

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Автомобілів

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту кривошипно-шатунного механізму автомобіля КАМАЗ-53212

Виконав(ла): студент(ка) 4 курсу, групи МА-41
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Кравчук С.В.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Гевко І.Б.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Левкович М.Г.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Цьонь О.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Факультет Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(повна назва факультету)

Кафедра Кафедра автомобілів
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«24» січня 2023 р.

ЗАВДАННЯ

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

на здобуття освітнього ступеня бакалавр
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр і назва спеціальності)

студенту Кравчуку Святославу Віталійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту кривошипно-шатунного механізму автомобіля КАМАЗ-53212.

Керівник роботи Гевко І.Б., д.т.н., проф.

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

Затверджені наказом ректора від «24» січня 2023 року № 4/7-72

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19 червня 2023

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес технічного обслуговування та ремонту кривошипно-шатунного механізму автомобіля КАМАЗ-53212.

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1 Загально-технічний розділ. 2 Технологічний розділ. 3 Конструкторський розділ.

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

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

Пристосування для проточування – А1;

Схема установки шліфувального пристрою – А1;

Верстат вертикально-свердлильний 2Н125 – А1;

Пристрій затискний – А1;

Стенд балансувальний – А1;

Пристрій для контролю лінійних розмірів – А1;

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дата | |
|--|---|----------------|------------------|
| | | завдання видав | завдання прийняв |
| Безпека життєдіяльності, основи охорони праці. | к.т.н. доц. Сенчишин В.С. | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання 24.січня 2023р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів роботи | Термін виконання етапів роботи | Примітка |
|-------|---|--------------------------------|----------|
| 1 | Загально-технічний розділ | 16.02.2023 | |
| 2 | Технологічний розділ | 09.03.2023 | |
| 3 | Конструкторський розділ | 14.04.2023 | |
| 4 | Безпека життєдіяльності, основи охорони праці | 05.05.2023 | |
| 5 | Оформлення графічної частини | 23.05.2023 | |
| 6 | Захист кваліфікаційної роботи бакалавра | 20.06.2023 | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент

(підпис)

Кравчук С.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

Гевко І.Б.

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота бакалавра на тему: «Розроблення технологічного процесу технічного обслуговування та ремонту кривошипно-шатунного механізму автомобіля КАМАЗ-53212.».

Робота виконана на кафедрі автомобілів Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя. Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра д.т.н., професор Гевко І.Б.

Пояснювальна записка складається з п'яти розділів і 53 сторінки формату А4 та 6 аркушів формату А1 графічної частини 6 сторінок додатків.

Ключові слова: загальний огляд, балансування, регулювання, діагностика, зазор.

ЗМІСТ

| | |
|---|----|
| Вступ | 7 |
| 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ | 8 |
| 1.1 Будова та принцип дії кривошипно-шатунного механізму..... | 8 |
| 1.2 Основні дефекти та ремонт колінчастого вала і маховика..... | 10 |
| 2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ | 17 |
| 2.1 Коректування пробігу автомобіля до капітального ремонту..... | 17 |
| 2.2 Коректування пробігу автомобіля до першого та другого технічного обслуговування..... | 18 |
| 2.3 Розрахунок кількості технічних обслуговувань і ремонтів..... | 19 |
| 2.4 Річна виробнича програма..... | 22 |
| 2.5 Трудомісткість технічних обслуговувань і поточного ремонту..... | 23 |
| 2.6 Річний план завантаження майстерні за видами робіт..... | 26 |
| 2.7 Розрахунок кількості виробничих робітників..... | 29 |
| 2.8 Розрахунок штатної кількості виробничих робітників поточного ремонту двигунів..... | 30 |
| 2.9 Розрахунок і підбір обладнання дільниці..... | 32 |
| 2.10 Площа дільниці поточного ремонту двигунів..... | 24 |
| 2.11 Основні будівельні вимоги до приміщення дільниці..... | 35 |
| 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ | 36 |
| 3.1 Обґрунтування доцільності розробки пристрою..... | 36 |
| 3.2 Опис існуючих пристроїв для випресовування підшипників..... | 37 |
| 3.3 Будова та принцип дії запропонованого знімача..... | 39 |
| 3.4 Розрахунок гвинтового цангового знімача..... | 40 |
| 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ | 44 |
| 4.1 Техніка безпеки під час виконання розбірно-складальних і слюсарно ремонтних робіт..... | 44 |
| 4.2 Техніка безпеки під час використання електричної енергії..... | 45 |
| 4.3 Протипожежні заходи..... | 47 |
| 4.4 Правила техніки безпеки під час робіт із знімачами..... | 48 |

| | |
|-------------------------------|-----------|
| ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ..... | 6 |
| БІБЛІОГРАФІЯ..... | 49 |
| ДОДАТКИ | 51 |

ВСТУП

Ремонт кривошипно-шатунного механізму автомобіля є однією з найважливіших процедур в автосервісній індустрії. КШМ є ключовим компонентом внутрішнього згоряння двигуна, відповідальним за перетворення прямолінійного руху поршня на обертальний рух колінчастого вала. Він грає критичну роль у забезпеченні плавності роботи двигуна та передачі потужності до приводу коліс.

КШМ піддається великому навантаженню та постійному зносу через постійні коливання, тертя та високі температури. Часом він може страждати від недоліків конструкції, невірною змазування, неправильного використання або просто від нормального зносу. В таких випадках виконання ремонту стає необхідністю. Ремонт КШМ включає в себе діагностику, розбірку, очищення, огляд, заміну пошкоджених або зношених деталей, регулювання та повторну збірку. Основні проблеми, які можуть виникнути, включають знос підшипників шатунів, деформацію шатунів або кривошипів, тріщини в шатунах, неправильну роботу поршневих кілець та інші пошкодження.

В процесі ремонту КШМ важливо використовувати якісні запасні частини та інструменти, а також дотримуватися встановлених виробником технологій та специфікацій. Недостатньо якісний або неправильний ремонт може призвести до подальших проблем, зниження ефективності двигуна, витрат палива або навіть поломки.

Усвідомлення важливості ремонту кривошипно-шатунного механізму та виконання його з професіоналізмом може значно продовжити термін служби двигуна автомобіля і забезпечити безпеку та надійність його роботи.

