

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, транспорту та енергетики
(повне найменування факультету)

Кафедра експлуатації та ремонту машин
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА до кваліфікаційної атестаційної роботи

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Розробка технологічного процесу та оснащення для відновлення розподільчого валу двигуна ЯМЗ-236 на базі ТОВ «Калита-Нова» м. Кропивницький»

Виконав: здобувач першого (бакалаврського) освітнього рівня за ОПП 208 – «Агроінженерія», групи АІ(ТС)-21СК-3

_____ **Дмитро АВКСЕНТЬЄВ**

Керівник:

_____ **Віктор АУЛІН**

Допустити до захисту:

Сергій МАГОПЕЦЬ

Рецензент:

Кропивницький – 2024 рік

Центральноукраїнський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, транспорту та енергетики

Кафедра експлуатації та ремонту машин

Освітній рівень – бакалавр

Галузь знань – 20 – Аграрні науки та продовольство

(шифр і назва)

Спеціальність – 208 – Агроінженерія

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри, доц. **Сергій МАГОПЕЦЬ**

«___» _____ 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ АТЕСТАЦІЙНУ РОБОТУ

Авксентьєву Дмитру Андрійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Розробка технологічного процесу та оснащення для відновлення розподільчого валу двигуна ЯМЗ-236 на базі ТОВ «Калита-Нова» м. Кропивницький»
керівник роботи Аудін Віктор Васильович, доктор технічних наук, професор

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від «___» _____ року № _____

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи «05» червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Матеріали переддипломної практики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

Загальний розділ. Характеристика бази практики. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи.

Технологічний розділ. Характеристика двигуна ЯМЗ-236. Особливості роботи механізму газорозподілення двигуна ЯМЗ-236. Конструктивно-технологічні особливості розподільчих валів. Методи ремонту розподільчих валів двигунів ЯМЗ-236. Аналіз основних зносів розподільчого валу. Вибір раціонального способу відновлення деталей. Розробка технологічного процесу відновлення розподільчого валу двигуна ЯМЗ-236. Вибір технологічного обладнання, різального, вимірювального та контрольного інструменту. Розробка та вибір технологічного процесу відновлення деталі. Розрахунок та вибір режимів роботи і норми часу на кожну операцію.

Організаційний розділ. Особливості виконання робіт на дільниці ремонту двигунів ЯМЗ-236. Розрахунок режимів роботи на дільниці ремонту двигунів ЯМЗ-236. Розрахунок та підбір обладнання для дільниці. Розрахунок площі дільниці ремонту

двигунів. Розрахунок енергетичних витрат на дільниці ремонту двигунів. Охорона праці та техніка безпеки при виконання робіт на дільниці ремонту двигунів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)

1. Ремонт креслення деталі (A1). 2. Аналіз способів відновлення розподільчих валів. (A1). 3. Технологічні карти на відновлення деталі (A1). 4. Планування дільниці ремонту двигунів ЯМЗ-236 (A1).

6. Дата видачі завдання: 08.04.2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальний розділ	05.05	
2	Технологічний розділ	15.05	
3	Організаційний розділ	25.05	
4	Графічний матеріал	05.06	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Дмитро АВКСЕНТЬЄВ

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Віктор АУЛІН

(прізвище та ініціали)

Анотація

Розроблена кваліфікаційна атестаційна робота складається з листів пояснювальної записки та 4 листів графічної частини. Пояснювальна записка вміщує три розділи, в яких розглянуто такі питання.

В загальному розділі роботи представлено основні етапи розвитку ТОВ «Калита-Нова». Обґрунтовано тему кваліфікаційної атестаційної роботи.

У технологічному розділі детально розглянуто технічну характеристику двигуна ЯМЗ-236 та порядок його розбирання. Особливу увагу приділено розгляду питання роботи механізму газорозподілення двигуна ЯМЗ-236. Надано інформацію про конструктивно-технологічні особливості розподільчих валів. Подано аналіз відомих методів ремонту розподільчих валів двигунів. Розглянуто аналіз основних зносів розподільчого валу та їх вплив на технічний стан двигуна. Обґрунтовано вибір раціонального способу відновлення деталі. Запропоновано використання вібродугового наплавлення в якості способу відновлення деталей. Розроблено технологічний процес відновлення розподільчого валу двигуна ЯМЗ-236. Виконано розрахунок та вибір режимів технологічного процесу відновлення та норми часу на виконання технологічних операцій для розробленого технологічного процесу.

В організаційному розділі розглянуто призначення дільниці ремонту двигунів ЯМЗ. Виконані розрахунки показників трудомісткості робіт на дільниці, режимів роботи на підприємстві, кількості робочої сили. Визначено технологічне обладнання, що застосовується для виконання зазначених робіт. Виконано розрахунок площі дільниці ремонту двигунів ЯМЗ. Крім того, проведені розрахунки в освітленні, річній потреби дільниці у електроенергії, пару, палива та води. Розглянуті питання з охорони праці та техніка безпеки при виконання робіт на дільниці.

Вступ.....	
1. Загальний розділ.....	
1.1. Основні етапи розвитку бази практики – ТОВ «Калита-Нова»	
1.2. Обґрунтування теми бакалаврської кваліфікаційної роботи	
2. Технологічний розділ.....	
2.1. Характеристика двигуна ЯМЗ-236 та порядок його розбирання ...	
2.2. Особливості роботи механізму газорозподілення двигуна ЯМЗ-236	
2.3. Конструктивно-технологічні особливості розподільчих валів	
2.4. Відомі методи ремонту розподільчих валів двигунів ЯМЗ-236	
2.5. Аналіз основних зносів розподільчого валу та їх вплив на технічний стан двигуна	
2.6. Технічні умови на відновлення деталі	
2.7. Вибір раціонального способу відновлення деталей	
2.8. Вібродугове наплавлення як спосіб відновлення деталей	
2.9. Розробка технологічного процесу відновлення розподільчого валу двигуна ЯМЗ-236.....	
2.10. Вибір технологічного обладнання, різального, вимірювального та контрольного інструменту	
2.11. Розрахунок та вибір режимів виконання технологічних операцій процесу відновлення розподільчого валу двигуна ЯМЗ-236.....	
2.12. Розрахунок норми часу виконання операції технологічного процесу відновлення розподільчого валу двигуна ЯМЗ-236.....	

3. Організаційний розділ.....	
3.1. Призначення дільниці ремонту двигунів ЯМЗ	
3.2. Режим роботи підприємства і розрахунок річних фондів часу	
3.3. Розрахунок та підбір обладнання	
3.4. Розрахунок площі дільниці ремонту двигунів	
3.5. Розрахунок вентиляції	
3.6. Розрахунок освітлення	
3.6.1. Розрахунок природного освітлення.....	
3.6.2. Розрахунок штучного освітлення.....	
3.7. Розрахунок річної потреби дільниці у електроенергії.....	
3.8. Визначення потреби у парі та паливу.....	
3.9. Визначення витрат на воду.....	
3.10. Розрахунок річних витрат стиснутого повітря.....	
3.11. Охорона праці та техніка безпеки при виконання робіт на дільниці	
 Висновки.....	
Список використаної літератури.....	

Вступ

Першочерговим завданням сільськогосподарського та агропромислового комплексу є підвищення рівня комплексної механізації виконання робіт, застосовності та адаптованості тракторів, комбайнів та іншої сільськогосподарської техніки до сучасних умов роботи в сільському господарстві.

«На сучасному етапі розвитку ремонтної бази вирішують складні та відповідальні задачі по підтриманню машино-тракторного парку в працездатному стані, періодичному відновленню ресурсу машин. Підвищення інтенсивності експлуатації автотракторного парку приводить до того, що він раніше досягає свого граничного стану, при якому неминучі технічні обслуговування, поточний та капітальний ремонт. Відновлення працездатності деталей тракторів, двигунів та інших вузлів шляхом їх капітального ремонту дозволяє підтримувати чисельність автотракторного парку країни на достатньому рівні при обмежених матеріальних ресурсах» [1].

Підвищення довговічності та ремонтнопридатності машин сприяє зниженню затрат часу і засобів на виконання робіт по технічному обслуговуванню та ремонту машино-тракторного парку.

«Практика показує, що надійність і довговічність деталей, що відновлені різними способами, досягає рівня нових, а вартість їх відновлення складає 35-60 % вартості нових» [2].

«Таким чином, організація відновлення деталей, що зношуються – один із головних шляхів зниження грошових затрат, витрати матеріалу на ремонт машин» [3]. Щоб збільшувати об'єми робіт з відновлення деталей необхідно раціонально використовувати існуючі та розроблювати нові високопродуктивні технологічні процеси відновлення з використанням, наприклад, нових та удосконалених технологій відновлення, що підвищують якість ремонту.

На сьогодні, не зважаючи на існуючі складності в Україні, спеціалізовані ремонтні підприємства успішно використовують сучасні методи відновлення деталей, що базуються на останніх досягненнях науки та техніки.

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Основні етапи розвитку бази практики – ТОВ «Калита-Нова»

15 листопада 1993 року у м. Кіровоград (зараз м. Кропивницький) відбулася важлива подія – зареєстровано та почало працювати спеціалізована, на той час науково-виробнича фірма «Калита», діяльність якої була пов'язана з відновлення колінчастих валів методом електродугового напилення.

Вже на початку наступного року підприємству вдалося заключити договір з Державним інноваційним фондом з метою виконання інноваційного проекту: «Технологія відновлення колінчастих валів електродуговим напиленням композиційними покриттями». Цей проект вдалося реалізувати на 6 місяців.

Підприємство постійно вдосконалювалося, що дозволило вже наприкінці 1994 року почати новий напрямок роботи – ремонт блоків циліндрів ДВЗ. В процесі виконання нового напрямку роботи було придбане спеціалізоване обладнання для ремонту блоків циліндрів, розроблено новий технологічний процес відновлення блоків з використанням технології хонінгування. В процесі розробки та реалізації технології відновлення блоків циліндрів були придбані сучасні на той час інструменти (алмазні різці та хонінгувальні бруски).

В наступному, 1995 році, науково-виробнича фірма «Калита» створила:

Відносні виробничі успіхи підприємства дозволило у 1995 році впровадити:

- дільницю з ремонту та відновлення головок блоків циліндрів двигунів;
- технологію відновлення розподільчих валів методом ремонтних розмірів.

У 1997 році підприємство НВФ «Калита» запустило в роботу дільницю для ремонту паливної апаратури, розширивши напрямок діяльності на відновлення деталей машин. Ефективність та продуктивність роботи значно підвищилось за рахунок появи універсального прецензійного координатно-розточного верстату, який дозволив ремонтувати різні корпусні деталі та втулки валів у зборі.

У 1998 році підприємство «Калита» розробила та впровадила нову технологію ремонту блоків циліндрів.

Новим напрямком роботи підприємства стало проведення навчально-виробничої роботи з молоддю. З цією метою було організовано відділ з ремонту карбюраторів ДВЗ із сучасним технологічним обладнанням, яке дозволяє імітувати роботу карбюраторів в умовах близьких до умов реальної роботи двигуна.

Велику увагу на підприємстві придалося проведенню робіт з ремонту автомобілів. З цією метою було створено зварювально-рихтувальна дільниця (1999 р.), дільниця для шиномонтажу та балансування коліс (2000 р.). Для ремонту шин легкових та вантажних автомобілів було придбано спеціальне обладнання. Невдовзі почалося виконання робіт з ремонту ходових частин легкових автомобілів.

На протязі 1999 – 2001 рр. НВФ «Калита» користувалася великим попитом серед власників автомобілів.

Але починаючи з 2003 р. ринок послуг у сфері обслуговування автомобілів у м.Кіровоград значно розширювався. Тому гостро стало питання зміни вектору розвитку підприємства.

Новим етапом розвитку стало реорганізація підприємства, поява нових власників. Таким чином, зявилося нова форма власності ТОВ та нова назва – «Калита-Нова»

«На сьогодні «підприємство ТОВ «Калита-Нова» відноситься до автосервісних підприємств, що виконують функції, пов'язані з підтриманням автомобілів в справному технічному стані. Основним видом діяльності

організації є технічне обслуговування та ремонт автотранспортних засобів. Проходячи практику на такому підприємстві здобувачі вищої освіти мають можливість побачити окремі технології ТО і ремонту автомобілів, а також закріпити теоретичні знання, отриманні під час навчання. Матеріально-технічна база підприємства дозволяє виконувати ремонт базових деталей автомобілів» (рис.1.1)» [4].



a)



б)



в)

Рис.1.1. Ремонт базових деталей автотракторної техніки на підприємстві ТОВ «Калита-Нова» [4]

1.2. Обґрунтування теми бакалаврської кваліфікаційної роботи

Протягом експлуатації як трактори, так і автомобілі зазнають поступового погіршення робочих характеристик через зношування деталей, а також вплив корозії та матеріальної втоми. Цей процес визначається множиною факторів та їх складним взаємодією. Варто підкреслити, що лише завдяки систематичному технічному обслуговуванню та вчасному ремонту можна уникнути виникнення неполадок та збоїв у роботі машин.

Неможливо створити машину в якому всі деталі зношувалися б рівномірно та мали однаковий термін служби. Потреба в ремонті машин

передусім обумовлена нерівномірністю складових частин – як складальних одиниць, так і окремих деталей. Це відбувається через використання різних матеріалів у виробництві, різний рівень навантаження на різних деталях та інші фактори, що впливають на їх тривалість служби. Тому регулярне технічне обслуговування та поточний ремонт машин шляхом заміни їх окремих деталей та агрегатів або відновленням зношених поверхонь необхідно для забезпечення технічної справності машини протягом їх «життєвого циклу».

Машини під час експлуатації можуть досягти такого стану, коли їх ремонт вже не можливо виконати з технічних або економічних міркувань. Це може статися дуже швидко через неправильне використання, експлуатацію в екстремальних умовах та інші причини. Повернути транспортний засіб в робочий стан можна лише шляхом проведення поточного або капітального ремонту на спеціалізованих сервісних станціях.

Основна мета поточного ремонту полягає в тому, щоб привести техніку в робочий стан, який забезпечить безперебійну роботу машини до наступного запланованого технічного обслуговування.

Капітальний ремонт забезпечує повну функціональність і максимальний термін служби автомобіля або агрегату, шляхом відновлення та заміни необхідних компонентів, включаючи базові. Термін служби після капітального ремонту може бути майже повним. Ефективність капітального ремонту автомобілів полягає у використанні залишкового ресурсу їхніх деталей. Приблизно 70-80% деталей, що підлягають капітальному ремонту, можуть бути використані повторно без необхідності ремонту або після мінімального відновлення.

Приблизно 20-25% усіх деталей досягають кінця свого ресурсу і вимагають заміни. До них слід віднести: підшипники кочення, поршні, поршневі кільця, гумотехнічні вироби та інші.

Також приблизно 25-30% деталей мають знос робочих поверхонь, що перебуває в допустимих межах, що дозволяє їх використовувати без проведення ремонту.

Приблизно 35-40% деталей машин можна використовувати повторно після їх відновлення. Мова іде про такі деталі як: головка циліндрів, блок циліндрів, колінчасті та розподільчі вали, картери коробки передач і заднього моста та інші. Економічна доцільність відновлення таких деталей полягає в тому, що вартість їхнього відновлення не перевищує 10-50% від вартості їх виготовлення.

До таких деталей відноситься розподільчий вал, який є основною деталлю механізму газорозподілу. Головною функцією розподільчого валу є привести в рух штовхачі клапанів, масляний і паливний насоси та розподільник запалювання. Конструкції розподільних валів характерні наявністю кулачків складного профілю, зубчастого вінця, ексцентрика, опорних шийок малого діаметру і відносно великою довжиною валу.

Основними дефектами розподільних валів є: знос опорних шийок і кулачків, також вигин валу. На ремонтних підприємствах, як правило, зношені шийки шліфують до меншого розміру. У разі зносу кулачків, їх шліфують до ремонтного розміру. Також при відновленні зносу кулачків використовують наварювання електродуговим зварюванням, а також хромування, електроіскрове зміцнення та ін.

Вдосконалення технології відновлення розподільчих валів дозволить підвищити технічний ресурс двигуна. Тому, тема кваліфікаційної бакалаврської роботи, яка спрямована на розробку технології відновлення розподільчого валу двигуна ЯМЗ, залишається, безумовно, важливою та актуальною.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Характеристика двигуна ЯМЗ-236 та порядок його розбирання

Двигун ЯМЗ-236 є силовим агрегатом автомобілів МАЗ, УРАЛ та ряду будівельних машин. Двигун чотирьохтактний, має шість циліндрів з робочим об'ємом камери згорання 1858 см³ кожен. Його технічна характеристика показана в табл.2.1, а загальний вигляд – на рис.2.1, 2.2, 2.3.

