладених в ГОСТ 12.1.02-90 ССТБ. При експлуатації устаткування в результаті зносу відбувається погіршення його вібраційних характеристик. Для підтримки устаткування відповідно до його технічних характеристик передбачається система планово-запобіжних ремонтів ГОСТ 12.1.02-90 ССТБ.

11) Для зменшення рівня шуму на робочому місці на робочому місці рекомендується застосовувати звуковідбивні екрани, шумопоглинаючі матеріали для покриття внутрішніх поверхонь виробничих будівель, правильно підбирати режими різання, уникати переривистого різання (по можливості). Для підтримки устаткування відповідно до його технічних характеристик передбачається система планово-запобіжних ремонтів.

12) Для зменшення концентрації шкідливих речовин і пилу в повітрі робочої зони нижче за гранично-допустимі значення вказаних в ГОСТ 12.1.02-90 ССТБ використовуються системи загальнообмінної вентиляції і очищення повітря.

Параметри вібрації при роботі на дільниці повинні відповідати ГОСТ 12.1.012-90. Максимальний рівень звукового тиску на робочому місці повинен відповідати вимогам ГОСТ 12.1.003-83.

Концентрація забруднюючих речовин у повітрі робочої зони має відповідати ДНАОП 0.03-В.15-86 і ГОСТ 12.1.005-88 ССТБ і контролюється припливним і витяжним повітрям, обов'язковою герметизацією мийних ванн і

місцевої витяжної вентиляції і ДНАОП 0.03-3.15-86.

На робочих місцях де є підвищений рівень викидів забруднюючих речовин має використовуватися місцева відсмоктуюча вентиляція з об'ємом витяжного повітря 1700...2500 м³/год.

Припливно-витяжна вентиляція станції здійснюється згідно з ГОСТ 12.4.021-75 і у зв'язку з підвищеною небезпечкою наявності в повітрі шкідливих речовин включається за 15 хвилин до початку зміни і включається через 15 хвилин після закінчення.

Температура у приміщенні в теплий період року знаходиться в межах 22...28 °С, в холодний період року 17...22 °С за ГОСТ 12.1.005-88 та забезпечується центральним опаленням, в теплий період року 23...25 °С і забезпечується припливно-витяжною вентиляцією.

Відносна вологість повітря повинна підтримуватися в приміщенні у межах 40...75%.

Швидкість руху повітря в приміщеннях повинна не перевищувати 0,2...0,3 м/с для теплої періоду року та 0,1...0,2 м/с для холодного періоду року що забезпечується насиченням повітрям завдяки припливно-витяжною примусовій вентиляції.

Використовуються основні колективні та індивідуальні засоби боротьби з підвищеним рівнем шуму, рівень якого згідно з ГОСТ 12.1.003-83 знаходиться в межах ≤80...95 децибел.

Освітленість робочих місць на ділянці і класифікація робіт відносяться до п'ятого класу - роботи з низькою точністю. Середній рівень освітленості робочих місць становить 3%, що відповідає вимогам СНИП П-4-79.

На складальних дільницях робочі місця освітлюються штучним освітленням, освітленість 300 лк.

Робочі місця обладнують спецодягом згідно з ГОСТ 12.4.103-83 та засобами індивідуального захисту згідно з ГОСТ 12.4.034-85.

Аналіз виробничої діяльності технологічної ділянки дозволяє зробити висновок про те, що рівень проведення робіт відповідає ДНАОП 0.03-3.01-71 та ДНАОП 0.03-1.03-85.

4.3. Заходи та засоби з протипожежної безпеки

Рівень протипожежної безпеки дільниці з ремонту газорозподільчих механізмів відповідає ДНАОП 0.01-1.33-75. На дільниці, що проектується, пожежі у більшості випадків можуть виникати через несправності електричної частини обладнання і мережі, від розрядів статичної електрики, необережного поводження з електрообладнанням і попадання блискавок під час грозовиць, недотримання правил техніки безпеки при веденні розбірно-мийних та механічних робіт.

На дільниці проводяться організовані засоби по пожежній безпеці у відповідності з ГОСТ 12.4.007-91 та ДНАОП 0.01-1.34-79. Для захисту цеху від блискавок застосовується блискавковідвід за РДЗУ-21.122-87, який складається з трьох елементів: блискавкоприймача, струмопроводу, заземлювачів.