Якщо у вас виникли проблеми з кривошипно-шатунним механізмом вашого автомобіля, рекомендується звернутися до кваліфікованого механіка або сертифікованого автосервісу, щоб забезпечити правильну діагностику та ремонт. Ремонт цього механізму може бути складним і вимагати спеціалізованих знань та досвіду.

1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Будова та принцип дії кривошипно-шатунного механізму

КШМ змінює поступальний рух поршня на зворотно-поступальний рух і в додаток генерує обертовий рух колінчастого вала та маховика. Газорозподільний механізм відповідає за подавання робочої суміші в циліндр двигуна і завчасний випуск відпрацьованих газів з циліндрів.

Це опис блока картера V-подібного двигуна, в якому розташовані два ряди циліндрів під кутом 90 градусів. Блок виготовлений з чавуну і має вставні мокрі гільзи з сірого чавуну з кислотостійкими вставками у верхній частині. Гільзи у нижній частині герметично ущільнені за допомогою двох гумових кілець. У верхній частині герметизація робочого об'єму циліндра досягається завдяки затисканню бурта гільзи між блоком та головкою.

Головки блоку циліндрів виготовлені з алюмінієвого сплаву. Для забезпечення герметичності стику між блоком і головкою використовується азбестометалева прокладка.

Поршні на рис. 1.1 виготовлені з алюмінієвого сплаву і покриті шаром олова. Днище поршня має плоску форму з розмірними мітками. На головці поршня є врізане чавунне кільце з канавкою для верхнього компресійного кільця. Форма юбки поршня є еліптичним конусом, з різницею між найбільшим і найменшим діаметром становить 0,52 мм. Конусність юбки по довжині коливається від 0,035 до 0,050 мм. На поршень встановлено три компресійні кільця і одне маслоснімне кільце. На юбці поршня є T-подібний проріз. Компресійні кільця зроблені з чавуну з виточками на внутрішній поверхні. Два верхні кільця покриті хромом. Маслоснімне кільце складається з декількох елементів, зокрема двох плоских сталевих кілець, осевого та радіального розширювачів. Замок кілець є прямим. Зазори в канавці компресійних кілець становлять висоту від 0,050 до 0,082 мм, у маслоснімному кільці - від 0,025 до 0,062 мм, у замку верхніх компресійних кілець - від 0,25 до 0,60 мм, у нижньому компресійному - від 0,15 до 0,70 мм, у маслоснімному - від 0,9 до 1,5 мм.

Поршневий палець є типом плаваючого пальця. У холодному стані, з'єднання пальця з втулкою верхньої головки шатуна має деякий зазор у кілька мікрон, а в отворах поршня він має невеликий натяг. Для забезпечення точності посадок, поршневий палець підбирається до поршнів і шатунів за допомогою селективного підбору. Палець фіксується в поршні за допомогою двох стопорних кілець.

Шатуни виготовлені зі сталі і є штампованими з двотавровим перерізом. У нижній головці шатуна розміщені три металеві вкладиші товщиною 2 мм. Шатунні болти служать для закріплення кришки шатуна з високою точністю щодо його верхньої частини. Гайки болтів після затягування фіксуються за допомогою шплінтів.

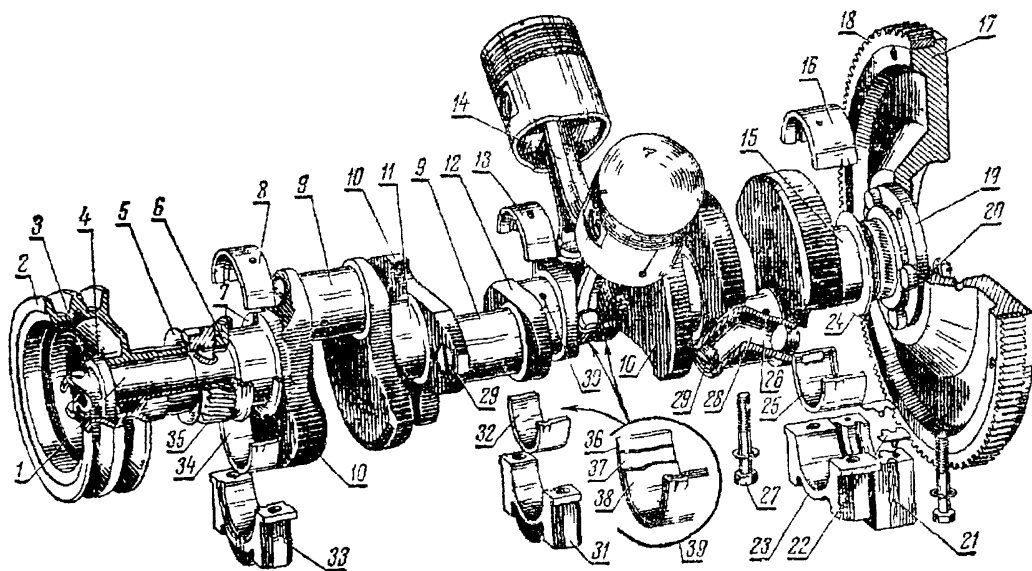


Рисунок 1.1 – Кривошипно-шатунний механізму двигуна:

Колінчастий вал виготовлений зі сталі методом штампування. Коліна вала розташовані в двох взаємно перпендикулярних площинах, що забезпечує рівномірне чергування робочих ходів і дозволяє вирівняти сили інерції першого порядку та моменти цих сил за допомогою противаг. В даному двигуні сили інерції другого порядку врівноважені.

На передньому кінці колінчастого вала розміщені ведуча шестерня газорозподільного механізму та шків, який приводить в рух вентилятор, водяний насос і генератор. Шків прикріплюється до вала за допомогою болта, а головка цього болта виконує роль храповика для ручного запуску двигуна.

На задньому кінці колінчастого вала розташований маховик, який виготовлений з литого чавуну. Маховик закріплений до колінчастого вала за допомогою шести болтів. Болти розміщені на фланці нерівномірно, щоб маховик міг бути встановлений на вал тільки у одному положенні. Така конструкція кріплення обумовлена необхідністю балансування колінчастого вала разом з маховиком.