Таблиця 2.1 – Технічна характеристика двигуна ЯМЗ-236

Параметри	Одиниці вимірювання	Норма
Діаметр циліндрів	мм	130
Хід поршня	мм	140
Робочий об'єм	л	14,87
Ступінь стиску		16,5
Номінальна потужність	к.с	150
Максимальний крутний момент	кг·м	90
Число обертів при максимальному крутному моменті	об/хв	Не більше 1500
Мінімальна питома витрата палива	г/е.л.с.год	175
Спосіб сумішоутворення		Безпосередній вприск
Діаметр головки клапанів: впускного випускного	мм	61,5 48
Розташування клапанів		Верхнє

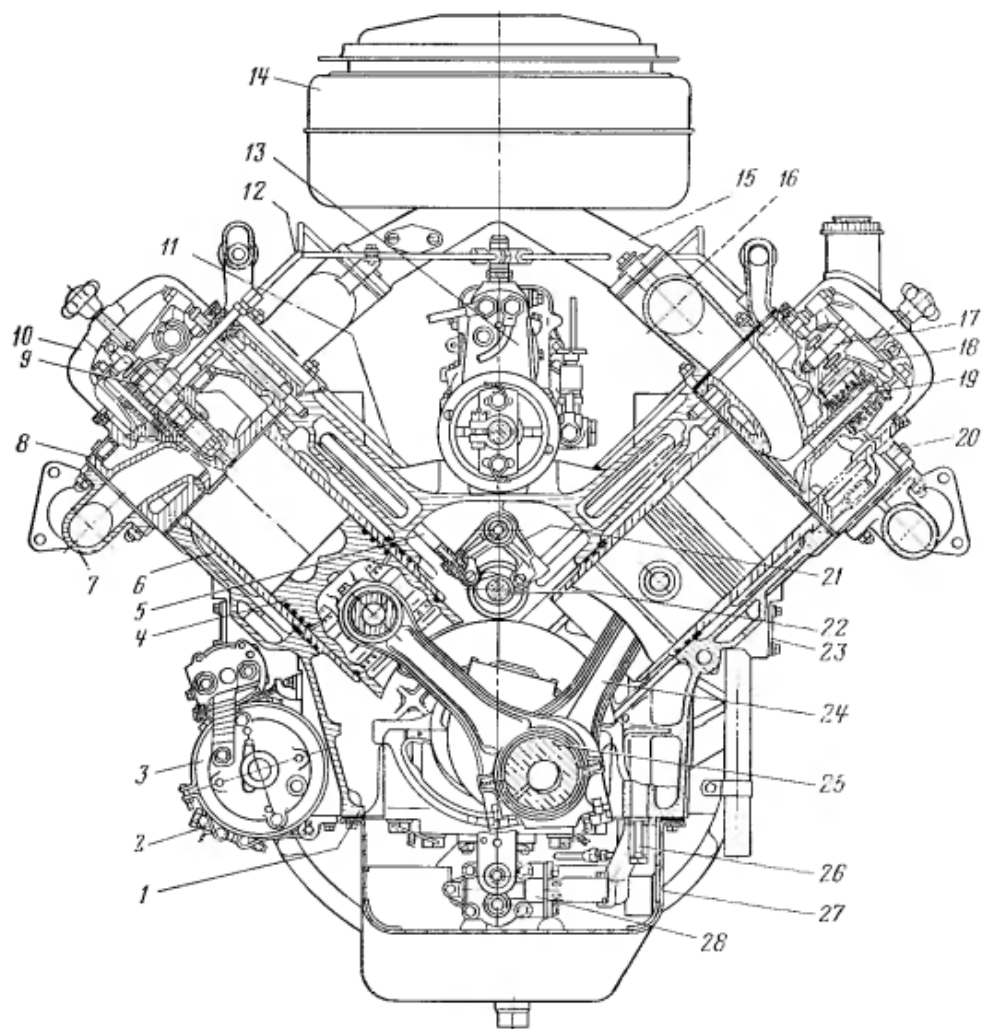


Рис.2.1. Поперечний переріз двигуна ЯМЗ-236: 1 - блок циліндрів; 2 - стягнутий болт кріплення стартера; 3 - стартер; 4 - поршень; 5 - штанга штовхача клапана; 6 - гільза циліндра; 7 - випускний колектор; 8 - головка циліндрів; 9 - форсунка; 10 - кришка головки циліндрів; 11 - паливна трубка, що відводить; 12 - трубка високого тиску; 13 - паливний насос високого тиску; 14 - повітряний фільтр; 15 - з'єднувальний патрубок випускних колекторів; 16 - впускний колектор; 17 - болт кріплення осі коромисла клапана; 18 - коромисло клапана; 19 - впускний клапан; 20 - гайка кріплення головки циліндрів; 21 - штовхач клапана; 22 - розподільний вал; 23 - заглушка блоку циліндрів; 24 - шатун; 25 - колінчастий вал; 26 - диференційний клапан системи змащування; 27 - піддон блоку циліндрів; 28 - масляний насос

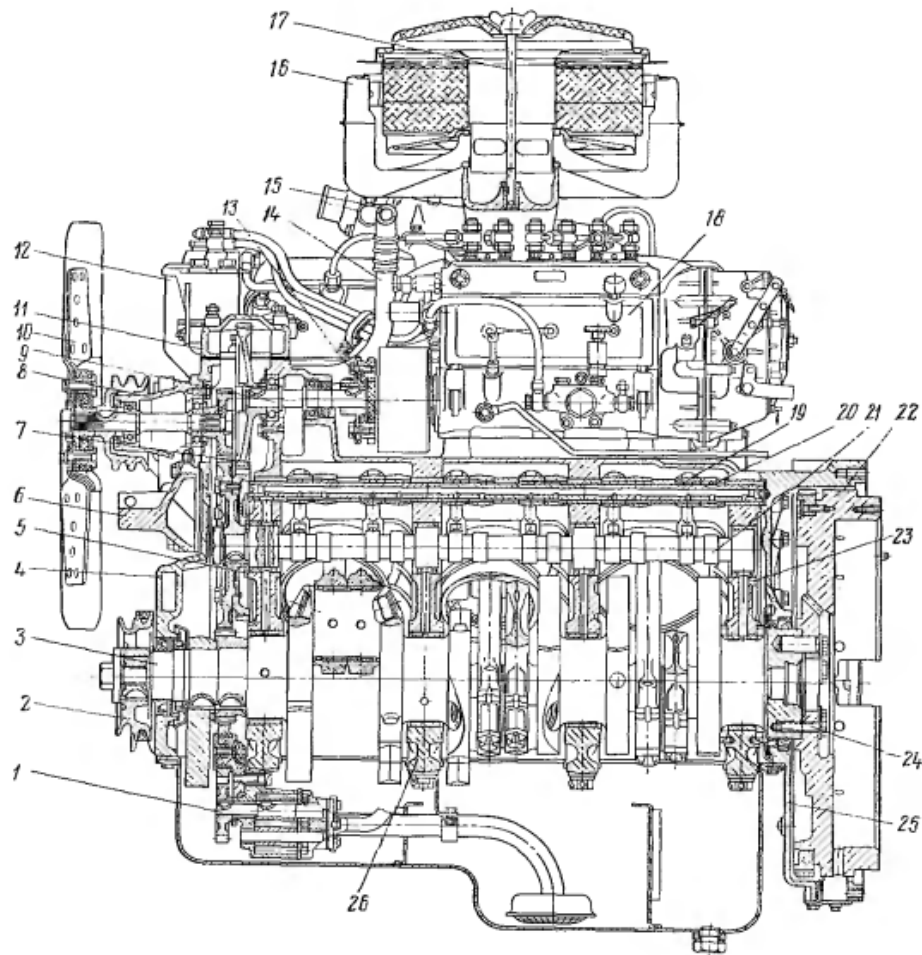


Рис.2.2. Поздовжній переріз двигуна ЯМЗ-236: 1 - масляний насос; 2 - шків колінчастого вала; 3 - колінчастий вал; 4 - кришка шестерень розподілу; 5 - наполегливий фланець розподільного вала; 6 - кронштейн передньої опори двигуни; 7 - шестірня приводу ПНВТ; 8 - корпус приводу вентилятора; 9 - вал приводу ПНВТ; 10 - крильчатка вентилятора; 11 - верхня кришка блока; 12 - фільтр тонкого очищення палива; 13 - напівмуфта приводу ПНВТ; 14 - перепускна трубка водяних термостатів; 15 - сполучна трубка водяних термостатів; 16 - повітряний фільтр; 17 - стрижень кріплення повітряного фільтра; 18 - паливний насос високого тиску; 19 - штовхач клапана; 20 - вісь штовхачів; 21 - розподільний вал; 22 - маховик; 23 - блок циліндрів; 24 - болт кріплення маховика; 25 - картер маховика; 26 - кришка корінного підшипника колінчатого вала



Рис. 2.3. Загальний вигляд двигуна ЯМЗ-236

Нижче розглянемо послідовність розбирання двигуна ЯМЗ-236.

Перед розбиранням двигун тимчасово встановлюють на підставку, оберігаючи піддон від ушкоджень, відвертають болти кріплення картера зчеплення, знімають коробку передач разом з картером зчеплення, підтримуючи її знизу, щоб не пошкодити ведені диски зчеплення або ведучий вал коробки, відвертають болти кріплення кожуха зчеплення до маховика і знімають натискний диск з кожухом у зборі. Відвертати болти треба поступово, послаблюючи один за іншим, оскільки в іншому разі останні болти, що залишилися, можуть бути зірвані силою натискних пружин. Далі необхідно вийняти ведений диск.

Після цього необхідно розшплінтувати і відвернути два стяжні болти 2 (рис. 2.1) кріплення стартера, зняти стартер 3, генератор і компресор пневмогальмів, відвернувши болти, зняти крильчатку 10 (рис. 2.2)

вентилятора, відвернути стрижень 17 і зняти повітряний фільтр 16, зняти чотири бічні заглушки 23 (див. рис. 2.1) по дві з правого і лівого боку.

Далі необхідно встановити двигун на стенд і закріпивши його чотирма фіксаторами, що вводяться в отвори водяних каналів, необхідно вийняти показчик рівня оливи; послабити гвинти стяжних хомутиків, зняти перепускню 14 (див. рис. 2. 2) і з'єднувальну 15 трубки водяних термостатів; зняти з'єднувальний патрубок 15 (див. рис. 2.2) впускних колекторів і скоби кріплення паливних трубок високого тиску; від'єднати трубки 12 і паливну трубку 11, що відводить паливо, попередньо звільнивши її від кляммера.

Знявши кришки 10 головок циліндрів, необхідно від'єднати дренажні трубки форсунок, відвернути гайки кріплення скоб форсунок і зняти форсунки 9; зняти коромисла 18 з осями в зборі, вийняти штанги 5 штовхачів; зняти головки 8 циліндрів та їхні прокладки.

Виконавши зазначені операції, повертають двигун на стенді картером маховика донизу, знімають піддон 27, масляний насос 28 з диференціальним клапаном 26 і трубками, замкові шайби шатунних болтів, вивертають болти, знімають кришки шатунів, виймають поршні 4 у зборі з шатунами 24, ставлять кришки шатунів на відповідні шатуни, керуючись мітками, нанесеними на заводі-виготовлювачі, і привертають їх болтами.

Далі слід повернути двигун у робоче положення, від'єднати трубки низького тиску, зняти паливний фільтр 12 (див. рис. 2.2) тонкого очищення; зняти паливний насос 18 високого тиску в зборі з автоматичною муфтою випередження впорскування та регулятором; відкрутити гайку кріплення напівмуфти на валу відомої шестірні привода паливного насоса, зняти напівмуфту 18 разом із шайбою напівмуфти, випресувати з валу 9 шпонку; зняти фільтри грубого та відцентрового очищення масла і маховик 22. Для зняття маховика рекомендується застосовувати два воротки, які вкручуються в спеціальні отвори з різьбленням M12×1,75 до упору в колінчастий вал. Щоб уникнути перекосу маховика воротки необхідно вкручувати одночасно.

Потім знімають картер маховика 25 (див. рис. 2.2), боковину шківів водяного насоса і ремінь привода водяного насоса; відвернувши болт кріплення шківів колінчастого валу, знімачем, знімають шків 2 (див. рис. 2.2) і випресовують шпонку з колінчастого валу. Після цього необхідно зняти кронштейн 6 передньої опори двигуна, верхню кришку 11 блока, привід 8 вентилятора, кришку 4 шестерень розподілу в зборі з водяним насосом.

Виконавши зазначені операції, потрібно повернути двигун на стенді картерною частиною догори, розсплінтувати та вивернути болти кріплення кришок корінних підшипників, зняти кришки 26; витягнути колінчастий вал 3 з блока циліндрів, користуючись спеціальною підвіскою, охороняючи шийки вала від ушкоджень; витягнути вкладиші та наполегливі півкільця з опор і кришок корінних підшипників, поставити кришки корінних підшипників на свої місця, керуючись мітками; вивернути болти кріплення наполегливого фланця 5 (див. рис. 2.2) розподільчого вала, відігнувши заздалегідь замкові шайби; вийняти розподільчий вал 21 у зборі з шестернями; випресувати, починаючи із задньої, осі 20 штовхачів і зняти штовхачі 19 та дистанційні втулки штовхачів.

На закінчення повертають двигун на стенді картерною частиною вниз, вивертають болти кріплення наполегливого фланця відомої шестерні привода паливного насоса, відігнувши заздалегідь стопорні шайби, витягають шестерню 7 (див. рис. 2.2) у зборі з валом 9 і підшипниками, а також усі гільзи циліндрів. Гільзи з блока циліндрів витягують за допомогою пристосування, зображеного на рис. 9. Пристосування вводять у внутрішню порожнину гільзи, надягають плічка наполегливої пластини на нижній торець гільзи 2, надягають втулки 6 на шпильки 5 блока 3 циліндрів і, накручуючи за ручки гайку 7 на гвинт 4, витягують гільзу з блока циліндрів.

Після розбирання двигуна очищають усі поверхні, що сполучаються, від залишків прокладок і бруду та ретельно промивають деталі.

2.2. Особливості роботи механізму газорозподілення двигуна ЯМЗ-236

«У двигунах ЯМЗ-236 регулюється процес газообміну, тобто впуск свіжого повітря і виведення відпрацьованих газів відповідно до робочого процесу, за допомогою механізму газорозподілу» [5].

Цей механізм відрізняється наявністю по два клапани на кожен циліндр, одного розподільчого валу, штовхачів, штанг і коромисел, які хитаються (див. рис. 2.4).

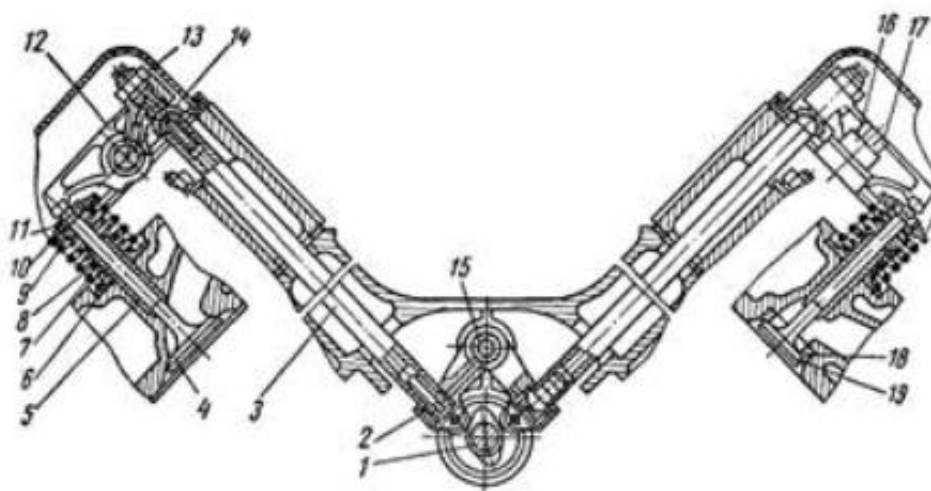


Рис. 2.4. «Механізм газорозподілу ЯМЗ-236: 1 – вал розподільчий; 2 – штовхач; 3 – штанга штовхача; 4 – клапан впускний; 5 – втулка напрямна; 6 – шайба пружин клапана; 7 – пружина зовнішня; 8 – пружина внутрішня; 9 – тарілка пружин клапана; 10 – втулка тарілки пружин клапана; 11 – сухар; 12 – коромисло; 13 – гайка регулювального гвинта; 14 – регулювальний гвинт; 15 – вісь штовхачів; 16 – вісь коромисла; 17 – болт закріплення осі коромисла; 18 – сідло випускного клапана; 19 – клапан випускний» [5]

«Розподільчий вал розміщений у середній частині блока циліндрів і приводиться в обертання парою циліндричних шестерень зі спіральними

зубами, бічний зазор у зачепленні яких становить 0,09 - 0,22 мм. При цьому висота підйому впускних і випускних клапанів дорівнює 13,5 мм» [6].

Під час тактів стиснення і робочого ходу, клапани 4 і 19 залишаються нерухомими, надійно притиснутими до сидла 18 завдяки дії пружин 8 і 9.

Під час повороту розподільчого валу кулачок валу 1 вступає в контакт зі штовхачем 2, піднімаючи його вгору разом зі штангою 3. Штанга передає рух коромислу 12, який, своєю чергою, натискає на стрижень клапана, змушуючи його опуститися і встановити з'єднання циліндра двигуна з впускним або випускним трубопроводом. Під час подальшого обертання розподільчого валу кулачок звільняє штовхач, і під дією пружин клапанний механізм повертається у вихідне положення.

Регулювання здійснюється за допомогою регулювального гвинта 14 і контргайки 13, встановлених у короткому плечі коромисла. Клапани, пружини та інші елементи з'єднані за допомогою тарілки 9 і сухарів 11, а під нижнім кінцем пружини розташована опорна шайба 6.

Обертання розподільчого валу здійснюється за допомогою шестерень (рис. 2.5).

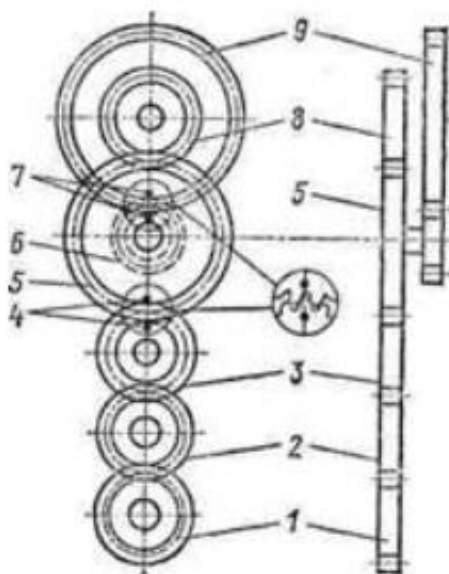


Рис. 2.5. «Привід газорозподільчого механізму ЯМЗ-236: 1 – шестерні приводу масляного насоса; 2 – шестерня проміжна; 3 – розподільча шестерня колінчастого вала; 4, 7 – установчі мітки; 5 – шестерня

розподільчого валу; 6 – шестерня приводу паливного насоса; 8 – шестерня приводу вентилятора; 9 – ведена шестерня приводу паливного насоса» [6]

Для точного контролю відкриття і закриття впускних і випускних клапанів використовуються кулачки на розподільному валу. Ці кулачки спільно з пружинами клапанів (див. рис. 2.6) забезпечують оперативне виконання цих функцій.