Для попередження несправностей електропроводки мережі та обладнання на ділянці діє графік профілактичних оглядів, технічного обслуговування та ремонту електроустаткування. У майстерні є сповіщувачі, за допомогою яких можна повідомити про пожежу.

На підприємстві діє добровільна пожежна частина, діє ГОСТ 12.4.009-85.

Станція оснащена основними видами засобів пожежогасіння згідно з ГОСТ 12.4.009-83, пожежним щитом з інвентарем (відро, лопата, сокира) згідно з ДНАОП 0.01-1.33-75 та вогнегасниками та пожежними кранами витримується згідно з ГОСТ 12.4.009-83.

Пожежна водопровідна мережа забезпечує необхідну кількість води і тиск для своєчасного гасіння пожежі по ГОСТ 12.1.007-91.

4.4. Захист навколишнього середовища

Спеціалізовані ремонтні підприємства, або інші підприємства, які мають в своїй структурі виробничі ремонтні підрозділи та розміщені поблизу або в умовах населених пунктів є одними з основних джерел забруднень, так як при виконанні технологічних процесів ремонту агрегатів та вузлів виникає забруднення навколишнього середовища.

При ремонті вузлів і відновленні деталей за різними технологіями навколишнє середовище забруднюється технологічними та промисловими викидами під час мийних операцій (пари мийних розчинів), зварювальних і прикладних робіт, а також при роботі з абразивним інструментом (пил і абразивні частки). Водні басейни також забруднюються промисловими стічними водами, в даному випадку брудом від процесів демонтажу, миття та складання (забруднення маслом і жиром, мийними розчинами тощо).

Для захисту повітряного простору від шкідливих промислових викидів цех і приміщення підприємства обладнані припливно-витяжними пристроями згідно з ГОСТ 12.4.025-76, в систему яких входять пристрої очищення вентиляції від промислових викидів (сухі циклони з тканиною) фільтри, для гарячих викидів - з фільтрами зі склотканини, які витримують температуру до 300°C).

Для збереження недоторканого запасу води для господарських потреб на випадок аварії водопроводу – водонапірна вежа БР-15 ємністю 15 м³.

Для внутрішнього пожежогасіння в цеху встановлено чотири пожежних крана. Всі дільниці обладнані протипожежними щитами, укомплектовані відповідно ГОСТ.

Для пожежогасіння всередині цеху встановлено чотири гідранти. Усі ділянки обладнані та укомплектовані протипожежними щитами згідно з ДСТУ.

Розділ 5. Економічне обґрунтування

НУБІП України

5.1. Розрахунок фонду заробітної плати працівників дільниці

Фонд заробітної плати працівників дільниці по ТО і ремонту ходових частин мікроавтобусів визначаємо за формулою:

$$F_{\text{зп}} = l_{\text{год}} \cdot R_{\text{сн}} \cdot \left(\sum_{i=1}^z R_{\text{сн}i} \right) \cdot \Phi_{\text{др}} \cdot \left(1 + \frac{\alpha}{100} + \frac{\beta}{100} \right) \quad (5.1)$$

де $l_{\text{год}}$ - середньогодинна тарифна ставка працівників:

$$l_{\text{год}} = \frac{\sum_{i=1}^z R_{\text{сн}i}}{R_{\text{сн}}} \quad (5.2)$$

де z - номенклатура професій працівників;

$l_{\text{год}}$ - годинна тарифна ставка працівників відповідного розряду, грн.;

$R_{\text{сн}i}$ - кількість працівників i -го розряду;

$R_{\text{сн}}$ - кількість основних працівників дільниці, $R_{\text{сн}} = 3$ чоловіки;

$\Phi_{\text{др}}$ - дійсний річний фонд часу одного працівника, год. $\Phi_{\text{др}} = 1555$ год.;

α, β - відсотки додаткової заробітної плати за відпрацьований і невідпрацьований час відповідно, %. Приймаємо $\alpha = 20\%$ та $\beta = 13\%$.

Згідно попередніх розрахунків на посту працюють 2 основних виробничих робітника та 1 допоміжний. Згідно даних робіт на дільниці пов'язані із виконанням робіт 2-го та 4-го розрядів.