1.2 Основні дефекти та ремонт колінчастого вала і маховика

Колінчастий вал двигуна виготовлений шляхом штампування з використанням сталі 50Г. Основні несправності колінчастого вала (див. рис. 1.2) включають вигин, пошкодження посадочних місць і шпонкових канавок під ведучою шестернею і шківом вала, а також пошкодження посадочного місця на торці вала для підшипника. Додаткові проблеми включають пошкодження або зношеність різьби під храповиком, пошкодження отворів або різьби у фланці кріплення маховика, маслозгінної різьби і бурта упорної корінної шийки, а також спрацювання шийок вала по діаметру і довжині.

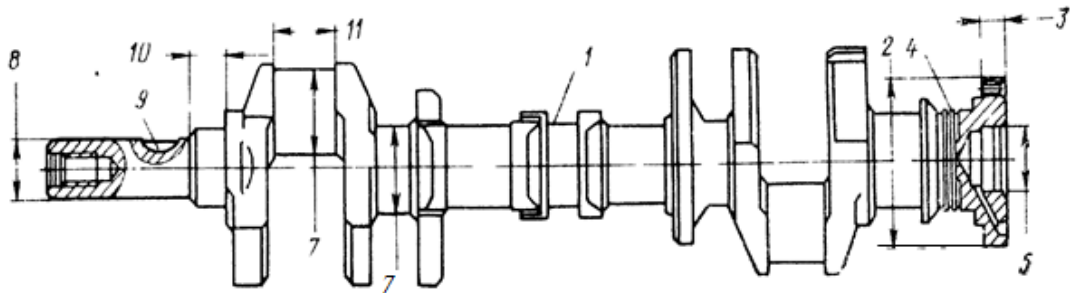


Рисунок 1.2 – Дефекти колінчастого вала двигуна:

Колінчастий вал підлягає відклику у разі виявлення тріщин будь-якого типу та розташування, за винятком незначних відшарувань на поверхностях шийок, які можуть бути виправлені шліфуванням до ремонтного розміру. Колінчастий вал відхиляється при спрацюванні корінних або шатунних шийок, які перевищують останній розмір для ремонту, а також при спрацюванні шийок в межах довжини, що перевищує допустимі розміри.

Вигин колінчастого вала пояснюється взаємодією залишкових напруг, що утворилися під час виготовлення вала, і циклічних навантажень, яким піддається вал під час роботи двигуна. Для випрямлення валів застосовують методи, такі як пресування на призмах у холодному стані (рис. 1.3) або пневматичне молотування для вирівнювання поверхні.

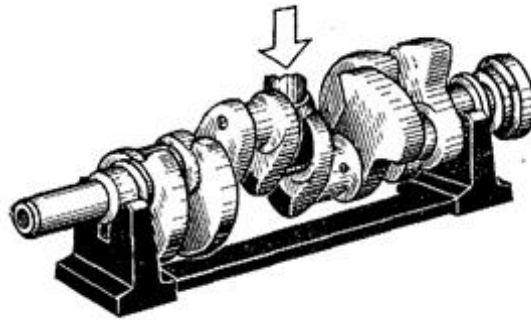


Рисунок 1.3 – Правка колінчастого вала на призмах під пресом

Після процедури холодної пресування колінчастого вала, він піддається термічній обробці. Цей процес включає нагрівання вала до температури 180...200°C і утримання протягом 5...6 годин. Допускається, що биття середньої коріної шийки колінчастого валу відносно крайніх не перевищує 0,05 мм.

Для відновлення спрацьованих посадочних місць під шестірню або шків використовують метод наплавлення, за яким слідує обробка для досягнення номінального розміру. Посадочне місце в торці під підшипник відновлюють шляхом встановлення втулки з натягом та обробкою її до номінального розміру (див. рис. 1.4).

Спрацьовані шпонкові канавки відновлюють шляхом обробки до ремонтного розміру або повністю їх заварюють і нарізують нову канавку з номінальним розміром. При цьому особливу увагу приділяють точному відновленню місця розташування канавки під шпонку, щоб зберегти високу точність встановлення розподільних шестерень.

Спрацьовані отвори або різьбу у фланці відновлюють за допомогою розвертання, проводячи цю операцію разом з маховиком для збільшення розмірів болтів. Різьбу під храповик відновлюють шляхом нарізування нової різьби збільшеного розміру, виготовленням нового храповика або

використанням методу наплавлення і нарізування різьби збільшеного розміру на існуючому храповику.

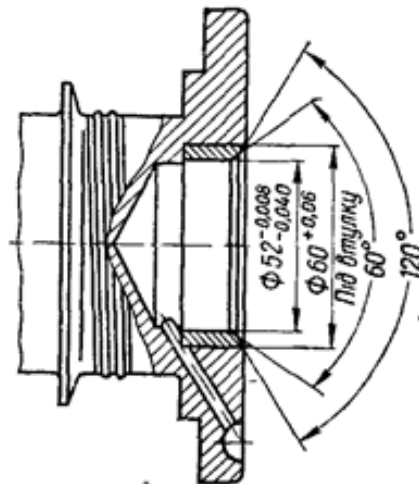


Рисунок 1.4 – Отвір під підшипник у торці колінчастого вала відновлюють шляхом встановлення спеціальної втулки.

Маслозгінну різьбу, якщо її спрацьованість досягає глибини меншої 1,0 мм, відновлюють, поглиблюючи до нормального профілю і поліруючи шліфувальною шкуркою зернистістю 8...6.

Установочний бурт корінної шийки, якщо він спрацьований, відновлюють шляхом наплавлення і обробки до потрібного розміру.

Спрацьованість корінних і шатунних шийок колінчастого вала відбувається нерівномірно і неоднаково.

Шатунні шийки стають спрацьованими на конус по довжині і на овал по діаметру, формуючи еліпсності. Найбільша спрацьованість по діаметру спостерігається в площині кривошипа вздовж поверхні, що знаходиться від осі корінних підшипників.

Зазвичай, корінні шийки спрацьовуються рівномірно по довжині, а по діаметру набувають еліптичної форми. Поверхні, що знаходяться ближче до осі шатунних шийок у площині кривошипа, спостерігають більшу спрацьованість.

При дефектуванні колінчастого вала звертають увагу на особливості спрацювання шийок. Замір шийок проводять у двох перерізах, на відстані 10

мм від щік, в двох площинах: в площині кривошипа (де спостерігається найбільше спрацювання) і перпендикулярно до неї.