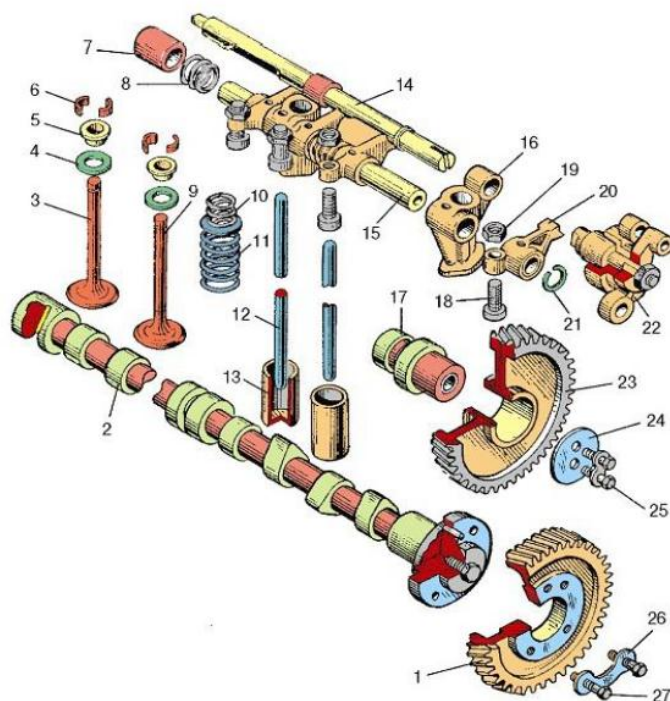


Рис. 2.6. «Розподільчий вал дизеля ЯМЗ-236 у зборі: 1 – шестерня приводу; 2 – розподільчий вал; 3 – клапан впускний; 4 – основа пружини клапана; 5 – втулка; 6 – сухарі; 7 – втулка коромисла; 8 – пружина; 9 – клапан випускний; 10, 11 – пружини внутрішня і зовнішня; 12 – штанга; 13 – штовхач; 14 – механізм; 15 – вал коромисла; 16 – основа механізму; 17 – вал шестерні; 18, 19 – гвинт; 20 – коромисло; 21 – кільце; 22 – корпус; 23 – шестерня проміжна; 24 - 27 – кріпильні елементи» [7]

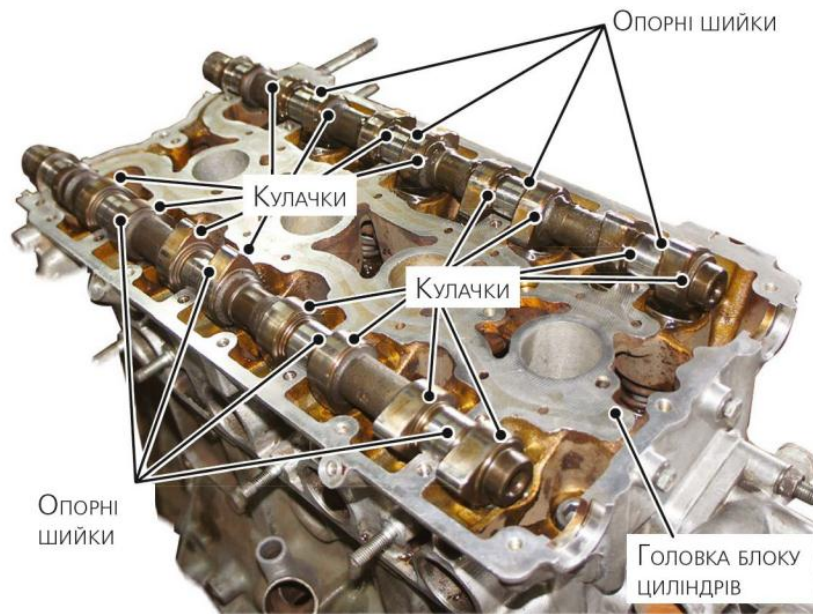


Рис. 2.7. Загальний вигляд розподільчого валу, встановленому на двигуні

«Для передачі зусиль від кулачка розподільного валу до клапана або штанги застосовуються штовхачі. У двигунах ЯМЗ-236 використовуються роликові уніфіковані штовхачі, що гойдаються, замість звичайних плоских. Штовхач являє собою жорсткий важіль, що хитається. Один кінець штовхача має отвір, у який вставляються дві втулки. На протилежному кінці штовхача встановлюється опорна п'ята для штанги і ролик. Ролик із голчастим підшипником поміщається в проріз на нерухомій осі, яка вставляється в отвір у штовхачі. Вище за ролик у тілі штовхача є отвір, перпендикулярний осі ролика, в який вставляється п'ята. П'ята має сферичне заглиблення, що слугує опорою для сферичного наконечника штанги штовхача» [6].

«Зусилля від штовхача до коромисла передається штангами, виготовленими зі сталеві трубки. На кінці штанг встановлюються сталеві наконечники, термічно оброблені для шарнірного з'єднання зі штовхачем і регулювальним гвинтом коромисла. Верхній кінець штанги рухається не по прямій лінії, а по дузі, радіус якої відповідає малому плечу коромисла» [6].

«Зусилля від штанги до клапана передається коромислом, який являє собою сталевий нерівноплечий важіль: довге плече розташоване над

клапаном, а коротке – над штангою. У короткому плечі є отвір для регулювального гвинта, який зафіксовано контргайкою, щоб уникнути мимовільного відкручування. У процесі роботи двигуна штанга натискає на коротке плече коромисла, а його довге плече діє на стрижень клапана» [6].

«Для зменшення ходу штовхача і штанги, а також для зниження інерційних сил, коромисло виконано нерівноплечим. У голівці блока встановлено шпильки, на яких розміщуються стійки і вісь із коромислами. У дизелі ЯМЗ-236 осі коромисел інтегровані зі стійками. Кожне коромисло підвішене на окремій осі» [6].

«Клапани в двигуні призначені для відкривання і закривання впускних або випускних отворів, розташованих у голівці блока. Вони переміщуються в напрямних втулках. Кожен клапан оснащений двома пружинами, комплекти яких уніфіковані для обох клапанів. Застосування двох пружин забезпечує високу резонансну характеристику приводу клапанів» [7].

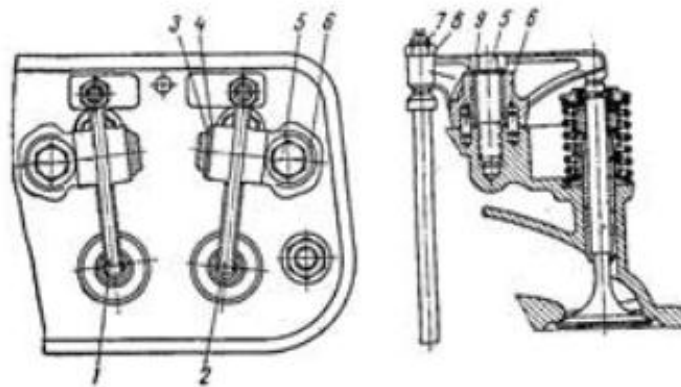


Рис. 2.8. «Коромисла клапанів ЯМЗ-236: 1 – коромисло впускного клапана; 2 – коромисло випускного клапана; 3 – стопорне кільце; 4 – упорна шайба; 5 – болт кріплення осі коромисла; 6 – вісь коромисла; 7 – регулювальний гвинт; 8 – гайка; 9 – штифт» [6]

«Зовнішні та внутрішні пружини клапана намотані в протилежних напрямках. Нижні кінці пружин спираються на шайби, а верхні кінці - на тарілки пружин клапана. Тарілки пружин клапана кріпляться на стрижні

клапана за допомогою двох сухарів, що утворюють усічений конус у складеному стані; пояски сухарів, які виступають, входять у кільцеву канавку на стрижні клапана. Це істотно збільшує довговічність робочих поверхонь клапанів, сідел і торців стрижнів клапанів, забезпечуючи можливість клапану вільно обертатися щодо сидла» [6].

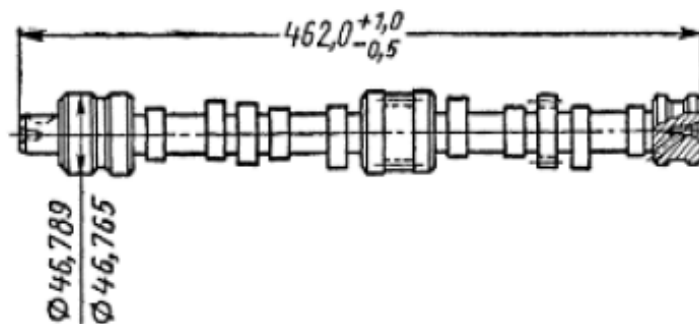
«У двигунах ЯМЗ-236 клапанні сухарі не кріпляться безпосередньо до верхньої тарілки пружин, а через додаткову конічну втулку. Нижній кінець конічної втулки спирається на плоску поверхню денця тарілки. Тертя на цій поверхні мінімальне, що дає змогу клапану вільно обертатися в процесі роботи» [6].

2.3. Конструктивно-технологічні особливості розподільчих валів

Розподільний вал двигуна внутрішнього згоряння, що є основною деталлю механізму газорозподілу, приводить у рух штовхачі клапанів, масляний і паливний насоси та розподільник запалювання.

Конструкції розподільних валів характерні наявністю кулачків складного профілю, зубчастого вінця, ексцентрика, опорних шийок малого діаметра і відносно великою довжиною вала.

Розподільчі вали, що застосовуються в різних двигунах, можуть відрізнятися один від одного довжиною та числом опорних шийок, кількістю та профілем кулачків і їхнім розташуванням (рис. 2.9).



а)

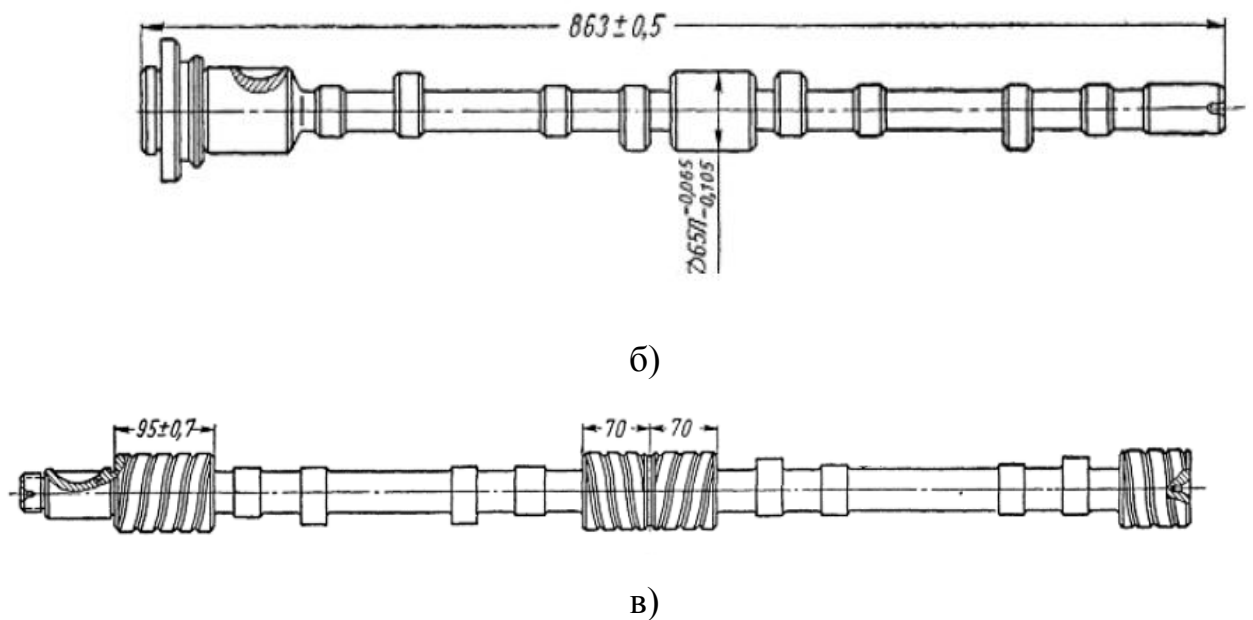


Рис. 2.9. Конструкції розподільчих валів: а – малолітражного двигуна; б – тракторного двигуна середньої потужності; в – важкого тракторного двигуна

У більшості випадків профіль кулачків окреслюється дугами кіл кількох радіусів або дугами кіл і прямими. До точності виготовлення окремих елементів розподільних валів висуваються високі вимоги:

- опорні шийки валів мають бути оброблені за 2-м класом точності та за 8 і 9-м класами чистоти; биття їхніх розмірів відносно крайньої шийки не повинно перевищувати 0,015...0,02 мм. Упорний торець першої шийки повинен мати 7-й клас чистоти, допустима неперпендикулярність його щодо шийки не повинна перевищувати 0,02...0,03 мм. Овальність і конусність шийок зазвичай необхідно витримати в межах 0,01 мм;

- робочі поверхні кулачків мають бути оброблені за 8 і 9-м класами чистоти. Осі симетрії кулачків мають бути витримані з точністю $\pm 30' \dots 1^\circ 30'$ відносно шпонкової канавки веденої розподільної шестерні. Відхилення осі симетрії середнього кулачка щодо осі шпонкової канавки не повинно перевищувати $\pm 0^\circ 30'$. Відхилення осі всіх кулачків щодо осі середнього впускного кулачка не повинно бути більшим, ніж на $\pm 0^\circ 20'$. Відхилення від теоретичного підйому плоского штовхача під час перевірки профілю

кулачка в окремих точках повинно бути не більше ніж 0,1...0,2 мм і від номінального взаємного положення фаз кулачка не більше ніж на $\pm 1^\circ \dots \pm 2^\circ$;

- зміщення осі шпонкової канавки щодо діаметральної площини не повинно перевищувати 0,02...0,03 мм;

- зуби зубчастого вінця колеса приводу масляного насоса і розподільника повинні мати 7-й клас чистоти.

Залежно від довжини розподільні вали поділяють на три групи: довжиною до 500 мм; 500...1000 і 1000...1500 мм.

Ремонте креслення розподільчого валу двигуна ЯМЗ-236 показано на рис. 2.10.

Розподільчі вали автотракторних двигунів виготовляють із вуглецевих і легованих сталей, хромистих, хромомолібденових сталей або чавунів із кулястою формою графіту.

Поковки сталевих розподільчих валів піддають термічній обробці (відпалу і нормалізації), що має на меті зняти внутрішню напругу і нормалізувати твердість заготовки для полегшення обробки їх на металорізальних верстатах.

Після попереднього оброблення на металорізальних верстатах опорні шийки, кулачки, ексцентрики і зубчастий вінець сталевих валів піддають вторинній термічній обробці (загартуванню та відпуску).

Після загартування і відпуску поверхнева твердість опорних шийок і кулачків у валів, виготовлених зі сталей марок 45, 15Х і 12ХН3А, має бути в межах HRC 52-62.

Глибина загартованого шару має бути не менше 2...5 мм; на вершині кулачків допускається глибина загартованого шару до 10 мм.

Нині стали широко застосовувати розподільні вали, виготовлені з легованих чавунів і з чавунів із кулястою формою графіту. Приблизний склад чавуну такий: 3,0...3,5% С; 0,5...0,6% Мо; 1,8...2,6% Si; 0,6...0,8% Мп; 0,8...1,1% Cr; 0,4...0,7% Ni; 0,08...0,12% Ti і не більш як 0,12...0,14% Р.

Експлуатаційні випробування засвідчили, що литі чавунні розподільчі вали надійні в роботі і мають високі експлуатаційні якості.

Сірі чавуни, що застосовуються для розподільчих валів, вирізняються високими антифрикційними властивостями, і тому немає необхідності підвищувати твердість опорних шийок, які зазвичай працюють у бабітових підшипникових втулках.

Поверхня шийок у таких валів має ту саму твердість, що і весь матеріал вала. Загартуванню піддають тільки зубчастий вінець, оскільки за твердості близько HB 300 зносостійкість його значно нижча, ніж інших поверхонь. Загартування найчастіше проводять газополум'яним способом до твердості HRC 45-48. У заготовок, виготовлених із сірого чавуну, за необхідності можна отримати місцеву високу твердість на найвідповідальнішій частині вала (поверхнях кулачків) шляхом застосування місцевих кокілів (під час виливки в земляні форми). У цих випадках відпадає необхідність у подальшому загартуванні кулачків.

У розподільчих валів, виготовлених із високоміцних магнієвих чавунів, поверхні кулачків і ексцентрика між попередньою та остаточною механічними обробками піддають загартуванню т. в. ч. Твердість після коливається в межах HRC 52...58.

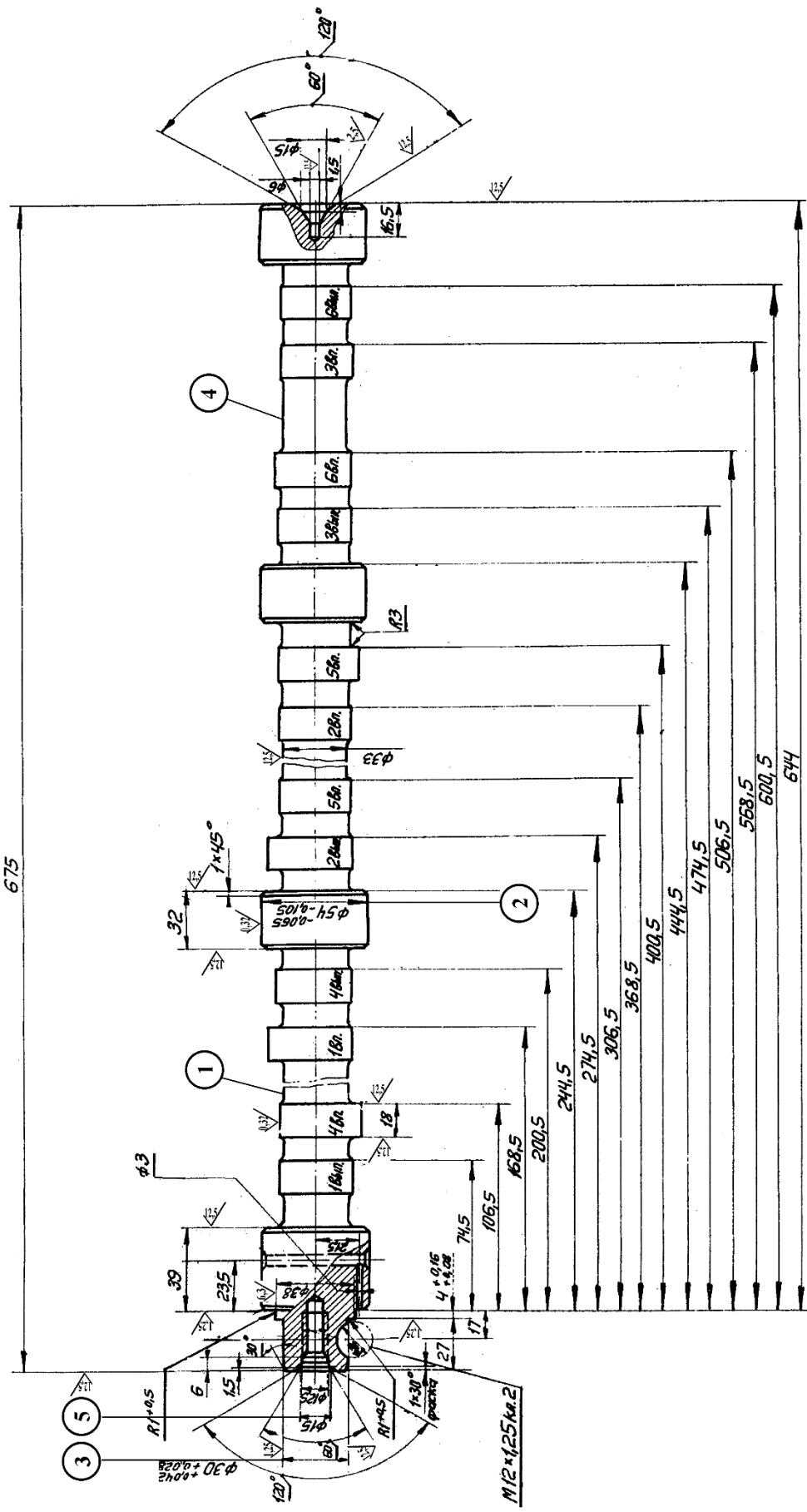


Рис.2.10. Вал розподільчий двигуна ЯМЗ-236

Маса (вага) литих розподільних валів на 10...15% менша за масу кованих валів, припуски на механічну обробку також значно менші.