При визначенні тарифних ставок працівників посту користуємося нормативними документами. Так згідно літературних даних, розміри мінімальних тарифних ставок для оплати праці працівників майстерень і цехів з ТО і ремонту автомобілів, сільськогосподарської техніки, устаткування і інструментів складають з розрахунку балансу робочого часу 169,67 робочої години на місяць (40 годин на місяць).

• працівників зайнятих на ремонтних роботах при нормальних умовах праці та оплаті за вищим розрядом виконуваних робіт (4-им) – 8,64 грн./год.;

• працівників зайнятих на допоміжних роботах за 2-им розрядом виконуваних робіт при нормальних умовах праці – 7,52 грн/год.

Приймаємо:

- для працівників зайнятих на ремонтних роботах при нормальних умовах праці та оплаті за четвертим розрядом виконуваних робіт:

$$L_{год} = 8,64 \text{ грн.}$$

- для працівників зайнятих на сервісних роботах за 2-им розрядом виконуваних робіт при нормальних умовах праці:

$$L_{год} = 7,52 \text{ грн.}$$

Тоді середньо-годинна тарифна ставка працівників дільниці складе (при загальній кількості основних працівників дільниці – 3 чоловіки:

$$L_{год} = 8,2 \text{ грн.}$$

Фонд оплати праці при цьому становитиме:

$$\Phi = 2716 \text{ грн.}$$

Річні відрахування в фонд соціального страхування робітників розраховуємо за формулою:

$$V_{\text{тор}} = K \cdot \Phi \quad (5.3)$$

де K - загальний відсоток відрахування, який визначаємо за залежністю:

$$K = K_{\text{пенфонд}} + K_{\text{тимчас}} \quad (5.4)$$

де $K_{\text{пенфонд}}$ - відрахування у пенсійний фонд, приймаємо $K_{\text{пенфонд}} = 3,3\%$;

$K_{\text{тимчас}}$ - відрахування у фонд соціального страхування з тимчасової втрати працездатності, приймаємо $K_{\text{тимчас}} = 1,5\%$;

$K_{\text{безр.}}$ - відрахування у фонд соціального страхування на випадок безробіття, приймаємо $K_{\text{безр.}} = 13\%$;
 $K_{\text{профзахв}}$ - відрахування у фонд соціального страхування від нещасних

випадків на виробництві і професійних захворювань, приймаємо для 12-го класу професійного ризику (робітники які працюють в сфері експлуатації, обслуговування та ремонту автомобілів) $K_{\text{профзахв}} = 82\%$.

Отже, загальний відсоток відрахування у фонд соціального страхування становитиме:

$K = 382\%$
 Загальні відрахування у фонд соціального страхування на 2011 рік складатимуть:

$$B_{\text{доп}} = 100\text{€ грн.}$$

Накладні витрати беруться у відсотковому відношенні від фонду оплати праці в розмірі 150%, тобто:

$$P_{\text{нак}} = \frac{150}{100} \cdot F, \quad (5.5)$$

$P_{\text{нак}} = 4075\text{€}$.

5.2. Розрахунок капітальних вкладень при проектуванні дільниці

Розрахунок капітальних вкладень при проектуванні нової дільниці з відновлення працездатності головок блоків циліндрів проводимо методом прямого розрахунку окремих елементів:

$K_{\text{ус}}$ - капіталовкладення в устаткування;
 $K_{\text{буд}}$ - те ж в будівлі;

K_{co} - те ж в споруди і обладнання,
 $K_{осн}$ - те ж в технологічне оснащення,
 $K_{інв}$ - те ж у інвентар,

$K_{пр}$ - капіталовкладення в проектування дільниці.

Розраховуємо капіталовкладення в устаткування за формулою:

$$K_{ут} = K_{осн} + K_{пр} + K_{ко} + K_{інв} + K_{еу} + K_{упт} + K_{км} \quad (5.7)$$

де $K_{ут}$ - капіталовкладення в технологічне устаткування;

$K_{еу}$ - капіталовкладення в енергетичне устаткування;
 $K_{упт}$ - капіталовкладення в підйомно-транспортне устаткування,

$K_{км}$ - те ж у засоби комплексної механізації.