Якщо еліпсність шатунних шийок перевищує 0,05 мм, а корінних - 0,06 мм, або якщо є задирки, забоїни, глибокі риски або спрацювання, що перевищують допустимі значення, необхідно провести шліфування шийок. У разі потреби, шліфування проводять для всіх шатунних або корінних шийок, приводячи їх до одного ремонтного розміру.

Якщо розміри шийок колінчастих валів перевищують ремонтні межі, вони піддаються наплавленню під шаром флюсу і після цього обробляються до номінальних розмірів. Шийки колінчастого вала подаються на спеціальні шліфувальні верстати, де проводиться шліфування спочатку корінних, а потім шатунних шийок.

Під час шліфування корінних шийок, використовують фаску отвору під храповик та фаску або отвір у торці вала для встановлення баз. Ці бази перед шліфуванням перевіряються і, якщо потрібно, виправляються. Для перевірки колінчастого вала встановлюють його у центрах і вимірюють биття по спрацьованих поверхнях. При шліфуванні шатунних шийок використовуються бази, такі як шийка під шестірню, зовнішня циліндрична поверхня фланця під маховик або прошліфовані крайні корінні шийки.

Перед процесом шліфування, отвори масляних каналів піддаються зенкуванню на радіально-свердлильних верстатах або електродрилі. Під час шліфування залишають припуск в діапазоні 0,004...0,005 мм, що потребує подальшого полірування.

Шийки піддаються поліруванню за допомогою пасти ГОЙ № 20...30 на спеціальних верстатах або за допомогою спеціальних пристроїв. Полірування проводять одночасно для всіх шатунних і корінних шийок.

Після проведення шліфування та полірування шийок колінчастого вала та масляних канавок, вони піддаються ретельному промиванню, стиснутим повітрям та контролю. Контроль включає перевірку радіуса кривошипа вала, биття корінних шийок та фланця кріплення маховика.

У центрах проводять перевірку биття корінних шийок і фланця за допомогою годинникових індикаторів (рис. 1.5 а).

За допомогою пристрою типу 9571-38 (рис. 1.5 б), який складається з корпусу-труби 2, двох призм 7 та чотирьох індикаторів 3, проводять перевірку радіуса кривошипа. Процедура включає встановлення індикаторів за еталом та розміщення пристрою на першій і задній шийках корінних підшипників за допомогою призм. Вимірювальні стержні індикаторів повинні контактувати з поверхнями відповідних шатунних шийок. Відхилення стрілок від нульового положення вказуватимуть на відхилення радіусів кривошипа від нормальних значень.

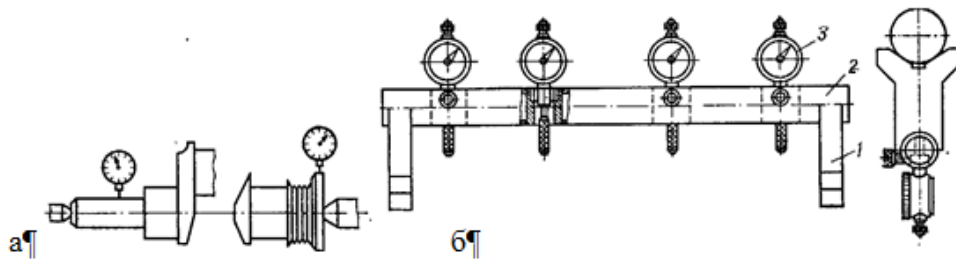


Рисунок 1.5 – Перед початком шліфування корінних шийок проводиться перевірка установочних баз (рис. а). Для перевірки радіуса кривошипа колінчастого вала використовується спеціальний пристрій 9571-38 (рис. б):

1 – призма; 2 – корпус – труба; 3 – індикатор.

Відновлені вали повинні відповідати таким технічним вимогам:

Шорсткість поверхні шийок повинна бути не нижче 9-го класу.

Радіуси галтелей і радіуси кривошипів повинні відповідати технічним вимогам.

Основні дефекти вкладишів, що можуть виникати, включають:

Задирки: Механічні пошкодження або стирання, що призводять до утворення нерівностей або виступів на поверхні вкладиша.

Знос: Поступове стирання матеріалу вкладиша внаслідок тріщин, тертя або інтенсивного використання.

Забоїни: Утворення ямок або виступів на поверхні вкладиша, зазвичай через недостатню мастильну плівку або удари.

Виштовхування: Неправильна установка або закріплення вкладиша, що призводить до його виходу з ложа підшипника.

Тріщини: Поява розщеплень або тріщин в матеріалі вкладиша, зазвичай внаслідок надмірного навантаження або деформації.

Корозія: Пошкодження поверхні вкладиша внаслідок впливу вологи або агресивних середовищ.

Ці дефекти можуть призвести до неправильної роботи підшипників, зниження їх ефективності, а в крайніх випадках - до відмови механізму, тому важливо систематично перевіряти стан вкладишів і вчасно замінити пошкоджені.

Якщо будь-який з наведених дефектів вкладишів перевищує допустимі межі або якщо овальність шийок і зазори між вкладишами та шийками колінчастого вала перевищують допустимі значення, необхідно замінити вкладиші.

Вкладиші ремонтного розміру з незначним спрацюванням антифрикційного шару можна розточувати на великий діаметр додаткового або основного ремонтного розміру, якщо інші дефекти відсутні. Варто зауважити, що на двигун не можна встановлювати вкладиші, чия товщина антифрикційного шару менша ніж 0,16 мм.

Шорсткість поверхні розточених вкладишів повинна відповідати мінімальному класу 8, а максимальні значення овальності і конусності не повинні перевищувати 0,02 мм. Старе маркування на зовнішній поверхні розточених вкладишів видаляють і наносять нове, вказуючи ремонтний розмір і місце встановлення (нижній або верхній). Розточені вкладиші, як і нові, не слід розкомплектовувати.

Маховики виготовляються з матеріалу, яким є сірий чавун. Протягом експлуатації можуть виникати наступні основні дефекти: задирки та спрацювання на поверхні контакту з веденим диском зчеплення; пошкодження та спрацювання гладеньких і різьбових отворів, а також зубців на вінці шестерні; незбалансованість.

Маховик піддають вибраковці у разі поломок, появи тріщин або коли робоча поверхня зношується до такої міри, що вибракування стає необхідним.