Розподільний вал двигуна ЯМЗ-236 кований із сталі 45 ГОСТ 1050-88 [6].

«Газорозподільний вал обертається від колінчастого валу через шестерні розподілення, розміщені в спеціальному картері в передній частині блока. Шестерня колінчастого вала передає крутний момент проміжній шестерні, яка входить в зачеплення з шестернею приводу паливного насоса та шестерні розподільного валу. Вірне встановлення шестерен забезпечується складанням по міткам, нанесеним біля зубців впадин» [6].

На розподільний вал діють різні види напружень. В результаті передачі крутного моменту в повертально-поступальне переміщення клапанів на вал діють крутні моменти.

«Зусилля стиску пружин клапанів, що діє через коромисла, штанги і штовхачі приводить до зносу кулачків. Опорні шийки вала, обертаючись у втулках також піддаються спрацюванню. В процесі роботи двигуна в масло попадає нагар, хімічні компоненти, які прискорюють зношення поверхонь тертя» [6].

Інтенсивний знос опорних шийок і кулачків проходить в момент запуску двигуна, коли змазка ще не поступила в сполучення деталей, що труться. Перевантаження двигуна приносять різке падіння тиску в системі мащення, що приводить до сухого тертя.

Найбільшому зносу підлягають опорні шийки вала і кулачки. Це відбувається внаслідок попадання в змазку нагару і абразивних частин. В процесі роботи двигуна зазори в сполученнях збільшуються, що в свою чергу приводить до зменшення тиску в системі мащення, а це також сприяє підвищенню зносу.

Порушення різьби кріплення шестерні проявляється в зриві, викришуванні або зміні витків різьби. Викликається це нерівномірним

розподіленням навантаження по виткам, великими контактними напруженнями на них.

Знос впускних і випускних кулачків вала приводить до порушення фаз газорозподілення та зриву в роботі клапанного механізму, а отже всього двигуна в цілому. Послаблення посадки, зрив різьби порушують міцний зв'язок шестерні з розподільчим валом, що також порушує нормальну роботу механізму газорозподілення.

В процесі роботи розподільчого в умовах знакозмінних навантажень можуть утворюватися мікротріщини не лише в поверхневих шарах, але і в основній масі металу. В подальшій експлуатації тріщини збільшуються і можуть привести до злому, особливо в небезпечних перерізах. Вал піддається також втомленому спрацюванню.

2.4. Відомі методи ремонту розподільчих валів двигунів ЯМЗ-236

Розподільчий вал промивають і перевіряють на відсутність задирок, забоїв і тріщин. Задирки і забої на неробочих поверхнях зачищають. Тріщини не допускаються. Стан різьби на кінці вала перевіряється калібром М27×2 кл. 3. Биття середніх опор розподільчого вала відносно крайніх не повинно перевищувати 0,05 мм, овальність і конусність опорних шийок - 0,02 мм; діаметр опорних шийок допускається без ремонту не менш як 53,89 мм, ширина шпонкового паза не більш як 6,02 мм; висота кулачків за найбільшим діаметром повинна бути не менш як 42,00 мм; діаметр шийки валу нової конструкції під шестірню допускається не менш як 36,032 мм або не менш як 30,026 мм для вала старої конструкції.

Якщо діаметри опорних шийок менші за допустимі без ремонту, необхідно їх перешліфувати на ремонтні розміри згідно з табл. 2.2.

Таблиця 2.2 – Значення ремонтних розмірів опорних шийок розподільчого валу [8]

Розмір шийок розподільчого валу	Номінальний діаметр опорних шийок, мм	Діаметр опорних шийок, що допускаються без ремонту, мм	Клеймо ремонту
1-й ремонтний розмір	$53,7_{-0,105}^{-0,065}$	Не менше 53,59	P1
2-й ремонтний розмір	$53,5_{-0,105}^{-0,065}$	Також 53,59	P2
3-й ремонтний розмір	$53,3_{-0,105}^{-0,065}$	Також 53,19	P3

Клеймо ремонту наносять на задньому торці вала. Розподільний вал з опорними шийками ремонтного розміру необхідно встановлювати в блок циліндрів комплектно з втулками (підшипниками) відповідного ремонтного розміру.

Якщо ширина шпонкового паза більша за допустиму без ремонту величину, її необхідно збільшити до розмірів, зазначених у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Ремонтні розміри ширини шпоночного пазу [8]

Розмір шпоночного пазу	Номінальна ширина шпоночного пазу, мм	Ширина шпоночного пазу, що допускається без ремонту, мм	Клеймо ремонту
1-й ремонтний	$7_{-0,055}^{-0,010}$	Не більше 7,02	Ш1
2-й ремонтний	$8_{-0,055}^{-0,010}$	Також 8,02	Ш2

Клеймо ремонту наносять на задньому торці валу. Зсув шпонкового паза з діаметральної площини шийки не має перевищувати 0,10 мм, а

Допускається ремонт розподільчого валу за діаметром опорних шийок, шпонковим пазом і за висотою кулачків на різні ремонтні розміри.

Наприклад, на валу після першого ремонту за шпонковим пазом і другого ремонту за висотою кулачків ремонтне клеймо на задньому торці має бути РЗШ1К2.

Підвищення надійності роботи двигуна спричинило необхідність внести конструктивні зміни розподільчого вала, шестерні розподільчого вала, наполегливого фланця і стопорної шайби.

Для заміни зношених деталей випускаються комплекти 230-1000136-132 і 238-1000136-Б2 (рис. 2.14, а). Розподільчі вали старої конструкції можна використовувати в комплектах:

1. Вал із різьбовим отвором у передньому кінці з шестернею, що має паз на торці маточини, притискнуою шайбою 7, стопорною шайбою 2 і болтом 6 (рис. 2.14, б).
2. Вал із діаметром шийки під шестерню мм і різьбленням M27×2 із шестернею, що має отвір у маточині діаметром мм і маточину шириною 30 мм, стопорною шайбою з фіксацією в шпонковий паз, фланцем з отвором діаметром 42 мм і гайкою M27×2.
3. Вал з діаметром шийки під шестерню мм, діаметром буртика під фланець 44 мм і різьбленням M27×2 з шестернями, що мають отвір у маточині діаметром мм, шириною маточин 30 або 31 мм, стопорною шайбою з фіксацією у шпонковий паз, фланцем з отвором діаметром 40 мм і гайкою M27×2.

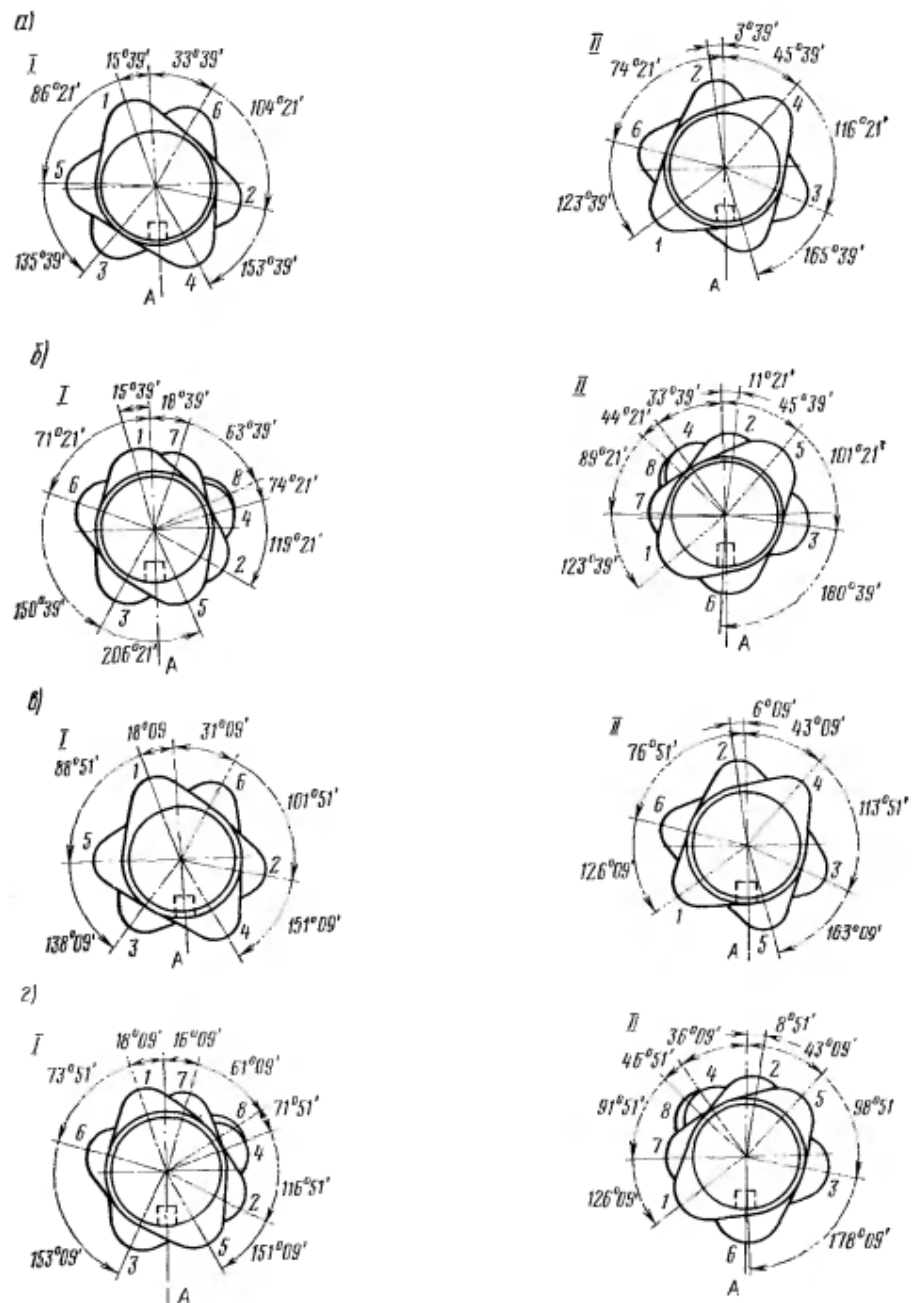


Рис. 2.13. Кутове розташування кулачків: а – двигун ЯМЗ-236 з фазами впуску та випуску 256^0 ; б – двигун ЯМЗ-238 з фазами впуску та випуску 256^0 ; в – двигун ЯМЗ-236 з фазами впуску та випуску 246^0 ; г – двигун ЯМЗ-238 з фазами впуску та випуску 256^0 ; I – впускні кулачки; II – выпускні кулачки; 1 - 8 – кулачки; А – вісь симетрії шпонкового паза. Взаємне розташування впускних і выпускних кулачків для всіх валів $108^0 \pm 30^I$

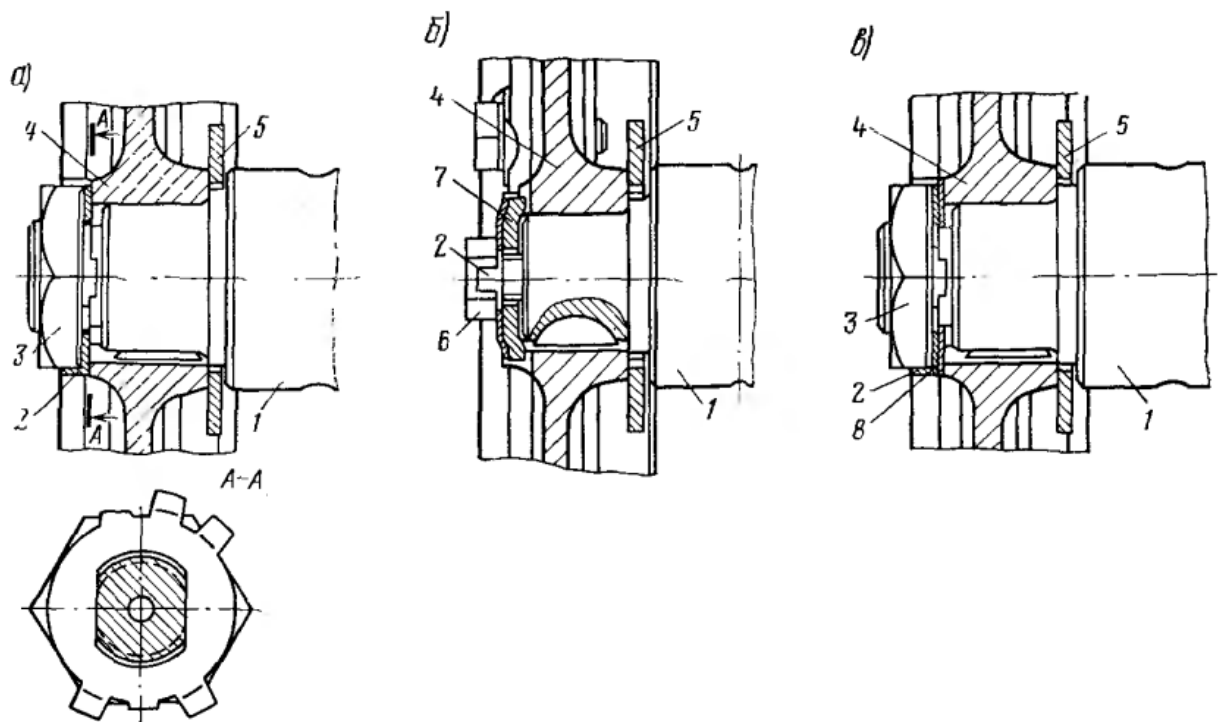


Рис. 2.14. Комплект розподільчого валу із шестернею: а – нової конструкції; б – із кріпленням шестерні болтом; в – зі встановленням додаткової шайби; 1 – розподільчий вал; 2 – стопорна шайба; 3 – гайка; 4 – шестерня; 5 – упорний фланець; 6 – болт; 7 – притискна шайба; 8 – додаткова шайба

4. Шестерню розподільчого валу з отвором у маточині діаметром мм і шириною маточини 30 мм можна використовувати в комплектах 236-1000136-Б2 і 238-1000136-Б2 за умови встановлення додаткової шайби 8 (рис. 2.14, в) зовнішнім діаметром 50 мм, внутрішнім діаметром 28 мм і товщиною 1 мм.

Якщо на старий двигун із кришкою шестерень розподілу 236-1002200-Б установлюють розподільчий вал із кріпленням шестерні гайкою (а не болтом), то для забезпечення збирання вузла кришку шестерні потрібно обробити фрезою діаметром 70 мм, як показано на рис. 2.15.

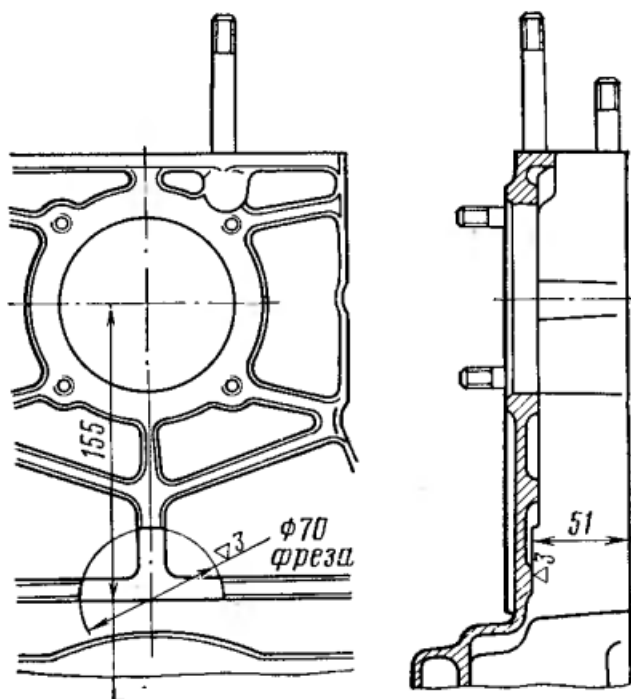


Рис. 2.15. Оброблена стара кришка шестерень розподілу

Розбирання і складання розподільчого валу проводять на пристосуванні, показаному на рис. 2.16.

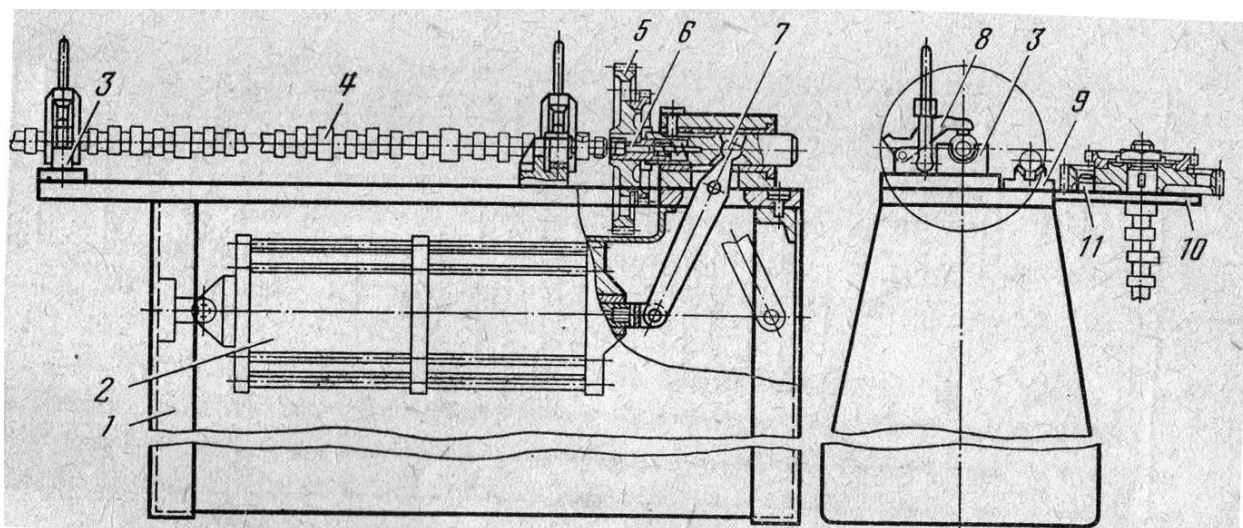


Рис. 2.16. Пристосування для розбирання та збирання розподільчих валів: 1 – основа пристосування; 2 – пневматичний циліндр; 3 – опорні колодки; 4 – розподільчий вал; 5 – шестерня розподільчого валу; 6 – силовий шток; 7 – важіль пневматичного приводу; 8 – притиск; 9 – призми; 10 – встановочний майданчик; 11 – штифт

Для розбирання вал встановлюють у паз планки 10 і фіксують від провороту двома штифтами 11, що входять в отвір шестерні розподілу. Відгинають вусики замкової шайби і відкручують гайку кріплення шестерень. Потім встановлюють вал опорними шийками в гнізда опорних колодок 3, не закріплюючи притисками 8, за блок шестерень заводять захвати. Увімкнувши кран керування пневматичним приводом, штоком 6 спресовують блок шестерень 5 і знімають упорний фланець. Для випресування шпонки вал укладають у призми 9. Для розбирання блок шестерень встановлюють отворами в шестерні розподілу на штифти 11, відвертають болти, що скріплюють шестерні, і знімають шестерню приводу паливного насоса високого тиску.