Розраховуємо капіталовкладення в технологічне устаткування за формулою:

$$K_{осн} = \frac{C_{опт}}{Z} \cdot \alpha_{пз} \cdot \alpha_{б} \cdot \alpha_{м} \quad (5.8)$$

де $C_{опт}$ - оптова ціна устаткування;

Z - число типорозмірів устаткування;

$\alpha_{пз}$ - коефіцієнт транспортно-заготівельних витрат, пов'язаних із придбанням устаткування;

$\alpha_{б}$ - коефіцієнт, що враховує витрати на будівельні роботи, в тому числі будівництво фундаментів під устаткування;

$\alpha_{м}$ - коефіцієнт, що враховує витрати на монтаж та освоєння устаткування.

Капіталовкладення в енергетичне устаткування (трансформатори тощо) приймаємо у кількості 20% від вартості технологічного устаткування:

$$K_{еу} = 0,2 \cdot K_{осн} \quad (5.9)$$

Капіталовкладення в підйомно-транспортне устаткування враховано в технологічному обладнанні.

Капітальні вкладення в засоби комплексної механізації і автоматизації приймаємо у співвідношенні 25% вартості технологічного устаткування:

$$K_{\text{авт}} = 0,25 K_{\text{тех}} \text{ грн.}$$

Отже загальні капіталовкладення в устаткування складуть:

$$K_{\text{ус}} = 140 \text{ грн.}$$

Капіталовкладення в будівлю дільниці двигунів автомобілів відсутні, так як підприємство має необхідні технологічні площі для розміщення дільниці.

Отже:

$$K_{\text{буд}} = 0 \text{ грн.}$$

Відповідно й капітальні вкладення у споруди та обладнання дільниць (внутрішньо-дільничні повітропроводи, паропроводи та інші пристрої тощо), які приймаються у співвідношенні 15% від вартості будівлі також відсутні:

$$K_{\text{тех}} = 150 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення у технологічне оснащення приймаємо у співвідношенні 8% від вартості технологічного устаткування:

$$K_{\text{осн}} = 12 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення у виробничий та господарський інвентар (стелажі, засіки, тумбочки, предмети протипожежного захисту) приймаємо у кількості 1,5% від вартості технологічного устаткування:

$$K_{\text{інв}} = 2,25 \text{ грн.}$$

Капітальні вкладення в проектування дільниці визначаємо за формулою.

$$K_{\text{пр}} = \sum_{i=1}^n M_i K_i$$

де n - кількість різних професій фахівців;

M_i - кількість місяців роботи над проектом;

K_i - кількість задіяних конструкторів, технологів тощо;
 O_i - посадовий оклад фахівця за місяць, грн.;
 K_δ - коефіцієнт, який враховує додаткові витрати проектного відділу.

Над проектом дільниці по ТО й ремонту ходових частин автомобілів працюють тільки технологи, посадовий оклад яких приймаємо рівним – 2400 грн. на місяць.

Капітальні вкладення в проектування технологічного процесу дільниці визначаємо при терміні проектування - 1 тиждень:

$$K_{np} = 660 \text{ грн.}$$

Отже капітальні вкладення при проектуванні дільниці ремонту двигунів автомобілів складуть:

$$K = 1530 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування, що припадають на долю технологічного обладнання дільниці складуть:

$$A_{\text{обл}} = \frac{K \cdot H_{\text{обл}}}{100} \quad (5.13)$$

де $K_{\text{уст}}$ – капітальні вкладення в обладнання, грн.;

$H_{\text{обл}}$ – норма амортизаційних відрахувань з обладнання, %; $H_{\text{обл}} = 1\%$

$$A_{\text{обл}} = 210 \text{ грн.}$$

Амортизаційні відрахування, що припадають на долю будівлі дільниці по ТО й ремонту ходових частин складуть:

$$A_{\text{пл}} = \frac{K_{\text{буд}} \cdot H_{\text{буд}}}{100} \quad (5.14)$$

де $K_{\text{буд}}$ – капітальні вкладення в будівлю, грн.;

$H_{AB.dil}$ - норма амортизаційних відрахувань з будівлі дільниці, %;
 $H_{AB.dil} = 5\%$
 Витрати електроенергії визначаємо за результатами розрахунку загальної потужності енергоспоживачів, які розташовані на дільниці.