Задирки та сліди спрацювання на поверхні стикання з веденим диском зчеплення усувають шліфуванням та подальшим поліруванням за допомогою дерев'яного бруска, на який наклеєне наждачне полотно зернистістю 8...6. Допускається неплоскостинність робочої поверхні не більше 0,15 мм. Крім цього,

перевіряється биття робочої поверхні відносно базового торця під фланець колінчастого вала. Торцеве биття робочої поверхні не повинно перевищувати 0,1 мм на крайніх точках.

Гладенькі і різьбові отвори, що мають пошкодження, відновлюють за допомогою розвертання під збільшений діаметр і нарізування різьби збільшеного розміру. В разі пошкодження отворів під болти кріплення до колінчастого вала, вони відновлюються разом з отворами фланця вала.

Задирки і пошкодження торців зубів вінця можна виправити за допомогою лицьового напилка або шліфувального круга з гнучким валом. Якщо необхідно, вінець можна замінити або перевернути на маховику на 180° після його перепресування. При перепресуванні вінця, натяг повинен бути не менше 0,40 мм. Перед процедурою перепресування вінця, його слід нагріти до температури 150...220°C.

Після ремонту, маховик піддають балансуванню на спеціальних пристроях для статичного балансування. Для усунення дисбалансу, здійснюють висвердлювання металу на торцевій площині, яка знаходиться в бік колінчастого вала. Діаметр отворів для висвердлювання складає 8...9 мм, а їх глибина не перевищує 8...10 мм.

2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Коректування пробігу автомобіля до капітального ремонту

Формулою встановлюється спосіб визначення пробігу автомобіля до капітального ремонту (КР) L_{KP} відповідно до категорії умов експлуатації.

$$L_{KP} = L_n \cdot K \text{ тис. км,} \quad (2.1)$$

Коефіцієнт K_3 розраховується за формулою

$$K_3 = K_3^I \cdot K_3^{II}, \quad (2.2)$$

Таким чином, формула може бути використана для визначення значення коефіцієнту K .

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3^I \cdot K_3^{II}. \quad (2.3)$$

Відповідно до вказівок, щодо автомобіля:

Пробіг автомобіля до капітального ремонту (КР) для першої категорії умов експлуатації складає $L_n = 300$ тис. км,;

Для IV-ї категорії умов експлуатації, коефіцієнт може бути визначений. $K_1 = 0,7$;

Для автомобіля загального призначення, який використовується з одним причепом на короткі відстані, існує коефіцієнт, який враховує зміни в рухомому складі та організації його роботи $K_2 = 0,9$;

Для кліматичного району з помірним кліматом, існує коефіцієнт, що враховує цю специфіку. $K_3^I = 1,0$;

Для транспортних засобів, які експлуатуються в морській зоні, існує коефіцієнт, що враховує цю особливість. $K_3^{II} = 0,9$.

Слід відзначити, що значення коефіцієнту K не може бути менше 0,5, тобто має бути задоволена наступна умова.

$$K \geq 0,5. \quad (2.4)$$

Отже, відповідно до формули (2.3), значення комплексного коефіцієнта K буде таким:

$$K = 0,7 \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,567,$$

а пробіг автомобіля до КР L_{KP} для IV-ї категорією умов експлуатації за виразом (2.1)

$$L_{KP} = 300 \cdot 0,567 = 170,1 \text{ тис. км,}$$

Отримане значення коефіцієнту K гарантує виконання умови (2.4), оскільки, $0,567 > 0,5$.

За вищезазначеними умовами, значення пробігу до капітального ремонту (КР) округлюється до тисяч і отримується $L_{KP} = 170 \text{ тис км.}$

2.2 Коректування пробігу автомобіля до першого та другого технічного обслуговування

Для визначення пробігу до першого та другого технічних обслуговувань (ТО-1 і ТО-2), використовуються формули/вирази.

$$L_{TO-1} = L_{TO-1}^H \cdot K_1 \cdot K_3; \quad (2.5)$$

$$L_{TO-2} = L_{TO-2}^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (2.6)$$

За наданими даними, ми враховуємо значення коефіцієнтів. $K_1 = 0,7$; $K_3' = 1,0$; $K_3'' = 0,9$; $K_3 = K_3' \cdot K_3'' = 1,0 \cdot 0,9 = 0,9$.

Згідно нормативів, для автомобіля КАМАЗ-53212 встановлені значення пробігу до першого і другого технічних обслуговувань (ТО-1 і ТО-2) складають. $L_{TO-1}^H = 3000 \text{ км, } L_{TO-2}^H = 12000 \text{ км.}$

Після підстановки відповідних значень у вирази (2.5) і (2.6), ми отримуємо наступне результат:

$$L_{TO-1} = 3000 \cdot 0,7 \cdot 0,9 = 1890 \text{ км.}$$

$$L_{TO-2} = 12000 \cdot 0,7 \cdot 0,9 = 7560 \text{ км.}$$

Отримані значення L_{TO-1} і L_{TO-2} округляємо до сотень кілометрів та перевіряємо їх на умову кратності $n = L_{TO-2} / L_{TO-1} = 4$ і відхилення отриманих значень від округлених на величину не більшу як +10 %.

Приймаємо: значення пробігу автомобіля до ТО-1 $L_{TO-1} = 2000 \text{ км,}$ до ТО-2 $L_{TO-2} = 8000 \text{ км;}$ кратність пробігу становить $n = 8000 / 2000 = 4$; відхилення округлених значень пробігу для ТО-1 і ТО-2 відповідно становлять

$(2000 - 1890) \cdot 100 / 1890 = 5,8 \%$, $(8000 - 7560) \cdot 100 / 7560 = 5,8 \%$, що менше 10 %.