Розподільчий вал виготовлено зі сталі 45 (ГОСТ 1050-88). Поверхні опорних шийок і кулачків загартовані з нагріванням ТВЧ до твердості НРС не менше 54 на глибину 2-5 мм. Ширина загартованої зони циліндричної частини кулачка не менше 17 мм і розташована симетрично щодо кромки кулачка.

У процесі експлуатації двигуна можуть виникати тріщини, відколи й обламування вала, прогин, зношування або задирки на опорних шийках, зношування кулачків за профілем, зношування шийки вала під розподільну шестерню.

Вали, що мають тріщини, відколи й уламки будь-якого розташування, виявлені під час візуального огляду або виявлення за допомогою магнітного дефектоскопа, вибраковують.

Ремонт валу проводять у такому порядку: виправляють центрові фаски, відновлюють поверхні під шестерню, правлять вал, шліфують і полірують опорні шийки та кулачки.

Технологічними базами під час шліфування опорних шийок і кулачків є фаски центрових отворів із кутом 60° , биття яких відносно крайніх опорних шийок допускається не більше 0,01 мм. За більшого биття центрові фаски правлять підшабруванням, притиранням або на токарно-гвинторізному

верстаті з фіксацією вала в люнеті за крайньою опорною шийкою, водночас биття другої крайньої шийки, затиснутої в патроні, не повинно перевищувати 0,01 мм.

Прогин вала визначається шляхом виміру биття всіх проміжних шийок відносно крайніх на контрольній плиті під час установа вала на призми крайніми опорними шийками; биття проміжних шийок допускається не більше 0,040 мм. Биття потилиць кулачків відносно спільної осі крайніх опорних шийок - не більше 0,035 мм, непрямолінійність твірних поверхонь кулачків - не більше 0,005 мм.

Погнутість вала усувають на гідравлічному пресі типу ПА-413, обладнаному спеціальним пристосуванням (рис. 2.17). Із двох підпружинених центрових бабок 3 права має підпружинений центр 11. На основі 1 встановлені призми 5, що вільно переміщаються. На планці 10 встановлена стійка 9 з індикаторною головкою. Для правки підводять вал опорної шийки найбільшого прогину під пуансон 6 преса, при цьому призми встановлюють під крайні опорні шийки. Завдяки наявності пружинного з'єднання корпусів центрів вал під впливом навантаження від пуансона преса лягає на призми, не викликаючи тиску на центри.

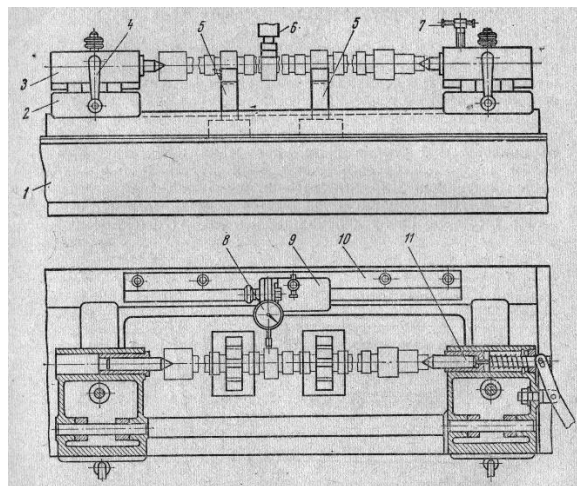


Рис. 2.17. Пристосування для правлення розподільчого вала: 1 – основа; 2 – рухома каретка; 3 – центрові бабки; 4 – рукоятка; 5 – призма; 6 – пуансон преса; 7 – гвинт; 8 – індикатор; 9 – стойка; 10 – планка; 11 – пружний центр

Шліфування опорних шийок проводиться на круглошліфувальному верстаті моделі 3А164Б. Шліфують шийки вала в центрах верстата шліфувальним кругом ПП 750×75×305 мм з корунду на керамічній зв'язці, зернистістю 40 і твердістю С1. Встановлені швидкості: шліфувального круга - 35 м/с, оброблюваного валу - 29 м/хв; поперечна подача шліфувального круга здійснюється вручну.

Підтримуючий люнет встановлюють на IV опорну шийку. Для вимірювання оброблюваної шийки в процесі шліфування застосовують триконтактні індикаторні скоби. Контроль здійснюють граничними калібрами або мікрометром. Овальність і конусність опорних шийок не повинні перевищувати 0,01 мм.

Правку шліфувального круга проводять алмазним олівцем С1-1. Як охолоджувальну рідину застосовують 2-3% розчин кальцинованої соди. Шорсткість R_a шліфованих поверхонь має бути не більше 1,25 мкм.

Номінальна висота H кулачків дорівнює 42,2 мм. У разі зносу поверхонь кулачків їх перешліфовують за профілем, витримуючи висоту H кулачка не менше 42,0 мм.

Для шліфування профілю кулачків застосовують копіювально-шліфувальний напівавтомат моделі ХШЗ-02. Цикл роботи верстата – напівавтоматичний, але верстат може працювати і за ручного керування. Шліфування кулачків проводять послідовно методом копіювання. Кількість копіїв на шпинделі передньої бабки відповідає кількості шліфованих кулачків. Копіри виконані як одне ціле зі шпинделем, що забезпечує високу точність взаємного розташування кулачків вала. Точність розташування першого кулачка відносно шпонкового паза досягається встановленням вала в повідковому патроні (рис. 2.18), закріпленому на шпинделі верстата. Під час роботи верстата за напівавтоматичним циклом переміщення кулачків щодо шліфувального круга, виправлення круга алмазним олівцем і компенсація зносу шліфувального круга здійснюються автоматично. Шліфування кулачків здійснюють під час осцилювального руху шпинделя верстата.

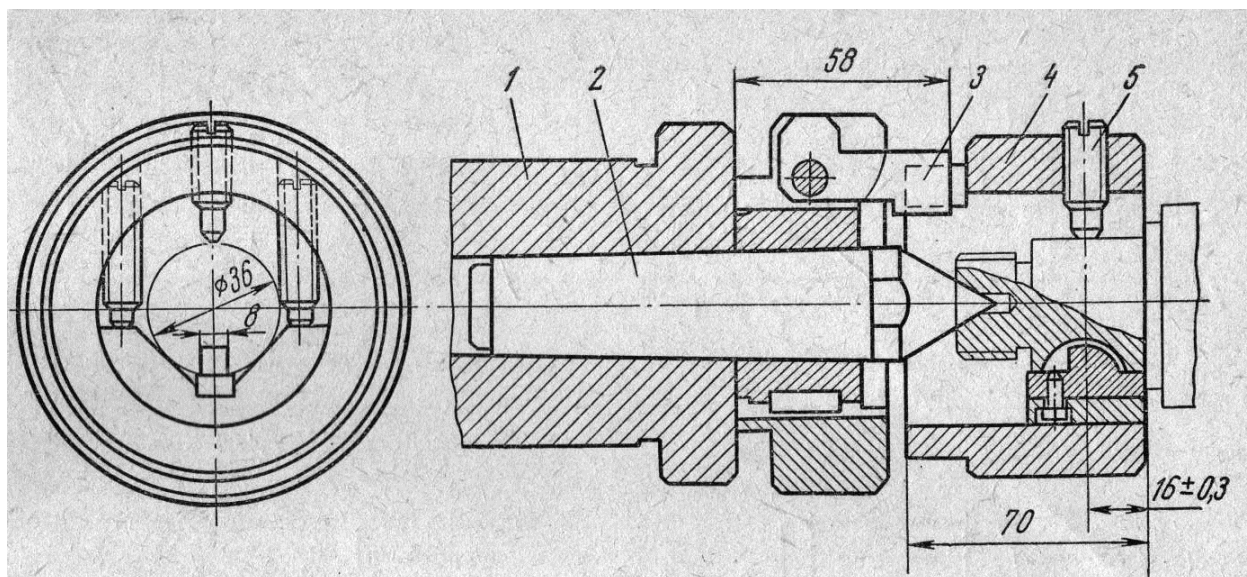


Рис. 2.18. Повідковий патрон для шліфування кулачків розподільчого валу: 1 – шпиндель; 2 – центр; 4 – патрон у складанні; 5 – гвинт

Шліфують кулачки вала в центрах верстата шліфувальним кругом ПП 600×40×305 мм з корунду на керамічній зв'язці, зернистістю 40 і твердістю С1. Щоб уникнути прогину вала під час шліфування кулачків, під II, III, IV, V шийки встановлені підтримувальні люнети. Люнети входять до комплекту верстата.

Встановлена швидкість шліфувального круга – 35 м/с (15 об/хв).

Після шліфування контроль розташування кулачків відносно шпонкового паза здійснюють на пристосуванні (рис. 2.19).

Розподільний вал встановлюють у центри бабок 2 і 6. Поворотом рукоятки 3 через центр бабки 2 закріплюють вал у пристосуванні та фіксують по шпонковому пазу фіксатором 4, жорстко пов'язаним із ділильним диском 5. Вал разом із ділильним диском повертають навколо своєї осі і встановлюють призму 8 на кулачок, що перевіряється. За ноніусом ділильного диска перевіряють кут розташування кулачка і порівнюють його величину з табличними. Відхилення кута між осями симетрії кулачків і осі шпонкового паза не повинно перевищувати $\pm 30'$.

Полірування опорних шийок і кулачків проводять на токарному верстаті моделі 1К62. Вал встановлюють у центри верстата і полірують шкіркою ЛСУ 600×50 мм 393А. Шорсткість поверхонь опорних шийок і кулачків після полірування має бути $R_a = 0,50...40$ мкм.

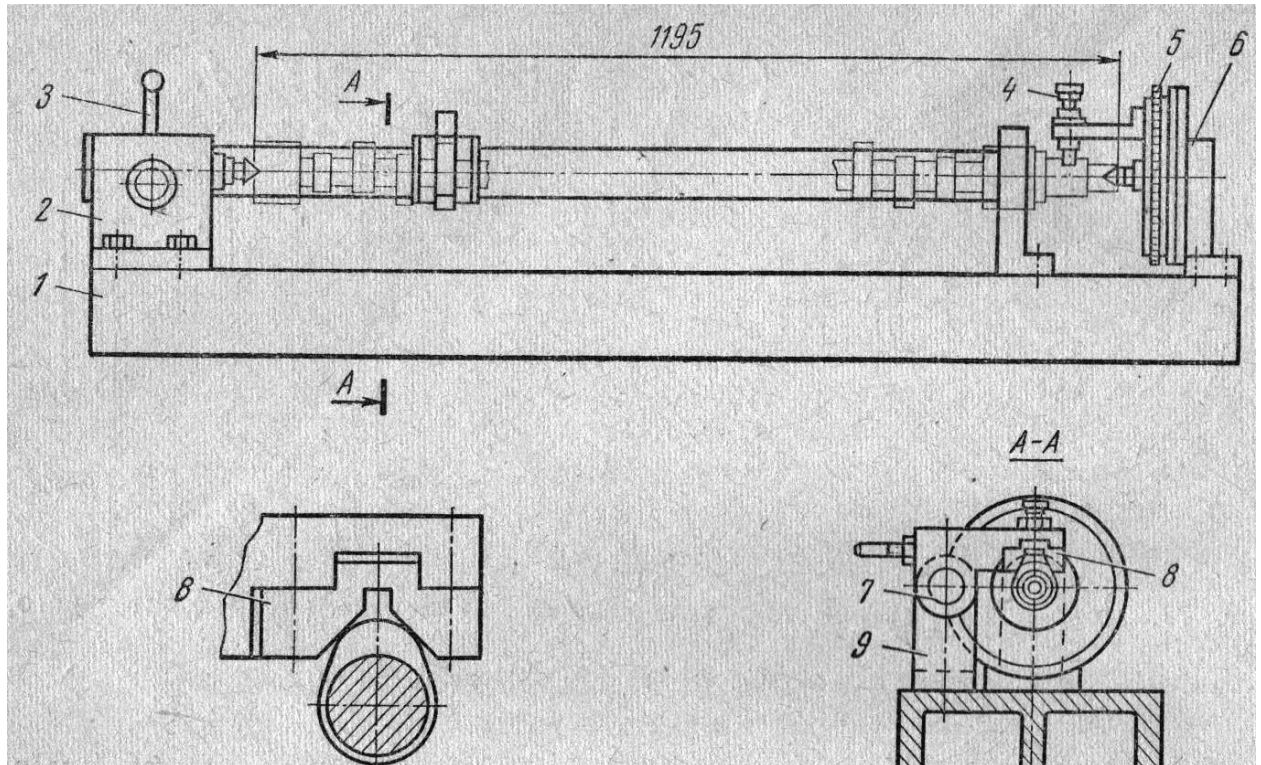


Рис. 2.19. Пристосування для контролю розташування кулачків розподільчого валу: 1 – основа; 2- задня бабка; 3 – рукоятка; 4 – фіксатор; 5 – ділильний диск; 6 – передня бабка; 7 – валик; 8 – призма; 9 – стійка

Знос шийки валу під шестерню відновлюють способом хромування. Перед хромуванням шийку шліфують на круглошліфувальному верстаті моделі 3А164Б до діаметра не менше 35,85 мм. Оброблену поверхню хромують. Товщина шару хрому має бути не менше 0,1 мм на бік; хромовану шийку шліфують і далі – контролюють розмір мікрометром. Биття поверхні шийки під шестерню відносно поверхонь крайніх опорних шийок допускається не більше 0,015 мм.

Ремонтну шпонку виготовляють згідно з рис. 2.9 зі сталі 45 і термічно обробляють до твердості HRC 40-50. Різниця розмірів а і б не повинна перевищувати 0,05 мм.

Після відновлення розподільчий вал промивають у мийній машині. Для миття застосовують розчин, що складається з кальцинованої соди в кількості 10-15 г на 1 л води, нітриту натрію 2-3 г/л і емульгатора 0,1-0,32 г/л. Після промивання вал обдувають стисненим повітрям і протирають бавовняною серветкою.

Складання розподільного вала проводять на пристосуванні, показаному на рис. 2.16. Спочатку збирають блок шестерень розподільчого валу, а потім на вал встановлюють шпонку, наполегливий фланець, напресовують блок шестерень і загортають гайку зі стопорною шайбою.

Блок шестерень збирають у такому порядку. Шестерню розподілу встановлюють на штифти 11 пристосування, потім на неї встановлюють шестерню приводу паливного насоса високого тиску і з'єднувальні болти. Під болти встановлюють замкові пластини, закручують болти кріплення і відгинають вуса пластин на межі головок болтів.

Для запресовування шпонки вал встановлюють у призми 9 пристосування. Потім на шток 6 пристосування встановлюють блок шестерень, поєднавши шпонковий паз шестерні зі шпонкою на штоку. В опорні колодки 3 встановлюють розподільний вал так, щоб його шпонка сполучилася зі шпонковим пазом блоку шестерень. Закріплюють вал, встановлюють наполегливий фланець, вмикають кран керування пневматичним приводом і напресовують блок шестерні до упору в бурт. Встановлюють вал у паз планки 10, поєднавши отвори в шестерні розподілу зі штифтами 11. Встановлюють на вал замкову шайбу і закручують гайку кріплення блоку шестерень крутним моментом 10-12 кгс-м. Потім перевіряють зазор між наполегливим фланцем і торцем розподільчого валу, який має бути в межах 0,06-0,21 мм, і відгинають вуса стопорної шайби на межі гайки. Зібрані розподільні вали зберігають на спеціальних підставках у вертикальному положенні.

2.5. Аналіз основних зносів розподільчого валу та їх вплив на технічний стан двигуна

Робота розподільчого валу суттєво впливає на процес газорозподілу двигуна, а також на його техніко-економічні характеристики. Зношування впускних та випускних кулачків валу спричиняє порушення фаз газорозподілу та збій у роботі клапанного механізму, що в результаті впливає на функціонування всього двигуна.

Ослаблення посадки або зрив різьблення послаблюють з'єднання шестерні з розподільчим валом, що негативно впливає на звичайну роботу газорозподільчого механізму.

Під час роботи розподільчого валу в умовах змінних навантажень можуть з'являтися мікротріщини як на поверхні, так і в глибині металу. З часом ці тріщини збільшуються і можуть спричинити злам, особливо в найбільш вразливих місцях. Крім того, вал піддається втомному зносу.

З метою визначення технічного стану деталі та в подальшому їх відновленні на ремонтних підприємствах виконують дефектування деталей. При цьому в залежності від типової або наявної на підприємстві технології відновлення деталі сортують за групами: «придатні, придатні в сполученні з новими, або відновленими до номінального розміру, ті, що підлягають ремонту і непридатні» [9].

Технічний стан кулачків розподільчого валу визначається вимірюванням їх висоти за допомогою калібра або штангенциркуля з точністю до 0,05 мм. Викривлення валу перевіряється індикатором годинникового типу, встановленим на штатив з двома призми. Знос опорних шийок контролюється мікрометром або скобами, а стан посадочного місця під шестерню також перевіряється скобою або мікрометром.

Технічна карта дефектування розподільчого валу двигуна ЯМЗ-236
наведена в табл. 2.4.