Річну потребу в електроенергії визначаємо за формулою:

$$W_{\text{е}} = N_{\text{бол}} \cdot \eta_s \cdot \Phi_{\text{обл}} \cdot k_{\text{сп}} \cdot k_{\text{сн}} \quad (5.15)$$

де $N_{\text{бол}} = 3,9 \text{ кВт}$ - сумарна потужність двигунів технологічного обладнання прийнята з таблиці 3.1;

$\Phi_{\text{обл}} = 900 \text{ год}$ - дійсний річний фонд часу обладнання;

$k_{\text{сп}} = 0,2$ - коефіцієнт попиту для обладнання;

$\eta_s = 0,1$ - коефіцієнт завантаження обладнання за часом.

Результати розрахунків зводимо в таблицю 5.1

Таблиця 5.1. Кошторис витрат на утримання дільниці протягом 2018 року

Статті витрат	Витрати, грн.
Річний фонд заробітної плати	27167,1
Відрахування від заробітної плати	10002,9
Капітальні вкладення в дільницю	153918,0
Амортизація обладнання	21039,5
Амортизація будівлі	0,0
Витрати на електроенергію	1853,5
Накладні (робочі) витрати	40750,7
РАЗОМ	254731,7 грн.

В якості середньої витрати освітлювальної енергії приймають 15 Вт на один квадратний метр полу. При площі полу 144 м² річна витрата електроенергії на освітлення дільниці складає:

$$W_{\text{св}} = 61,80 \text{ ГВт}$$

Сумарна річна потреба в електроенергії складе:

(5.16)

Визначасмо заграти на споживання електроенергії:

(5.17)

де $C_e = 0,2436 \text{ грн/кВт}$ – вартість 1 кВт/год електроенергії для підприємства.

Тоді собівартість однієї нормованої людино-години буде дорівнювати:

$$\frac{2547}{4838} = 0,527$$

Це величина собівартості проведення однієї люд-год. ремонтних робіт на дільниці за умови, що капітальні вкладення в дільницю відбуваються протягом одного року. Проведення поетапного вкладення капіталів на протязі декількох років дасть змогу знизити величину собівартості робіт з ТО і ремонту на дільниці.

5.3 Розрахунок річного економічного ефекту

Річний економічний ефект від впровадження технологічних розробок є не що інше, як сумарна економія усіх виробничих ресурсів (живої праці, матеріалів, тощо). Розроблена технологія дозволяє повністю виключити можливість встановлення технічно двигунів із відновленими газорозподільчими механізмами на автомобілі. Це дасть змогу зменшити відсоток проведення повторних розбирально-складальних операцій по їх заміні. Як показують статистичні дані, при проведенні ТО й НР двигунів автомобілів необхідність повторної заміни вузлів та проведення розбирально-складальних операцій виникає у 23,7% випадках.

$$E_{\text{сум}} = N_{\text{сум}} \cdot K \cdot T_{\text{сум}} \quad (5.18)$$
 де $K=0,23$ - коефіцієнт повторних дій,
 $T_{\text{сум}}$ - усереднена величина трудомісткості виконання операцій демонтування, випробування, заміни головок блоків циліндрів;

$N_{\text{сум}} = 200$ - прийнята річна програма обслуговування автомобілів на дільниці (автомобілів підприємства та клієнтів).

Отже, можлива економія людських ресурсів протягом року тільки за рахунок застосування у виробничому процесі дільниці технології ремонту складе:

$$E_{\text{сум}} = 12800 \text{ грн}$$
 При прийнятій середньогодинній тарифній ставці працівників дільниці при проведенні ремонту двигунів автомобілів на дільниці $L_{\text{год}} = 82 \text{ праг}$ величина річного економічного ефекту без врахування відрахувань від заробітної плати працівників складе:

$$E_{\text{сум}} = 12800 \text{ грн} \quad (5.19)$$

З іншого боку стенд дозволяє встановити працездатний ГБЦ двигунів, які до цього виоракувалися і замінювалися новими за показниками технічного стану. Отже, річний економічний ефект від застосування стенду та забезпеченні встановлення працездатного стану ГБЦ двигунів становитиме:

$$E_{\text{сум}} = 12800 \text{ грн}$$
 Економічний ефект від використання запропонованого стенду при одержаній величині річного економічного ефекту буде становити:

$$E_{\text{сум}} = 13000 \text{ грн} \quad (5.20)$$
 де $E_{\text{н}} = 0,15$ - нормативний коефіцієнт ефективності капіталовкладень