Оскільки співвідношення $n_1 = L_{KP} / L_{TO-2} = 170000 / 8000 = 21,25$, то приймаємо його рівним 21 і повторно розраховуємо пробіг до КР

$$n_{к1} \cdot L_{TO-2} = 21 \cdot 8000 = 168000 \text{ км.}$$

Отже, враховуючи задані умови експлуатації, пробіг до капітального ремонту (КР) складає. $L_{KP} = 168 \text{ тис. км.}$

2.3 Розрахунок кількості ТО та Р

Під час проектування АТП для ілюстрації зв'язку між пробігом автомобіля та тривалістю його експлуатації розраховують циклічну програму ТО і КР. Циклом експлуатації автомобіля вважається пробіг до капітального ремонту, оскільки протягом цього періоду виконуються всі види ТО і ремонту. На сьогоднішній день рекомендується проводити капітальний ремонт повного комплектного автомобіля не більше одного разу, тобто автомобіль списується після двох циклів експлуатації.

$$N_{KP} = \frac{L_u}{L_{KP}}. \quad (2.7)$$

Для умови $L_u = L_{KP} = 168000 \text{ км}$, згідно виразу (2.7) кількість КР за цикл

$$N_k = \frac{168000}{168000} = 1.$$

За умови, що за пробігу рівному L_u , останнє за цикл ТО-2 не виконується, а автомобіль направляється у КР, кількість ТО-2 визначається з виразу

$$N_{TO-2} = \frac{L_u}{L_{TO-2}} - N_{KP}. \quad (2.8)$$

Після встановлення відповідних значень у вираз (2.8), отримуємо кількість других технічних обслуговувань (ТО-2) для одного автомобіля. НТО-2:

$$N_{TO-2} = \frac{168000}{8000} - 1 = 20.$$

Оскільки операції ТО-1 входять до переліку операцій ТО-2 та виконуються одночасно, загальна кількість ТО-1 для одного автомобіля буде $N_{ТО-1}$ становитиме:

$$N_{ТО-1} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{ТО-1}} - (N_{КР} + N_{ТО-2}). \quad (2.9)$$

Згідно з формулою (2.9), значення кількості ТО-1 буде наступним:

$$N_{ТО-1} = \frac{168000}{2000} - (1 + 20) = 63.$$

Кількість ЩТО за цикл для одного автомобіля визначається як частка від ділення циклового пробігу $L_{\text{ц}}$ до середньодобового пробігу автомобіля $l_{\text{ср}}$

$$N_{ЩТО} = \frac{L_{\text{ц}}}{l_{\text{ср}}}. \quad (2.10)$$

Після заміни виразу (2.10) на відповідні значення, отримуємо наступний результат:

$$N_{ЩТО} = \frac{168000}{130} = 1292.$$

Щоб розрахувати кількість ТО та Р за 1 рік вводиться коефіцієнт η_p переходу від циклу до року

$$\eta_p = \frac{D_{p,\text{д}}}{D_{\text{ц}}}, \quad (2.11)$$

$$D_{p,\text{д}} = 300 \text{ дн.}$$

Число днів у циклі $D_{\text{ц}}$ розраховується з виразу

$$D_{\text{ц}} = D_{p,\text{ц}} + \sum D_{n,\text{ц}}, \quad (2.12)$$

Число днів роботи автомобіля за цикл $D_{p,\text{ц}}$ визначається за формулою

$$D_{p,\text{ц}} = \frac{L_{\text{ц}}}{l_{\text{ср}}}. \quad (2.13)$$

Після заміни виразу (2.13) на відповідні значення, отримуємо такий результат:

$$D_{p,\text{ц}} = \frac{168000}{130} = 1292 \text{ дн.}$$

Число днів простою автомобіля в експлуатаційних ремонтах D_{np} розраховується за формулою

$$D_{np} = \frac{L_{ц}}{1000} \cdot D_{n.np}, \quad (2.14)$$

$$D_{n.np} = 0,4 \text{ дн.}$$

Після заміни виразів на відповідні значення, отримуємо наступний результат:

$$D_{np} = \frac{168000}{1000} \cdot 0,4 = 67,2 \text{ дн.}$$

Сумарне число днів простою автомобіля за цикл $\Sigma D_{n.ц}$ визначаємо за формулою

$$\Sigma D_{n.ц} = D_{KP} + N_{TO-2} + \frac{L_{ц}}{1000} \cdot D_{n.np}, \quad (2.15)$$

$$D_{KP} = 15 \text{ дн.}$$

Після підстановки відповідних значень у вираз (2.15), отримуємо такий результат:

$$\Sigma D_{n.ц} = 15 + 20 + \frac{168000}{1000} \cdot 0,4 = 102 \text{ дн.}$$

За допомогою підстановки значень, отриманих з виразів (2.13-2.15), ми визначаємо число днів у циклі за формулою (2.12), $D_{ц}$

$$D_{ц} = 1292 + 102 = 1394 \text{ дн.}$$

Згідно з виразом (2.11), отримуємо значення коефіцієнта переходу від циклу до року.

$$\eta_p = \frac{300}{1394} = 0,215.$$

Для обчислення річної кількості ремонтів і технічних обслуговувань на один автомобіль ми використовуємо відповідні формули.

$$N_{KRp} = N_{KP} \cdot \eta_p; \quad (2.16)$$

$$N_{TO-2p} = N_{TO-2} \cdot \eta_p; \quad (2.17)$$

$$N_{TO-1p} = N_{TO-1} \cdot \eta_p; \quad (2.18)$$

$$N_{ЩТОp} = N_{ЩТО} \cdot \eta_p. \quad (2.19)$$

Після заміни відповідних значень у формули (2.16 - 2.19), ми отримуємо такі результати:

$$N_{KPP} = 1 \cdot 0,215 = 0,2;$$

$$N_{TO-2p} = 20 \cdot 0,215 = 4,3;$$

$$N_{TO-1p} = 63 \cdot 0,215 = 13,5;$$

$$N_{ЩТОp} = 1292 \cdot 0,215 = 278,0.$$

Для обчислення коефіцієнта технічної готовності парку α_m , ми використовуємо вираз і визначаємо його значення.

$$\alpha_m = \frac{D_{p.ц}}{D_{ц}}. \quad (2.20)$$

Значення α_m становить

$$\alpha_m = \frac{1292}{1394} = 0,927.$$

Коефіцієнт випуску парку α_n визначаємо з виразу

$$\alpha_n = \alpha_m \cdot \frac{D_{p.д}}{365}, \quad (2.21)$$

Таким чином значення α_n за виразом (2.21) становить:

$$\alpha_n = 0,927 \cdot \frac{300}{365} = 0,762.$$

2.4 Річна виробнича програма

Річна кількість ремонтів ΣN_{KPP} і технічних обслуговувань ΣN_{TO-2p} , ΣN_{TO-1p} , $\Sigma N_{ЩТОp}$ для всього парку автомобілів АТП розраховуються за виразами:

$$\Sigma N_{KPP} = A_n \cdot N_{KPP}; \quad (2.22)$$

$$\Sigma N_{TO-2p} = A_n \cdot N_{TO-2p}; \quad (2.23)$$

$$\Sigma N_{TO-1p} = A_n \cdot N_{TO-1p}; \quad (2.24)$$

$$\Sigma N_{ЩТОp} = A_n \cdot N_{ЩТОp}. \quad (2.25)$$

Після заміни відповідних значень у виразах (2.22 - 2.25), матимемо такий результат:

$$\begin{aligned}\sum N_{KPP} &= 140 \cdot 0,215 = 29,2; \\ \sum N_{TO-2p} &= 140 \cdot 4,3 = 585,1; \\ \sum N_{TO-1p} &= 140 \cdot 13,5 = 1843,2; \\ \sum N_{\text{ЩТО}p} &= 140 \cdot 278,0 = 37809,9.\end{aligned}$$