Таблиця 2.4 – Карта дефектування розподільного валу двигуна ЯМЗ-236

Кресло, див. на рис. 4.10		Деталь – вал розподільчий					Твердість: загартованих ділянок HRC 52-56
		№ деталі: 236-1006015					
		Матеріал: сталь 45 ГОСТ 1050-88					Висновок
Позначення за креслом	Найменування дефекту	Засіб встановлення дефекту та вимірний інструмент	номінальний	Розміри, мм		допустимий для ремонту	
				допустимий без ремонту			
1	Тріщини або обломи	Огляд. Дефектоскоп	-	-	-	Бракувати	
2	Спрацювання опорних шийок	Мікрометр 50-75 мм Скоба 53,89 мм МК 75-1	54 ^{+0.065} _{-0.105}	53,89	Менше за 53,89	Ремонтувати. Шліфувати до ремонтного розміру. Хромування. Осталювання. Напавлення	
3	Спрацювання шийки під розподільчу шестерню	Скоба 30,02 мм	30 ^{+0.042} _{+0.028}	30,02	Менше за 30,02	Ремонтувати. Хромування. Осталювання. Електроімпульсне напавлення	
4	Погнутість валу	Індикатор. Призми	Биття середніх опорних шийок відносно крайніх			Ремонтувати. Правлення	
			Не більше 0,03	Не більше 0,05	Більше за 0,05		
5	Зрив або спрацювання різьби під болт закріплення шестерні	Огляд	M12×1,25-7H	-	-	Ремонтувати. Ремонтний розмір	
6	Спрацювання робочих поверхонь кулачків	Мікрометр 25-50 мм Скоба 48,47 мм	41,5 ^{+0.099} _{+0.029}	41,47	Менше за 41,47	Ремонтувати. Напавлення	
7	Спрацювання щочного пазу	Штангенциркуль 125 мм	5 ^{+0.065} _{-0.055}	4,945	Більше за 5,00	Ремонтувати. Напавлення	

2.6. Технічні умови на відновлення деталі

1. Тріщини на забоїни на робочих поверхнях не допускаються.
2. Биття середніх опор розподільчого валу відносно крайніх не повинно перевищувати 0,05 мм, овальність і конусність опорних шийок – 0,02 мм.
3. Діаметр опорних шийок допускається без ремонту не менш як 53,89 мм.
4. Ширина шпонкового паза не більш як 6,02 мм.
5. Висота кулачків за найбільшим діаметром повинна бути не менш як 42,00 мм.
6. Діаметр шийки валу нової конструкції під шестірню допускається не менш як 36,032 мм або не менш як 30,026 мм для вала старої конструкції.
7. Якщо діаметри опорних шийок менші за допустимі без ремонту, необхідно їх перешліфувати на ремонтні розміри (див. табл. 2.2).

2.7. Вибір раціонального способу відновлення деталей

В роботі [10] для відновлення деталей типу «вал» низької жорсткості, до яких слід віднести розподільчий вал, рекомендовані такі методи:

- « - осталення;
- вібродугове наплавлення;
- наплавлення в середовищі вуглекислого газу;
- наплавлення під шаром флюсу;
- приварювання сталеві стрічки;
- багатоелектродне наплавлення».

Ці технології детально розглянуто в ряду роботах [10-12].

«З погляду організації виробництва, чим менше способів використовують для відновлення різних зношуваних поверхонь деталі, тим менше потрібно видів устаткування, вища його завантаженість, а отже, й ефективність виробництва. Для остаточного вибору способу відновлення

зношених поверхонь деталі загалом розглядають різні поєднання способів, починаючи з мінімальної кількості способів, а за основний приймають спосіб, що забезпечує оптимальний для найбільш зношеної поверхні деталі, тобто поверхні, коефіцієнт повторюваності дефекту якої максимальний. Якщо цей спосіб застосовний за технологічним критерієм до всіх зношуваних поверхонь і забезпечує коефіцієнти довговічності цих поверхонь, не нижчі за 0,8 ($K_d > 0,8$), то собівартість відновлення деталі загалом визначають так, як якби всі поверхні відновлювали цим способом. Якщо деталь не можна відновити одним способом, використовують другий спосіб, який є оптимальним для наступної за зношуваністю поверхні, і так далі» [10].

«Закінчується аналіз визначенням відношення собівартості відновлення деталі оптимальним для кожної її поверхні, що зношується, способом до коефіцієнта довговічності деталі загалом» [11].

Виконаний аналіз методів відновлення, що застосовуються або можуть бути прийняті для відновлення розподільчого валу, засвідчив переваги саме вібродугового наплавлення.

2.8. Вібродугове наплавлення як спосіб відновлення деталей

«Вібродугове наплавлення – це різновид дугового наплавлення, який дає змогу завдяки використанню вібрації електрода та подачі в зону дуги охолоджувальної рідини додатково впливати на властивості металу, що наплавляється. Вібродугове наплавлення є переривчастим зварювальним процесом, під час якого електрод здійснює коливальні рухи в осьовому напрямку з частотою до 100 Гц і амплітудою від 0,3 до 3 мм» [3, 10].

Схема установки для вібродугового наплавлення показано на рис. 2.20.

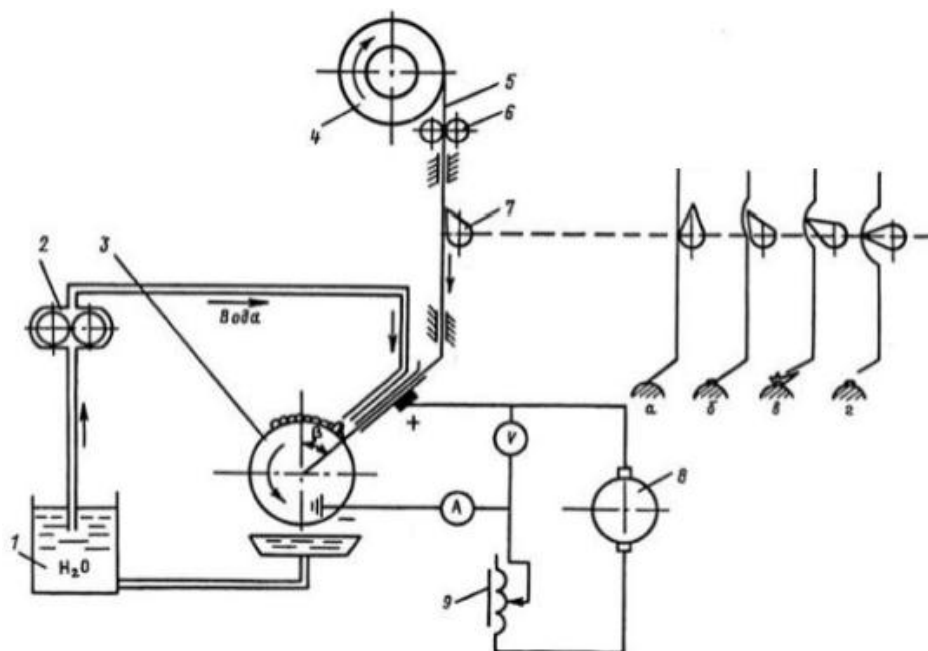


Рис. 2.20. Схема установки для вібродугового наплавлення: 1 – ємність з охолоджувальною рідиною; 2 – водяний насос; 3 – деталь; 4 – касета з електродним дротом; 5 – електродний дріт; 6 – ролики подавання дроту; 7 – механізм вібрації; 8 – джерело струму; 9 – регулятор режиму наплавлення металу; а – контакт електродного дроту з деталлю; б – відрив електродного дроту від деталі з виникненням дуги; в – процес наплавлення зварювальною дугою; г – гасіння зварювальної дуги

До переваг вібродугового наплавлення слід віднести: невеликий нагрів деталі; можливість наплавлення деталей з малим діаметром (8-10 мм); незначна зона термічного впливу; можливість отримання необхідних міцностей напавленого шару за рахунок застосування різних марок електродного дроту.

До недоліків вібродугового наплавлення належать наявність пір і мікротріщин у напавленому металі, великі внутрішні напруження в деталях, що різко знижує їхню втомну міцність (на 30-40 %), особливо під час роботи на знакозмінних навантаженнях.

Для вібродугового наплавлення застосовують електродний дріт Св-08, Св-08ГА, Св-ЮГ2, Св-18ХГСА, Св-18ХМА, Нп-30ХГСА, а також дріт із

конструкційної сталі марок 40, 50, 70, 65Г, пружинного вуглецевого прокату марок ОВС, ВС, П-1, ПК-1 та ін.

Режимами вібродугового наплавлення є сили струму, напруги дуги, швидкості наплавлення, кроку наплавлення і зміщення електрода із zenіту, а також частота й амплітуда коливання електрода, кількість охолоджувальної рідини, що подається, кут підведення електродного дроту до деталі, що відновлюється, сила струму короткого замикання, індуктивність контуру зварювального ланцюга і тривалість електричних розрядів між електродом і виробом.

Вібродугове наплавлення застосовується для відновлення деталей з різних видів сталі:

- низьколегованих цементованих із вмістом вуглецю від 0,1 до 0,25 %;
- середньовуглецевих легованих і низьколегованих, що містять від 0,25 до 0,6 % вуглецю.

Технологію вібродугового наплавлення розроблено та широко впроваджено для ремонту зношених валів, наплавлення конічних і плоских поверхонь.

Особливості технологічного процесу вібродугового наплавлення:

- оптимальна напруга джерела живлення до 20 В;
- потрібен постійний електричний струм;
- контакти підключаються за зворотною полярністю: плюс підключають до електрода, мінус виводять на наплавлювану деталь (анодна пляма – точка максимального розігріву дуги зміщується до кінчика електрода, метал менше піддається розігріву);
- кількість охолоджувальної емульсії регулюється, кран встановлюють на наплавочній голівці апарата вібродугового наплавлення;
- струмінь охолоджувальної емульсії спрямовується в ділянку за стовпом дуги, у разі потрапляння води в дугу процес відновлення порушується;

- співвідношенням швидкостей обертання деталі і подачі наплавочного дроту регулюють товщину шару, що наплавляється (якщо подача наплавлення випереджає обертання, шар буде максимальним, при збільшенні окружної швидкості вібродуговий валик розтягується, стає вужчим, тоншим);
- в апарат заправляють дріт товщиною від 1,5 до 2,5 мм;
- рівномірність видаваного звуку - запорука утворення шару однакової товщини;
- стабільність процесу контролюють за допомогою амперметра – стрілка не повинна сильно смикатися, коли різко відхиляється, наплавочний шар утворюється переривчастим.

2.9. Розробка технологічного процесу відновлення розподільчого валу двигуна ЯМЗ-236

Спочатку зазначимо дефекти розподільчого валу, які плануємо відновлювати, а саме:

- спрацювання опорних шийок;
- спрацювання шийки під розподільчу шестерню;
- спрацювання робочих поверхонь кулачків;
- спрацювання шпоночного пазу.

Для відновлення зазначених дефектів запропоновано наступну структуру технологічного процесу відновлення дефектів розподільчого валу двигуна ЯМЗ-236 (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Послідовність здійснення операцій проектного технологічного процесу відновлення розподільного валу двигуна ЯМЗ-236

№ операції	№ переходу	Назва операції	Зміст операцій
1	2	3	4
005	1 2	Токарна	Виправити центровий отвір Ø15 мм Виправити центровий отвір Ø15 мм

1	2	3	4
010		Слюсарна	Зачистити опорні шийки, кулачки.
015		Шліфувальна	Шліфувати 12 кулачків до розмірів Б=35,65 В=41,1 на довжині 18 мм
020	1 2	Шліфувальна	Шліфувати 3 опорні шийки до Ø 53,5 на ширині 32 мм, а також 1 опорну шийку до Ø 53,5 на ширині 39 мм Шліфувати посадочне місце під шестерню до Ø 29,55 на довжині 27 мм
025		Наплавочна	Наплавити поверхню кулачків до розмірів Б=36,8 мм та В=42,5 на довжині 18 мм
030	1 2	Наплавочна	Наплавити 3 опорні шийки до Ø 54,5 на ширині 32 мм, а також 1 опорну шийку до Ø 54,5 на ширині 39 мм Наплавити посадочне місце під шестірню до Ø 30,5 на довжині 27 мм
035		Наплавочна	Заварити щодоочний паз шириною 5 мм на довжині 10 мм глибиною 5 мм
040	1 2	Шліфувальна	Шліфувати 3 опорні шийки до Ø $54_{-0,105}^{-0,065}$ на довжині 32 мм, а також 1 опорну шийку до Ø $54_{-0,105}^{-0,065}$ на довжині 39 мм Шліфувати посадочне місце під шестерню до Ø $30_{+0,028}^{+0,042}$ на довжині 27 мм

1	2	3	4
045		Фрезерна	Фрезерувати шпонковий паз на ширині $5_{-0,055}^{-0,010}$ мм, глибина $5_{-0,055}^{-0,010}$ мм, довжина $10 \pm 0,1$ мм
050		Копіювально- шліфувальна	Шліфувати 12 кулачків розподільчого валу до розміру $B=36,073 \pm 0,025$, $B=41,5_{+0,029}^{+0,079}$ мм на довжині 18 мм кожного
055		Контрольна	Виконати контроль якості відновлення розподільчого валу

2.10. Вибір технологічного обладнання, різального, вимірювального та контрольного інструменту

Відповідно до розробленого технологічного процесу відновлення розподільчого валу (див. табл.2.5) обрано технологічне обладнання, різальний, вимірювальний та контрольний інструмент (табл. 2.6)

Таблиця 2.6 – Перелік технологічного обладнання, ріжучого, контрольного і вимірювального інструменту при виконанні операцій запропонованого технологічного процесу відновлення розподільчого валу ЯМЗ-236

№ операції	Назва операції	Назва, марка, ГОСТ технологічного обладнання, інструменту	Назва, марка, ГОСТ контрольно-вимірювального інструменту
1	2	3	4
005	Токарна	Токарно-гвинторізний верстат 1K625 Люнет, патрон 7100-0009 ГОСТ 2675-80 Зенковка 2353-0122 ГОСТ 14953-80	-

1	2	3	4
010	Слюсарна	Верстак ОРГ-1468-01-060 Шкурка шліфувальна тканинна 725x50 ЛОГ15А40-ММА ГОСТ 5009-82	-
015	Копіюваль но- шліфуваль на	Верстат копіювально- шліфувальний 3438 Круг шліфувальний ПП 600x32x305 63с 40П СМ1- СМ27 К3 32 м/хв А 1 кл. ГОСТ 2424-83	ШЦ-П-160-0,05 ГОСТ 166-80
020	Шліфува- льна	Верстат кругло- шліфувальний 3Б161, круг шліфувальний ПП 600x32x305 63С 40-П СМ1- СМ-27К3 32 м/хв А 1кл. ГОСТ 2424-83	ШЦ-П-160-0,05 ГОСТ 166-80
025	Наплавочна	Дріт наплавочний НП-70 Ø 2,0 мм ГОСТ 10543-82 флюс АН348А, установка УД209УХЛ4	ШЦ-П-160-0,05 ГОСТ 166-80
030	Наплавочна		
035	Наплавочна	Трансформатор зварювальний ТД102У2, електродотримач, електрод Э-34 ГОСТ 9467-80	-

1	2	3	4
040	Шліфувальна	Верстат кругло-шліфувальний 3Б161, круг шліфувальний ПП 600х32х305 63С 40-П СМ1-СМ-27К3 32 м/хв А 1кл. ГОСТ 2424-83	Мікрометр МК 50-1 ГОСТ 6507-88
045	Фрезерна	Верстат 6Н82Г, фреза дискова Ø 32 мм Р9	Калібр 5 ^{-0,010} _{-0,065} ГОСТ 2015-84
050	Копіювально-шліфувальна	Верстат копіювально-шліфувальний 3438 Круг шліфувальний ПП 600х32х305 63с 40П СМ1-СМ27 К3 32 м/хв А 1 кл. ГОСТ 2424-83	Мікрометр МК 50-1 ГОСТ 6507-88
055	Контрольна		Комплекс контрольно-вимірального інструменту

2.11. Розрахунок та вибір режимів виконання технологічних операцій процесу відновлення розподільчого валу двигуна ЯМЗ-236

005 Токарна

Перехід1

Визначаємо глибину різання для виправлення центрових отворів [13]:

$$t = \frac{D}{2} = \frac{15}{2} = 7,5 \text{ мм},$$

де D – діаметр інструмента.

Обираємо величину поздовжньої подачі: $S_{\text{повз}} = 0,25$ мм/об, а також швидкість різання та кількість обертів: $V_{\text{різ}} = 29$ м/хв, $n=375$ об/хв.

Перехід 2

Виконуємо аналогічні розрахунки переходу 1: $t = 7,5$ мм, $S = 0,25$ мм/об, $V = 29$ м/хв; $n = 375$ об/хв.

010 Слюсарна

Вручну виконуємо зачистку відновлюваних наплавленням поверхонь

015 Копіювальню-шліфувальна

Припуск на обробку визначаємо наступним чином [13]:

$$h = D - d = 41,4 - 41,15 = 0,25 \text{ мм},$$

де D – розмір поверхні, що обробляється;

d – розмір поверхні, яка оброблена.

Визначаємо глибину шліфування: $t = 0,05$ мм.

Визначаємо кількість проходів шліфувального кола

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,3}{0,3} = 1 \text{ прохід},$$

де h – припуск на обробку;

t – глибина різання.

Розраховуємо повздовжню подачу

$$S_{\text{повз}} = B_k \cdot \beta = 32 \cdot 0,2 = 6,4 \text{ мм/об},$$

«де B_k – ширина шліфувального кола;

β – повздовжня подача у долях ширини шліфувального кола» [13].

Також необхідно встановити швидкість різання: $V = 20$ м/хв.

Розрахуємо кількість обертів деталі:

$$n = \frac{318 \cdot V}{d} = \frac{318 \cdot 20}{41} = 144 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстату приймаємо значення $n = 125$ об/хв

Визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V = \frac{n \cdot d}{318} = \frac{125 \cdot 41}{318} = 17,29 \text{ м/хв}$$

020 Шліфувальна

Перехід1

Визначаємо припуск на обробку:

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{53,98 - 53,5}{2} = 0,24 \text{ мм},$$

де D – діаметр опорної шийки до шліфування;

d – діаметр опорної шийки після шліфування.

Визначаємо глибину шліфування: $t = 0,07$ мм.

Розраховуємо кількість проходів шліфувального кола:

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,24}{0,07} = 3 \text{ проходи},$$

де h – припуск на обробку;

t – глибина різання

Визначаємо поздовжню подачу

$$S_{\text{повз}} = B_k \cdot \beta = 32 \cdot 0,2 = 6,4 \text{ мм/об},$$

«де B_k – ширина шліфувального кола;

β – поздовжня подача у долях ширини шліфувального кола» [13].