Визначення строку окупності запропонованої, технології проводимо за формулою:

$$T_{ок} = \frac{C'_0}{E_p}, \quad (5.21)$$

$$T_{ок} = 179 \text{ ро.}$$

Збільшення кількості автомобілів, що обслуговуються на ділянці за розробленою технологією, призведе до збільшення економічної вигоди від їх використання та скорочення терміну окупності.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

Висновки

1. Проведено аналіз літературних джерел та визначено основні конструктивно-технологічні параметри елементів деталей газорозподільного механізму дизельних двигунів та умови забезпечення їх працездатності.

2. Визначено параметри видів пошкоджень і дефектів деталей газорозподільного механізму дизельних двигунів..

3. Проведено розрахунок характеристик ймовірної появи дефектів і розраховано коефіцієнти відновлення, вибракування та придатності для трьох видів деталей газорозподільного механізму дизельних двигунів корпусів, валів та клапанів.

4. Проведено аналіз існуючих технологій відновлення працездатності деталей газорозподільного механізму дизельних двигунів, їх недоліки і переваги.

5. Розроблено технологічні рекомендації відновлення деталей газорозподільного механізму дизельних двигунів.

6. Виконано аналіз виробничих небезпек та розроблено заходи із забезпечення безпечної роботи на дільниці з відновлення деталей газорозподільного механізму дизельних двигунів.

7. Визначено показники з техніко-економічної ефективності. Річний економічний ефект складає 130078 грн., при строку окупності близько 1,79 року.

НУБІП України

НУБІП України

Список використаних джерел

1. Абдулін, І. А. Композиційні покриття з полімерною матрицею / І. А. Абдулін, Г. Г. Богатєєв, А. Б. Касімов, //: КДТУ - 2004, - С. 18.
2. Антропов, Л. І. Композиційні електрохімічні покриття / Л. І. Антропов, Ю. Н. Лебединський. - Київ: Техніка, 1989. - 200 с.
3. Білоконь Я.Ю. Трактори і автомобілі: підручник / Я.Ю. Білоконь, А.І. Окоча. - К.: Урожай, 2002. - 324 с.
4. Випробування і сертифікація техніки АПК: навч. посіб. / К.І. Шмат, Є.І. Бондарєв, О.В. Мигальов та ін. - Херсон: ОЛДІ-плюс, 2004. - 268 с.
5. Василенко М.О. Вплив режимів нанесення зміцнювального покриття на параметри точкового зміцнення робочих органів ґрунтообробних машин / М.О. Василенко, Д.О. Буслаєв // Вісник аграрної науки. - 2015. - № 7. - С. 44-48.
6. Головчук А.Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: підручник: у 3 кн. Кн.1: Трактори / А.Ф. Головчук, В.Ф. Орлов, О.П. Строков; за ред. А.Ф. Головчука. - К.: Грамота, 2003. - 336 с.
7. Головчук А.Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: підручник: у 3 кн. Кн.2: Комбайни зернозбиральні / А.Ф. Головчук, В.І. Марченко, В.Ф. Орлов; за ред. А.Ф. Головчука. - К.: Грамота, 2004. - 320 с.
8. Головчук А.Ф. Експлуатація та ремонт сільськогосподарської техніки: підручник: у 3 кн. Кн.3: Машини сільськогосподарські / А.Ф. Головчук, В.І. Марченко, В.Ф. Орлов; за ред. А.Ф. Головчука. - К.: Грамота, 2005. - 576 с.
9. Гур'янов, Г. В. Електроосадження зносостійких композицій / Г. В. Гур'янов. - Кишинів: Птіція, 1985. - 238 с.
10. Грушецький С.М. Проблеми технічного сервісу та забезпечення надійності техніки для АПК / С.М. Грушецький, В.В. Дідур. - Режим доступу: http://irbis-nbuv.gov.ua/cgi-bin/irbis_nbuv/cgiirbis_64.exe?C21COM=2&I21DBN=UJRN&P21DBN=UJRN&IMAGE_FILE_DOWNLOAD=1&Image_file_name=PDF/vuvmao_2015_3_26.pdf
11. Дизельне паливо для сучасних двигунів: вимоги до якості // Пропозиція. - 2015. - № 4. - С. 138-140.
12. Денисенко П., Питулько В. Ринок відновленої техніки та оцінка її вартості // Техніка АПК, 2000.- № 2.- С. 4-5.
13. Козаченко О.В. Проблеми та перспективи розвитку технічного сервісу машин АПК / О.В. Козаченко // Вісник Харківського національного технічного університету сільськогосподарства імені Петра Василенка. - 2014. - Вип. 145. - С. 3-7. - Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vkhdusg_2014_145_3
14. Кальбус, Г. Л. Основи експлуатації навісних систем тракторів/Г. Л.