2.5 Трудомісткість технічних обслуговувань і поточного ремонту

Оскільки виконання КР повнокомплектних автомобілів згідно з "Положенням" відбувається на спеціалізованих ремонтних підприємствах, то для автотранспортного підприємства ми розраховуємо тільки трудомісткість ТО і ПР.

Для парку автомобілів КАМАЗ-53212 та I-ї категорії умов експлуатації ми вибираємо відповідні значення трудомісткості ТО і ПР.
 $t_{\text{ЩТО}} = 0,45 \text{ люд.} - \text{год}$; $t_{TO-1} = 2,2 \text{ люд.} - \text{год}$; $t_{TO-2} = 10,8 \text{ люд.} - \text{год}$;
 $t_{\text{ПР}} = 3,6 \text{ люд.} - \text{год} / 1000 \text{ км}$. Для коригування перерахованих трудомісткостей враховуємо коефіцієнти, що відображають задані умови експлуатації. Коефіцієнт коригування K для ТО визначається за допомогою виразу.

$$K = K_2 \cdot K_5, \quad (2.26)$$

$$K_2 = 1,15.$$

Маючи на увазі, що парк автотранспортного підприємства складається з 140 автомобілів однієї марки КАМАЗ-53212, приймаємо значення коефіцієнта K_5 рівним 1,05.

Отже, отримаємо значення коефіцієнта K , який коригує трудомісткість ТО.

$$K = 1,15 \cdot 1,05 = 1,2.$$

Трудомісткість ТО обчислюється за допомогою наступних формул.

$$T_{\text{ЩТО}} = t_{\text{ЩТО}} \cdot K; \quad (2.27)$$

$$T_{TO-1} = t_{TO-1} \cdot K; \quad (2.28)$$

$$T_{TO-2} = t_{TO-2} \cdot K. \quad (2.29)$$

Після заміни відповідних значень у формулах (2.27-2.29), ми отримуємо наступні результати:

$$T_{\text{ЩТО}} = 0,45 \cdot 1,2 = 0,54 \text{ люд.} - \text{год};$$

$$T_{\text{ТО-1}} = 2,2 \cdot 1,2 = 2,65 \text{ люд.} - \text{год};$$

$$T_{\text{ТО-2}} = 10,8 \cdot 1,2 = 13,0 \text{ люд.} - \text{год};$$

Для визначення коефіцієнту коректування трудомісткості ПР К, застосовується множення ряду коефіцієнтів.

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5, \quad (2.30)$$

$$K_1 = 1,4;$$

$$K_2 = 1,15;$$

$$K_3' = 1,0;$$

$$K_3'' = 1,10;$$

$$K_3 = K_3' \cdot K_3'' = 1,0 \cdot 1,10 = 1,10;$$

$$K_5 = 1,05.$$

Коефіцієнт K_4 встановлюється на основі співвідношення між фактичним пробігом рухомого складу з початку експлуатації та нормативним пробігом автомобіля до КР. Цей коефіцієнт відображає ступінь зношеності рухомого складу і має прямий вплив на припустимі простой під час ТО і ПР.

Таким чином, значення коефіцієнта K_4 залежить від відношення, яке вказане в формулі.

$$\frac{L_{\phi}}{L_{\text{КР}}}, \quad (2.31)$$

$$L_{\phi} = 60 \text{ тис. км};$$

$$L_{\text{КР}} = 168 \text{ тис. км}.$$

Після заміни значень у виразі (2.31) отримуємо результат.

$$\frac{60}{168} = 0,3.$$

Отже, для розрахованого значення відношення (2.31), коефіцієнт буде $K_4 = 0,7$.

Згідно формули (2.30), отримуємо значення коефіцієнта коригування трудомісткості ПР, яке дорівнює.

$$K = 1,4 \cdot 1,15 \cdot 1,1 \cdot 0,7 \cdot 1,05 = 1,3.$$

Для визначення трудомісткості ПР використовується формула.

$$T_{\text{ПР}} = t_{\text{ПР}} \cdot K. \quad (2.32)$$

Після заміни значень у виразі отримуємо наступний результат.

$$T_{\text{ПР}} = 3,6 \cdot 1,3 = 4,7 \text{ люд.} - \text{год} / 1000 \text{ км.}$$

Отримані результати розрахунку періодичності та трудомісткості ТО і ремонтів будуть занесені до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Періодичності та трудомісткості ТО і ПР

| ПОКАЗНИК | Значення нормативу | | Коефіцієнти коректування | | | | | |
|-------------------------------|------------------------------|----------------|--------------------------|------|------|------|------|-------|
| | для I категорії експлуатації | відкоректовані | K1 | K2 | K3 | K4 | K5 | K |
| Періодичність ТО, км: | | | | | | | | |
| ТО-1 | 3000 | 2000 | 0,70 | - | 0,90 | - | - | 0,63 |
| ТО-2 | 12000 | 8000 | 0,70 | - | 0,90 | - | - | 0,63 |
| Пробіг до першого КР, тис. км | 300 | 168 | 0,70 | 0,90 | 0,90 | - | - | 0,567 |
| Трудомісткість ТО і ПР: | | | | | | | | |
| ЩТО, люд год | 0,45 | 0,543 | - | 1,15 | - | - | 1,05 | 1,208 |
| ТО-1, люд год | 2,20 | 2,657 | - | 1,15 | - | - | 1,05 | 1,208 |
| ТО-2, люд год | 10,80 | 13,041 | - | 1,15 | - | - | 1,05 | 1,208 |
| ПР, люд год/1000 км | 3,60 | 4,686 | 1,40 | 1,15 | 1,10 | 0,70 | 1,05 | 1,302 |