Визначаємо швидкість різання: $V = 20$ м/хв, а також кількість обертів деталі:

$$n = \frac{318 \cdot V}{d} = \frac{318 \cdot 20}{54} = 107 \text{ об/хв}$$

Відповідно до паспорту верстату приймаємо наступне значення: $n = 100$ об/хв

Визначаємо фактичну швидкість різання:

$$V = \frac{n \cdot d}{318} = \frac{100 \cdot 54}{318} = 18,55 \text{ м/хв}$$

Перехід 2

Розраховуємо припуск на обробку:

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{29,98 - 29,65}{2} = 0,165 \text{ мм},$$

де D – діаметр шийки до шліфування

d – діаметр опорної шийки після шліфування.

Встановлюємо наступну глибину шліфування: $t = 0,055$ мм, а також кількість проходів шліфувального кола:

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,165}{0,055} = 3 \text{ проходи,}$$

де h – припуск на обробку;

t – глибина різання.

Визначаємо повздовжню подачу

$$S_{\text{повз}} = B_k \cdot \beta = 32 \cdot 0,2 = 6,4 \text{ мм/об,}$$

«де B_k – ширина шліфувального кола;

β – повздовжня подача у долях ширини шліфувального кола» [13].

Встановлюємо швидкість різання: $V = 20$ м/хв, а також розраховуємо кількість обертів деталі:

$$n = \frac{318 \cdot V}{d} = \frac{318 \cdot 20}{30} = 212 \text{ об/хв.}$$

За паспортом верстату приймаємо найближче значення $n = 100$ об/хв.

Визначаємо фактичну швидкість різання за формулою:

$$V = \frac{n \cdot d}{318} = \frac{200 \cdot 30}{318} = 18,86 \text{ м/хв}$$

025 Наплавочна

Розрахуємо асу металу, що має бути наплавлено на 1 кулачок

$$G = L \cdot F \cdot j = 3,2 \cdot 0,6 \cdot 7,8 = 23,7 \text{ г,}$$

«де L – довжина поверхні, що наплавляється;

F – площа поперечного перерізу металу, що наплавляється;

J – густина металу електрода» [13].

Також визначаємо наступні режими наплавлення: коефіцієнт наплавлення $\alpha = 15,5$ г/Агод, величина струму $I = 120$ А.

030 Наплавочна

Перехід 1

Розраховуємо масу металу, що наплавляється на одну опорну шийку:

$$G = L \cdot F \cdot j = 3,2 \cdot 0,95 \cdot 7,8 = 23,7 \text{ г},$$

«де L – довжина поверхні, що наплавляється;

F – площа поперечного перерізу металу, що наплавляється;

J – густина металу електрода» [].

Окрім того приймаємо наступні режими наплавлення: $\alpha = 15,5 \text{ г/Агод}$, $I = 140 \text{ А}$, $G_{\phi} = 650 \text{ г}$

Перехід 2

Аналогічні розрахунки виконуємо для Перехіду 2.

$$G = L \cdot F \cdot j = 2,7 \cdot 0,45 \cdot 7,8 = 9,48 \text{ г}.$$

Режими наплавлення: $G_{\phi} = 420 \text{ г}$, $\alpha = 15,5 \text{ г/Агод}$, $I = 120 \text{ А}$.

035 Наплавочна

Розраховуємо масу металу, необхідного для наплавлення шпоночного пазу

$$G = L \cdot F \cdot j = 1,2 \cdot 0,5 \cdot 3,5 \cdot 3,5 \cdot 7,8 = 32,7 \text{ г},$$

де L – довжина поверхні, що наплавляється;

h – ширина поперечного перерізу металу, що наплавляється;

l – довжина шпоночного пазу.

J – густина металу електрода.

Встановлюємо наступні режими наплавлення: $\alpha = 6,5 \text{ г/Агод}$, $I = 100 \text{ А}$, $d_e = 2 \text{ мм}$.

040 Шліфувальна

Перехід 1

Розраховуємо припуск на обробку

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{54,5 - 54,0}{2} = 0,25 \text{ мм},$$

де D – діаметр шийки до шліфування;

d – діаметр опорної шийки після шліфування.

Визначаємо глибину шліфування: $t=0,05$, а також розраховуємо число проходів шліфувального кола:

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,25}{0,05} = 5 \text{ проходів,}$$

де h – припуск на обробку;

t – глибина різання.

Розраховуємо повздовжню подачу

$$S_{повз} = B_k \cdot \beta = 32 \cdot 0,2 = 6,4 \text{ мм/об,}$$

«де B_k – ширина шліфувального кола;

β – повздовжня подача у долях ширини шліфувального кола» [13].

Визначаємо швидкість різання: $V = 20$ м/хв, а також число обертів деталі:

$$n = \frac{318 \cdot V}{d} = \frac{318 \cdot 20}{54,5} = 117 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстату приймаємо найближче значення $n = 100$ об/хв

Крім того, визначаємо фактичну швидкість різання

$$V = \frac{n \cdot d}{318} = \frac{100 \cdot 54,5}{318} = 18,55 \text{ м/хв}$$

Перехід 2

Визначаємо припуск на обробку

$$h = \frac{D - d}{2} = \frac{30,5 - 30}{2} = 0,25 \text{ мм,}$$

де D – діаметр шийки під шестерню до шліфування

d – діаметр шийки під шестерню після шліфування.

Визначаємо глибину шліфування $t=0,05$ мм, а також розраховуємо число проходів шліфувального кола :

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,25}{0,05} = 5 \text{ проходів,}$$

де h – припуск на обробку;

t – глибина різання.

Розраховуємо повздовжню подачу

$$S_{повз} = B_k \cdot \beta = 32 \cdot 0,2 = 6,4 \text{ мм/об},$$

«де B_k – ширина шліфувального кола;

β – повздовжня подача у долях ширини шліфувального кола» [13].

Приймаємо визначаємо швидкість різання $V = 20$ м/хв, а також визначаємо кількість обертів

$$n = \frac{318 \cdot V}{d} = \frac{318 \cdot 20}{30} = 212 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстату приймаємо найближче значення $n = 200$ об/хв.

Розраховуємо фактичну швидкість різання

$$V = \frac{n \cdot d}{318} = \frac{200 \cdot 30}{318} = 18,86 \text{ м/хв}$$

045 Фрезерна

Обираємо наступні режими обробки: глибина фрезерування $h = 5$ мм, поздовжня подача $S_n = 0,32$ мм/об, швидкість різання $V = 62$ м/с, число обертів фрези $n=331$ об/хв.

050 Копіювально-шліфувальна

Розрахуємо припуск на обробку кулачків:

$$h = D - d = 36,8 - 36,1 = 0,7 \text{ мм},$$

де D – розмір поверхні, що обробляється;

d – розмір поверхні, що оброблена.

Встановлюємо глибину шліфування: $t = 0,22$ мм, а також розраховуємо кількість проходів шліфувального кола

$$i = \frac{h}{t} = \frac{0,7}{0,22} = 3,$$

де h – припуск на обробку;

t – глибина різання.

Розраховуємо повздовжню подачу

$$S_{повз} = B_k \cdot \beta = 32 \cdot 0,2 = 6,4 \text{ мм/об},$$

«де B_k – ширина шліфувального кола;

β – повздовжня подача у долях ширини шліфувального кола» [13].

Встановлюємо швидкість різання $V = 20$ м/хв, а також розраховуємо кількість обертів деталі

$$n = \frac{318 \cdot V}{d} = \frac{318 \cdot 20}{36,1} = 176 \text{ об/хв}$$

За паспортом верстату приймаємо найближче значення $n = 125$ об/хв.

Визначаємо фактичну швидкість різання

$$V = \frac{n \cdot d}{318} = \frac{125 \cdot 36,1}{318} = 14,19 \text{ м/хв}$$

2.12. Розрахунок норми часу виконання операції технологічного процесу відновлення розподільчого валу двигуна ЯМЗ-236

005 Токарна

Перехід 1

Для цієї операції потрібно визначити основний час переходу за наступною формулою

$$T_{01} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = \frac{4}{0,25 \cdot 375} = 0,04 \text{ хв},$$

«де L – розрахункова довжина оброблюваної поверхні з врахуванням врізання і перебігу інструмента, мм;

n – кількість обертів деталі, об/хв;

S – подача, мм/об;

i = кількість проходів» [14].

Перехід 2

Аналогічно переходу 1 визначаємо основний час для переходу 2

$$T_{02} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} = 0,04 \text{ хв.}$$

Обираємо допоміжний час на встановлення і зняття деталі $T_{в1} = 0,24$ хв, а також допоміжний час, що зв'язаний з проходом $T_{д2} = 0,12$ хв.

Таким чином, маємо

$$T_d = T_{d1} + T_{d2} = 0,24 + 0,12 = 0,36 \text{ хв.}$$

Визначаємо додатковий час операції:

$$T_{\text{доп}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot K}{100} = \frac{0,44 \cdot 6}{100} = 0,02 \text{ хв,}$$

«де $T_{\text{оп}}$ – оперативний час операції

K – відсоткове відношення допоміжного часу до оперативного» [14].

Крім того, потрібно визначити підготовчо-заключний час $T_{\text{пз}} = 8 \text{ хв.}$

А також визначити норму часу для цієї операції

$$T_n = T_o + T_d + T_{\text{доп}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n_{\text{шт}}} = 0,08 + 0,36 + 0,02 + \frac{8}{77} = 0,56 \text{ хв,}$$

де $n_{\text{шт}}$ – кількість деталей у партії, шт.

Аналогічні розрахунки норми часу виконуємо для інших операцій технологічного процесу відновлення розподільчого валу двигуна ЯМЗ-236. Отримані дані зводимо в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Розрахунок норм часу виконання технологічного процесу відновлення розподільчого валу двигуна ЯМЗ-236

№ операції	Найменування операції	Норма часу, хв
005	Токарна	0,56
010	Слюсарна	3,99
015	Шліфувальна	25,67
020	Шліфувальна	24,67
025	Наплавочна	26,67
030	Наплавочна	26,28
035	Наплавочна	2,4
040	Шліфувальна	28,25
045	Фрезерна	38,0
050	Копіювально-шліфувальна	40,01
055	Контрольна	4,5

3. ОРАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Призначення дільниці ремонту двигунів ЯМЗ

Запропонована до проектування дільниця призначена для розбирання, ремонту та збирання двигунів ЯМЗ. Також на дільниці може бути виконано роботи з відновлення колінчастих та розподільчих валів. Обсяг річної виробничої програми дільниці, що проектується, визначається кількістю відремонтованих двигунів.

На дільниці з ремонту двигунів ЯМЗ здійснюють розточування циліндрів або гільз блоку, розточування корінних підшипників і втулок розподільчого вала, шліфування та полірування шийок колінчастого вала, шліфування та притирання клапанів, гідравлічне тестування головки та блоку циліндрів, а також ремонт, складання й тестування масляних насосів, фільтрів, водяних і паливних насосів та вентиляторів. Двигуни збираються з окремих вузлів, що попередньо зібрані на спеціалізованих робочих місцях. Якщо виробнича програма велика, варто рекомендувати виконання процесу складання двигунів на потокових лініях [15].

Більш детально розглянемо технологічний процес ремонту двигунів ЯМЗ.

Організація капітального ремонту двигунів має велике народногосподарське значення, оскільки збільшення вторинного моторесурсу до 0,8-0,9 від первинного відкриває величезний резерв економії суспільної праці.

Ремонт двигунів індустріальними методами з максимальним використанням досвіду головного заводу з виробництва цих двигунів є основою вирішення цієї проблеми.

В основу капітального ремонту двигунів ЯМЗ-236 покладено знеособлений метод.

Прийняті в ремонт двигуни зберігаються на складі ремонтного фонду в спеціальних, ізольованих від виробничих дільниць, вентильованих і сухих

приміщеннях, обладнаних стелажми і підйомно-транспортними механізмами.

Зі складу ремонтного фонду двигун надходить на ділянку розбирання, де його миють, попередньо знявши агрегати електрообладнання. Потім двигун частково розбирають і вдруге миють із пропарюванням внутрішньої порожнини гарячою парою, після чого його розбирають на вузли і деталі.

Деталі після розбирання двигуна миють, очищають від нагару і направляють на дільницю контролю і дефектування.

Комплектування деталей для складання двигуна і його вузлів проводять на ділянці комплектації трьома групами деталей: придатними (за технічними умовами на дефектування), відремонтованими і новими. При цьому здійснюють якісне комплектування, яке забезпечує вимоги до сполучення деталей під час складання, тобто підвищує якість складання двигуна, його вузлів і агрегатів [16].

Скомплектовані деталі направляють на ділянки складання двигуна і його вузлів. Лінії складання та випробування вузлів і агрегатів рекомендується розташовувати перпендикулярно лінії загального складання.

Відповідно до наведеної схеми технологічного процесу ремонту двигунів ремонтне підприємство повинно складатися з таких основних дільниць: розбирально-мийній, контрольно-дефектувальній, випробувальній, фарбування, консервації та пакування. При цьому ремонтно-відновлювальна дільниця має складатися з відділень: механічної обробки, слюсарної обробки, гальванічних покриттів, зварювання і наплавлення, термічної обробки.

Перераховані підрозділи ремонтного підприємства бажано розташовувати у виробничому корпусі, збудованому з дотриманням вимог, норм і правил будівництва, техніки безпеки, пожежної безпеки та промислової санітарії для машинобудівних підприємств. Висота приміщень повинна давати змогу встановлювати підйомно-транспортні механізми (крани, кран-балки, поворотні крани тощо).

Дільниця розбирання та миття має бути обладнана припливно-витяжною вентиляцією, а мийне обладнання мати місцеву витяжку.

Контрольно-дефектувальна і комплектувальна дільниці повинні мати енергетичну освітленість, що дорівнює 25-30 Вт/м², і бути відокремлені від загального виробничого приміщення перегородками.

Дільницю випробування двигунів необхідно ізолювати від інших виробничих приміщень шумопоглинаючими стінками. З метою кращого захисту виробничих приміщень від шуму і вихлопних газів випробування двигунів необхідно проводити в спеціальних приміщеннях (боксах), повністю ізолюваних один від одного і від виробничих приміщень шумопоглинаючими стінами і перегородками. Бокси мають бути обладнані автономними системами підведення води, палива, масла, відведення вихлопних газів, потужною (14000 м³/год) притяжно-витяжною вентиляцією, а також автоматичними системами пожежогасіння.

Спеціалізоване підприємство з ремонту двигунів ЯМЗ має бути укомплектоване обладнанням і технологічним оснащенням відповідно до встановленого технологічного процесу.

Враховуючи важливість виконання робіт по ремонту і складання двигунів в даному розділі кваліфікаційної бакалаврської роботи нами спроектована дільниця ремонту двигунів ЯМЗ, яку доцільно використовувати також на спеціалізованих ремонтних підприємствах.

За даними переддипломної практики обсяг робіт, що планується виконати за рік, складає T=9929 люд.-год.

Для виконання заданого обсягу робіт розрахуємо необхідну кількість виробничих робочих за формулами:

$$R_{\text{я}} = \frac{T}{\Phi_{\text{я}} \cdot k} = \frac{9929}{1996 \cdot 1,15} = 4,3; \text{ приймаємо } R_{\text{я}} = 4 \text{ чол.}$$

$$R_{\text{с}} = \frac{T}{\Phi_{\text{д}} \cdot k} = \frac{9929}{1564 \cdot 1,15} = 5,4; \text{ приймаємо } R_{\text{я}} = 5 \text{ чол.}$$

де k=1,15 – коефіцієнт перевиконання норм виробітки.

Таким чином, для виконання заданого обсягу робіт для ділянки ремонту двигунів необхідна кількість виробничих робочих буде складати $R_{\text{сп}} = 5$ чол. Кількість допоміжних робочих

$$R_o = 0,15R_{\text{сп}} = 0,15 \cdot 5 = 0,75; \text{ приймаємо } R_{\text{д}} = 1 \text{ чол.}$$

3.2. Режим роботи підприємства і розрахунок річних фондів часу

Режим роботи підприємства включає кількість робочих днів у році, кількість змін, тривалість робочого дня і робочого тижня, тобто загальний час роботи персоналу і обладнання [17].

Відповідно до трудового законодавства, тривалість робочого тижня становить 40 годин. При п'ятиденному робочому тижні з двома вихідними, робоча зміна триває 8 годин. При шестиденному робочому тижні зміна становить 7 годин, а в передвихідні та передсвяткові дні – 6 годин.

При розрахунку режимів підприємства слід розрізняти календарний, номінальний та дійсний фонди часу.

Розрахуємо календарний фонд часу за наступною формулою:

$$\Phi_K = 366 \cdot 24 = 8760 \text{ год.}$$

Номінальний річний фонд часу (Φ_H) дорівнює:

$$\Phi_H = D_p \cdot t_c - D_{\text{п}} \cdot (t_c - t_1)$$

«де D_p – кількість робочих днів в році;

t_c – тривалість зміни, год.;

$D_{\text{п}}$ – кількість передсвяткових днів в році; перед якими тривалість зміни скорочується на 1 год.;

t_1 – тривалість зміни в передсвяткові дні, год» [18].

Таки чином, маємо

$$\Phi_H = 251 \cdot 8,0 - 7 \cdot (8,0 - 7,0) = 2001 \text{ год.}$$

Дійсний річний фонд часу робітників розрахуємо за наступною залежністю:

$$\Phi_o = [\Phi_H - (d_o + d_y + d_o + d_e + d_n) \cdot t_c],$$

«де d_o – кількість відпускних днів в періоді, що планується;

d_y – кількість відпускних днів робітниками – учнями;

d_d – кількість днів декретної відпустки;

d_r – кількість днів не виходу на роботу;

d_n – кількість днів інших невиходів на роботу;

t_c – тривалість зміни, год.» [18].

Дійсний річний фонд часу дорівнює

$$\Phi_d^{24} = [2001 - (24 + 30 + 4 + 1 + 1) \cdot 8,0] = 1521 \text{ год.}$$

Визначимо величину річного номінального фонду обладнання:

$$\Phi_{o.n.} = \Phi_H \cdot c,$$

де c – кількість змін роботи.

Дійсний фонд часу дорівнює

$$\Phi_{o.d.} = \Phi_H \cdot c \cdot \eta = 2001 \cdot 1 \cdot 0,97 = 1941 \text{ год.}$$

3.3. Розрахунок та підбір обладнання

Кількість одиниць основного технологічного обладнання розраховуємо наступним чином:

$$n_{об} = \frac{T}{\Phi_{o.d.} \cdot \eta_z},$$

«де T – трудомісткість робіт, що виконуються даним обладнанням;

$\Phi_{o.d.}$ – дійсний річний фонд часу роботи обладнання, год;

η_z – коефіцієнт завантаження обладнання, $\eta_z = 0,83 \dots 0,95$ » [18].

Маємо

$$n_{об} = \frac{9929}{1941 \cdot 0,9} = 5,6$$

Відповідно до розрахунків слід прийняти 6 одиниць основного технологічного обладнання з врахуванням визначеного об'єму робіт.