Кальбус, Україн. акад. с.-г. наук – Київ, 1984.

15. Костецький, В. Я. Тертя, мастило та знос у машинах / В. Я. Костецький. – Київ: Техніка, 1983. – 215 с.

16. Кравчук, В. С. Опір деформуванню та руйнуванню по верхнесно-зміцнених деталей машин та елементів конструкцій / В.С. Кравчук, О. О. Юсеф, О. В. Кравчук. – Одеса: Астропринт, 2000. – 160 с.

17. Лісовський Г. Організація техніко-технологічного забезпечення виробників сільськогосподарської продукції // Техніка АПК – 2000, №4. – С. 8-10.

18. Молчанов, В. Ф. Отримання комбінованих покриттів при хромуванні / В. Ф. Молчанов. – Київ: Машинобудування, 1964. – 89 с.

19. Носов Ю.М. Проектування технологічних процесів у тваринництві та птахівництві: навч. посіб. / Ю.М. Носов. – Львів: Новий Світ-2000, 2014. – 500

20. Ніколенко І.В., Сукач М.К., Оборський Г.О. и др. Стандартизація продукції та технологічних процесів: навч. посібник. – Сімферополь-Київ-Одеса: НАПКБ, КНУБА, ОНПУ, 2010. – 288 с.

21. Ніколенко І.В., Фірсов Г.Ф. Курсове проектування по надійності та ремонту сільськогосподарської техніки: навч. посібник, – Одеса: ОДАУ, 2003, – 168 с.

22. Ніколенко І.В., Фірсов Г.Ф. Організація та проектування підприємств технічного сервісу: навч. посібник. – Одеса: ОДАУ, 2003, 125 с.

23. Павлова О.В. Показники якості сервісу як складова визначення рівня конкурентоспроможності сільськогосподарської техніки / О.В. Павлова. – Режим доступу: http://www.rusnauka.com/10_NPE_2008/Economics/28968.doc.htm

24. Технічний сервіс в АПК: навч. метод. комплекс: навч. посіб. для студентів інженерів спец. на освіт.-кваліф. рівні «Бакалавр» напрямку «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» / С.М. Грушецький, І.М. Бендера, О.В. Козаченко та ін.; за ред. С.М. Грушецького, І.М. Бендери. – Кам'янець-Поділ.: Сисин Я.І., 2014. – 680 с.

25. Сукач М.К., Лудченко О.А. Якість і сертифікація автомобільної продукції: навч. посібник. – К.: Ун-т Україна, 2010, – 204 с.

26. Сукач М.К., Сидоренко В.П., Аржаєв Г.Ф., Литвиненко І.М. Автомобільні експлуатаційні матеріали: навч. посібник для дистанційного навчання. – К.: Ун-т Україна, 2006, – 4.1: Паливно-мастильні матеріали та спеціальні рідини. – 266 с.

27. Технологія технічного обслуговування машин: навч. посібник / І.М. Бендера, С.М. Грушецький, П.І. Роздорожнюк, Я.М. Михайлович – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2009 – 320 с.

28. Хабатов Р.ЛЛ, Топилин Г.Е., Забродский В.М. Техническое обслу-

живание и ремонт машинно-тракторного парка - К.; Урожай, 1987.- 242 с.

Шмат К.І., Диневич Г.Ю. Технічне обслуговування і ремонт сільськогосподарської техніки - К.: Кондор, 2009 - 200 с

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України