«Поряд з розрахунком, обладнання мусить бути підібране за технологічною необхідністю згідно з табелем типового обладнання. Перелік розрахункового і прийнятого обладнання зводиться у табл. 3.1» [17].

Таблиця 3.1 - Технологічне планування ділянки ремонту двигунів ЯМЗ

Найменування обладнання	Кіль- кість, шт.	Марка, тип	Габаритні розміри, мм	Площа, м ²		Поту- жність, кВт кВт
				Одиниці	Всього	
1	2	3	4	5	6	7
1. Траверса вантажна для транспортування двигунів	1	P-238д	1000×680	0,68	0,68	4,5
2. Установка для миття деталей двигуна	1	D37825	1000×440	0,44	0,44	1,5
3. Стіл	2		3000×2000	6,0	12,0	
4. Верстат для хонінгування циліндрів	1	H 260A	2270×2000	4,54	4,54	2,5
5. Стенд для контролю і правки кулачкових валів	1	проект.	2000×620	1,24		
6. Верстат для шліфування колінчастих валів	1	K 27000	3000×2400	7,2	7,2	2,5
7. Стенд для притирання клапанів, головок циліндрів двигунів	1	P23.74	1000×900	0,9	0,9	3,0
8. Прес для перевірки і правки колінчастих валів	1	CP 1800	2000×1900	0,99	0,99	3,0
9. Стелаж	2		2000×1900	3,8	7,6	
10. Розточувальний верстат для блоків циліндрів	1	CM 2500V	3000×2000	6,0	6,0	2,2

1	2	3	4	5	6	7
11. Стенд для розбирання штатно-поршневої групи двигунів ЯМЗ	1	P-660	650×600	0,39	0,39	1,2
Всього					47,22	21,5

3.4. Розрахунок площі ділянки ремонту двигунів

«Площі окремих ділянок (відділень) може бути розраховано декількома способами:

1. Шляхом розташування обладнання з урахуванням переходів між ними, відстаней від стін, колон, проїздів у відповідності з встановленими нормами техніки безпеки (метод моделювання).

2. За площами, зайнятими обладнанням, включаючи площу, зайнятими машинами і агрегатами, які знаходяться в ремонті:

$$F = f_0 \cdot k_s,$$

де f_0 – площа, яку займає все обладнання, об'єкти ремонту, м^2 ;

k_s – коефіцієнт робочої зони.

3. За питомими площами, які припадають на одного виробничого робітника

$$F = f_p \cdot m,$$

де f_p – питома площа на одного виробничого робітника, м^2 ;

m – кількість робітників цеху в найбільш численній зміні.

4. За граничними площами, які припадають на одне робоче місце» [17].

Врахуємо, що площа обладнання, що розташовано на ділянці дорівнює $f_0 = 47,22 \text{ м}^2$.

Таким чином, маємо

$$F = 83,2 \cdot 4,5 = 332,8 \text{ м}^2.$$

«Після визначення виробничих площ розраховують побутові, складські і допоміжні площі. Правильність їх розрахунку перевіряються за процентними співвідношеннями до величини загальної виробничої площі майстерні. Відповідно побутові, складські, допоміжні і адміністративно-конторські площі складають 5,6%; 8,5-8,8%; 10-16% і 2-3,1% від загальної виробничої площі підприємства» [18].

З врахуванням виконаних розрахунків приймаємо площу ділянки з ремонту двигунів ЯМЗ – 341,25 м² (21×16,25).

3.5. Розрахунок вентиляції

«Вентиляційні пристрої в приміщенні ремонтного підприємства призначені для поліпшення умов праці, зменшення запиленості та задимленості повітря, підвищення цілості обладнання» [17].

«Загальнообміну механічну вентиляцію проектують у приміщенні без видалення пилу, газів, парів та інш. Із цих міркувань за табл.46 приймаємо значення годинної кратності повітря (к) і розраховуємо величину повітряобміну за формулою» [18]:

$$L_{\text{г}} = V_{\text{н}} \cdot \kappa, \text{ м/г}^3;$$

де $V_{\text{н}}$ – об'єм приміщення, м³.

Об'єм приміщення ділянки можна визначити таким чином

$$V_{\text{н}} = S \cdot h = 341,25 \cdot 6 = 2047,5 \text{ м}^3,$$

де h – висота будинку, м;

S – площа ділянки, м²

$$L_{\text{г}} = 2047,5 \cdot 3 = 6142,5 \text{ м/г}^3$$

За розрахунковим повітряобміном вибираємо [18] тип, номер і ККД вентилятора.

Визначимо потужність електродвигуна, яка необхідна для приводу вентилятора

$$N_e = (1,2 \div 1,5) \frac{L_v \cdot H_n}{3600 \cdot 102 \cdot \eta_v \cdot \eta_n} \text{ кВт},$$

«де H_n – напір повітряного потоку, кг/м^2 ;

η_v – ККД вентилятора;

η_n – ККД передачі;

1,2÷1,5 – коефіцієнт, який враховує недостатні втрати напору повітряного потоку» [].

Таким чином маємо

$$N_e = 1,5 \frac{9000 \cdot 8,8}{3600 \cdot 102 \cdot 0,68 \cdot 0,98} = 0,32 \text{ кВт}$$

3.6. Розрахунок освітлення

3.6.1. Розрахунок природного освітлення

Освітленість ділянки визначаємо наступним чином

$$\sum S_e = S_n \frac{l_{cp} \cdot \eta_\phi}{100 \cdot \tau_0 \cdot \tau_r} = 41,25 \frac{5 \cdot 3,5}{100 \cdot 0,35 \cdot 1,3} = 131,25 \text{ м}^2;$$

«де S_n – площа підлоги освітлення, м^2 ;

l_{cp} – нормальне середнє значення при верхньому освітленні;

η_ϕ – світлова характеристика ліхтаря;

τ_0 – загальний коефіцієнт світлопропускання;

τ_r – коефіцієнт, який враховує вплив відображеного світла при верхньому освітленні» [].

3.6.2. Розрахунок штучного освітлення

Потужність ламп визначаємо наступним чином:

$$W_1 = 10 \frac{E}{E^I} = 10 \frac{50}{31} = 19,6 \text{ Вт/м}^2,$$

«де W_1 – потужність ламп для освітлення 1 м^2 площі відділення, Вт;

E – нормоване освітленість для даного розряду робіт, лк;

E^1 – середня освітленість однієї лампи, лк» [18].

Загальну потужність слід визначити наступним чином:

$$W = W_1 \cdot F = 19,6 \cdot 341,25 = 6688,5 \text{ Вт}$$

де F – площа підлоги відділення, м^2 .

Кількість ламп для освітлення ділянки

$$n = \frac{W}{P} = \frac{6688,5}{200} = 33,4$$

Відповідно до розрахунків слід прийняти 33 лампи.

3.7. Розрахунок річної потреби ділянки у електроенергії

Активна потужність визначається наступним чином

$$P_a = \kappa_n \cdot \sum P_{уст} = 0,8 \cdot 21,5 = 17,2 \text{ кВт},$$

«де κ_n – коефіцієнт попиту, $\kappa_n=0,8$;

$\sum P_{уст}$ - встановлена сумарна потужність групи електроприймачів» [18]

Річна потреба у освітлювальній електроенергії дорівнює

$$W_r = P_a \cdot \Phi_{од} = 17,2 \cdot 1936 = 33299 \text{ кВт год}$$

3.8. Визначення потреби у парі та паливу

Річні потреби пари і палива на опалення та вентиляцію визначаємо наступним чином:

$$Q_{пар} = \frac{q_m \cdot H \cdot V}{i \cdot 1000} = \frac{20 \cdot 4320 \cdot 2047,5}{540 \cdot 1000} = 327,6 \text{ т};$$

$$Q_{пал} = \frac{q_m \cdot H \cdot V}{k \cdot 1000 \cdot \eta_k} = \frac{20 \cdot 4320 \cdot 2047,5}{7000 \cdot 1000 \cdot 0,75} = 33,7 \text{ т},$$

«де q_m – втрати палива на 1 м^3 будівлі;

H – кількість годин в опалювальному періоді;

V – об'єм приміщень підприємства;

i – теплота випарювання;

k – теплотворна здатність палива;

η_k – коефіцієнт корисної дії установки» [18].

3.9. Визначення витрат на воду

Враховуючи норму витрати води на одного робочого встановлюємо загальні витрати води на побутові потреби

$$Q = n \cdot D_p \cdot c \cdot q = 6 \cdot 250 \cdot 1 \cdot 35 = 52500 \text{ м}^3,$$

«де n – кількість робочих в одну зміну;

D_p – кількість робочих днів у році;

c – кількість змін;

q – норма витрат води» [18].

3.10. Розрахунок річних витрат стиснутого повітря

Методика розрахунку потреби у стиснутому повітрі полягає у наступному.

Спочатку знаходимо теоретичні середньогодинні витрати стиснутого повітря за формулою:

$$Q_m = Q_{\text{м}} \cdot \eta \cdot n = 3,5 \cdot 0,2 \cdot 4 = 2,8 \text{ м}^3/\text{ГОД},$$

«де $Q_{\text{м}}$ – витрати повітря при безперервній роботі;

η - коефіцієнт використання повітряприймачів;

n – кількість повітряприймачів» [18].

Розраховуємо дійсні середньогодинні витрати стиснутого повітря

$$Q_d = 1,5 \cdot Q_t = 1,5 \cdot 2,8 = 4,2 \text{ м}^3/\text{ГОД},$$

«де 1,5 – коефіцієнт, що враховує течі повітря, що пов'язані з нещільними з'єднаннями та виконанням непередбачених робіт» [18].

Річні витрати стиснутого повітря можна визначити наступним чином

$$Q_p = 1,3 \cdot Q_d \cdot \Phi_{\text{од}} \cdot c \cdot \eta_z = 1,3 \cdot 4,2 \cdot 1936 \cdot 1 \cdot 0,8 = 8456,4 \text{ м}^3,$$

«де $\Phi_{\text{од}}$ – дійсний річний фонд часу;

c – кількість змін;

η_3 – коефіцієнт завантаження обладнання за часом» [18].

3.11. Охорона праці та техніка безпеки при виконання робіт на дільниці

Основну увагу при розробці дільниці з ремонту двигунів ЯМЗ було приділено забезпеченню нормальних умов праці для працівників, надійності, безпечності і зручності експлуатації стендів, безпечності складальних і випробувальних робіт, вибору найбільш раціонального виробничого обладнання, пристосувань, інструменту, вантажопідіймальних засобів.

Визначені наступні небезпечні і шкідливі фактори, що можуть виникнути на дільниці:

- рухомі транспортні засоби, рухомі і обертальні частини виробничого обладнання, стендів, пристосувань, інструментів;
- руйнування при навантаженні окремих деталей стенда для випробування, інструментів;
- гострі кромки, шорсткість на поверхні інструментів, окремих частин випробувального стенда;
- небезпечний рівень напруги в електричній мережі (електроустаткування випробувального стенда), коли є умови замикання фази на корпус і проходження струму через тіло людини;
- підвищений рівень шуму і вібрації випробувального стенду, ручного пневматичного інструменту, іншого обладнання;
- підвищення або пониження температури повітря робочої зони в теплий і холодний періоди року;
- підвищена рухомість повітря;
- недостатнє освітлення робочої зони;

- понижена контрастність;
- аерозолі мастил, що застосовуються при складальних роботах;
- фізичні перенавантаження.

При організації робочого місця необхідно враховувати:

- можливість дії на працівника, а також на близько працюючих працівників небезпечних і шкідливих факторів;
- вільний доступ до місця проведення робіт;
- вільна зона навколо складального верстата (пристосувань, стендів). Вільна зона передбачена шириною не менше 1 м, а від стін – не менше 1,5 м.

Шляхи транспортування вузлів і агрегатів технологічним процесом передбачені найкоротшими, які виключають зустрічні вантажопотоки і вантажопотоки, що перехрещуються;

Інструменти, пристосування і комплектуючі вироби розташовуються безпосередньо біля складальника; те, що береться лівою рукою – зліва від нього, правою рукою – справа. Також розміщене і допоміжне обладнання (шафи, стелажі).

Експлуатація електрофікованого ручного інструменту здійснюється відповідно вимог «Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів» [19].

При роботі на стендах, гідравлічному пресі, іншому обладнанні, працівники керуються наступними вимогами:

- перед початком роботи перевіряти стан, кріплення складальних одиниць, трубопроводів і ущільнень, натяг пасів, контролюючі і запобіжні пристрої, захисні огорожі;
- перевірити кріплення заземлюючого (занулюючого) провідника;
- правильно застосовувати засоби індивідуального захисту;
- проводити роботи відповідно технологічних регламентів і інструкцій з охорони праці.

«До роботи допускаються особи, які пройшли навчання, інструктаж і перевірку одержаних знань, а також медичний огляд в установлений термін» [19].

ВИСНОВКИ

Метою представленої роботи є розробка технологічного процесу відновлення розподільчого валу двигуна ЯМЗ-236. Матеріали, що представлені в загальному, технологічному та організаційному розділах, свідчать про досягнення поставленої мети.

У загальному розділі наведені основні етапи створення та розвитку ТОВ «Калита-Нова». Обґрунтовано тему бакалаврської кваліфікаційної роботи.

У технологічному розділі надана технічна характеристика ЯМЗ-236, та також порядок його розбирання. Визначені особливості роботи механізму газорозподілення двигуна ЯМЗ-236. Особливу увагу приділено конструкціям розподільчих валів двигунів ЯМЗ. Виконано аналіз дефектів розподільчого валу, а також їх вплив на умови роботи двигуна. Обґрунтовано вибір раціонального способу відновлення деталі. Запропоновано використання вібродугового наплавлення в якості способу відновлення деталей. Розроблено технологічний процес відновлення розподільчого валу двигуна ЯМЗ-236, а також виконано розрахунок та вибір режимів технологічного процесу відновлення та норми часу на виконання технологічних операцій для розробленого технологічного процесу.

В організаційному розділі наведено інформацію про технологічний процес, перелік робіт та обладнання для виконання ремонту двигуна ЯМЗ. Проведені розрахунки трудомісткості робіт на дільниці, показників режимів роботи на підприємстві, а також кількості робочої сили для визначеного об'єму робіт. Виконано розрахунок площі дільниці ремонту двигунів ЯМЗ, проведені розрахунки освітлення, річної потреби дільниці у електроенергії, пару, палива та води. Розглянуті питання з охорони праці та техніка безпеки при виконання робіт на дільниці.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Романенко В. А. Розвиток машинобудування в Україні: системний підхід / В. А. Романенко // *Економіка України*. – 2013. – № 10. – С. 56–66.
2. Стецько А. Є. Технологічне забезпечення ресурсу роботи виготовлених і відновлених деталей: монографія. – Львів: Видавнича компанія «АРС», 2013. – 240 с.
3. Черновол М.И. Восстановление и упрочнение деталей сельскохозяйственной техники: Учеб. пособие/ М.И.Черновол. – К.: УМК ВО, 1989. – 259 с.
4. <https://erm.kntu.kr.ua/materiali/pidgotovka.html>
5. Ремонт машин та обладнання: Підручник / О.І. Сідашенко та ін.; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. Підручник: (Затверджено МОН України як підручник для студентів ВНЗ, які навчаються за напрямом підготовки «Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва» від 21.06.10 №1/11 – 545) – К.: Агроосвіта, 2014. – 665 с.
6. Ремонт автомобілів: Навчальний посібник/ Упор. В.Я. Чабанний. - Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007. - 720 с.
7. Білоконь Я.Ю. Трактори і автомобілі/ Я.Ю. Білоконь, А.І. Окоца. – К.: Урожай, 2002. – 324 с.
8. Практикум з ремонту машин. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин. Том 1 / О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонов, Т.С. Скобдо та інші. Навчальний посібник. – Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. – 416 с.
9. Лузан С.О. Обґрунтування економічної доцільності і ефективності відновлюваного наплавлення деталей композиційними матеріалами/ С.А. Лузан// Технічний сервіс агропромислового лісового та транспортного комплексів. 2020. №22. – С.272–280.
10. Харламов Ю.А. Основы технологии восстановления и упрочнения деталей машин/ Ю.А. Харламов, Н.А. Будагьянц. – Луганск: изд-во Восточно-укр. национ. ун-та им.В.Давя, 2003. – 480 с.

11. Лузан С.А. Критерии выбора способа восстановления деталей машин и определение рационального маршрута технологии/ С.А. Лузан// Вісник ХНТУСГ ім. П.Василенка. 2017. Вип.183. – С.45–56.
12. Ющенко К.А. Інженерія поверхні/ К.А. Ющенко, Ю.С. Борисов, В.Д. Кузнецов, В.М. Корж. – К.: Наукова думка, 2007. – 558 с.
13. Ділик Р.П. Розрахункові операції режимів механічної обробки матеріалів: точіння, свердління, зенкерування, розгортання: навч. посіб. / Р.П. Ділик, В.В. Зіль, С.Т. Папера – Д.: Національний гірничий університет», 2013. – 196 с.
14. Данюк В.М. Нормування праці: Навч. посіб. / В.М. Данюк, Г.О. Райковська, За заг. ред. В. М. Данюка. – К.: КНЕУ, 2006. – 268 с.
15. Технологія ремонту машин та обладнання : метод. вказівки до виконання практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спец. 208 «Агроінженерія» / [уклад. : І. В. Шепеленко, М. В. Красота, Р. А. Осін] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та ремонту машин. – Кропивницький: ЦНТУ, 2023. – 83 с.
<https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/13638>
16. Основи технології виробництва та ремонту машин : методичні вказівки до виконання практичних занять з курсу «Основи технології виробництва та ремонту машин» : для студент. спец. 208 «Агроінженерія», освітньо-кваліфікаційного рівня бакалавр / [уклад. : М. В. Красота, С. О. Магопєць, О. В. Бєвз, І. В. Шепеленко та ін.] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та ремонту машин. – Кропивницький : ЦНТУ, 2023. - 41 с.
<https://dspace.kntu.kr.ua/handle/123456789/13637>
17. Булей И.А. Проектирование ремонтных предприятий сельского хозяйства. К.: Вища школа, 1983. – 348 с.
18. Проектування цехів і дільниць для відновлення та зміцнення деталей : метод. вказ. до виконання курс. проекту : для магістрантів спец. 132 - Матеріалознавство / [уклад. : О. В. Бєвз, С. О. Магопєць, М. В. Красота, Р. А. Осін] ; М-во освіти і науки України, Центральноукраїн. нац. техн. ун-т, каф. експлуатації та ремонту машин. - Кропивницький : ЦНТУ, 2020. - 35 с.
19. Запорожець О.І. Основи охорони праці: Підручник. – Київ: вид ЦУЛ, 2019. – 264 с.