Річний обсяг робіт з технічного обслуговування для автотранспортного підприємства визначається шляхом помноження річної кількості обслуговувань кожного виду на їх трудомісткість.

$$T_{\text{ЩТО}p} = \sum N_{\text{ЩТО}p} \cdot T_{\text{ЩТО}}; \quad (2.33)$$

$$T_{\text{ТО-1}p} = \sum N_{\text{ТО-1}p} \cdot T_{\text{ТО-1}}; \quad (2.34)$$

$$T_{\text{ТО-2}p} = \sum N_{\text{ТО-2}p} \cdot T_{\text{ТО-2}}. \quad (2.35)$$

Після підстановки відповідних значень у вирази (2.33-2.35), ми отримуємо результат.

$$T_{\text{ЩТО}p} = 37809,8 \cdot 0,54 = 20544,9 \text{ люд.} - \text{год};$$

$$T_{\text{ТО-1}p} = 1843,2 \cdot 2,6 = 4896,5 \text{ люд.} - \text{год};$$

$$T_{\text{ТО-2}p} = 585,15 \cdot 13,04 = 7630,97 \text{ люд.} - \text{год};$$

Для визначення річної трудомісткості ПР, ми обчислюємо річний пробіг автомобілів парку, позначений як L_p , за допомогою наступного виразу.

$$L_p = D_{p,y} \cdot l_{cp} \cdot \alpha_m, \quad (2.36)$$

$$D_{p,y} = 300 \text{ дн.}; l_{cp} = 130 \text{ км}; \alpha_m = 0,927.$$

Після підстановки відповідних значень у попередній вираз, ми отримуємо результат.

$$L_p = 300 \cdot 130 \cdot 0,927 = 36141,79 \text{ км.}$$

Річна трудомісткість ПР $T_{\text{ПР}p}$ розраховується за формулою

$$T_{\text{ПР}p} = \frac{L_p \cdot A_n \cdot T_{\text{ПР}}}{1000}. \quad (2.37)$$

Після підстановки відповідних значень у вираз (2.37), ми отримаємо наше кінцеве значення або результат.

$$T_{\text{ПР}p} = \frac{36141,79 \cdot 140 \cdot 4,68}{1000} = 23033,34 \text{ люд.} - \text{год};$$

2.6 Річний план завантаження майстерні за видами робіт

Дотримуючись рекомендацій щодо розподілу трудомісткості за видами робіт у відсотках, проводимо розподіл обсягу виробництва. Для цього ми використовуємо такі вирази:

$$T_{\text{ЩТО}вр} = \frac{T_{\text{ЩТО}p} \cdot \%}{100}; \quad (2.38)$$

$$T_{TO-1\epsilon p} = \frac{T_{TO-1p} \cdot \%}{100}; \quad (2.39)$$

$$T_{TO-2\epsilon p} = \frac{T_{TO-2p} \cdot \%}{100}; \quad (2.40)$$

$$T_{PP\epsilon p} = \frac{T_{PPp} \cdot \%}{100}, \quad (2.41)$$

Наприклад, проведемо розрахунок розподілу трудомісткості для діагностичних та контрольних-регулювальних робіт під час виконання ТО-1, ТО-2 і ПР, де відсотки розподілу відповідно складають: 29 %, 35 % і 6 %.

$$T_{TO-1\epsilon p} = \frac{4896,54 \cdot 29}{100} = 1420,0 \text{ люд.} - \text{год};$$

$$T_{TO-2\epsilon p} = \frac{7630,98 \cdot 35}{100} = 2670,84 \text{ люд.} - \text{год};$$

$$T_{PP\epsilon p} = \frac{23033,3 \cdot 6}{100} = 1382,0 \text{ люд.} - \text{год};$$

Подібним чином проводимо розрахунок розподілу трудомісткості для інших видів робіт, а отримані результати вносимо до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Розподіл трудомісткості за видами робіт у % та люд.-год

| Роботи | ЩТО, , % | ЩТО, люд.- год | ТО-1, % | ТО-1, люд.-год | ТО-2, % | ТО-2, люд.- год | ПР, % | ПР, люд.- год |
|--|-------------|----------------------|------------|-------------------|------------|-----------------------|----------|---------------------|
| Прибиральні | 35 | 7190,73 | - | - | - | - | - | - |
| Мийні | 65 | 13354,2 | - | - | - | - | - | - |
| Діагностичні, контрольно– регулювальні | - | - | 29 | 1420 | 35 | 2670,84 | 6 | 1382 |
| Кріпильні | - | - | 20 | 979,309 | 17 | 1297,27 | - | - |
| Змашувальні | - | - | 25 | 1224,14 | 17 | 1297,27 | - | - |
| Електротехнічні | - | - | 5 | 244,827 | 8 | 610,478 | 8 | 1842,67 |
| Акумуляторні | - | - | 9 | 440,689 | 4 | 305,239 | 1 | 230,333 |
| Паливні | - | - | 4 | 195,862 | 5 | 381,549 | 3 | 691 |
| Шинні | - | - | 8 | 391,723 | 14 | 1068,34 | 1 | 230,333 |
| Вулканізаційні | - | - | - | - | - | - | 1 | 230,333 |
| Розбірно -складальні | - | - | - | - | - | - | 26 | 5988,67 |
| Агрегатно - вузлові | - | - | - | - | - | - | 18 | 4146 |
| Мідницькі | - | - | - | - | - | - | 3 | 691 |
| Бляхарські | - | - | - | - | - | - | 2 | 460,667 |
| Зварювальні | - | - | - | - | - | - | 2 | 460,667 |
| Ковальсько - ресорні | - | - | - | - | - | - | 4 | 921,334 |
| Слюсарно-механічні | - | - | - | - | - | - | 14 | 3224,67 |
| Столярні | - | - | - | - | - | - | 4 | 921,334 |
| Арматурно - кузовні | - | - | - | - | - | - | 1 | 230,333 |
| Оббивочні | - | - | - | - | - | - | 1 | 230,333 |
| Малярні | - | - | - | - | - | - | 5 | 1151,67 |
| Сума | 100 | 20544,9 | 100 | 4896,54 | 100 | 7630,98 | 100 | 23033,3 |

2.7 Розрахунок кількості виробничих робітників

Кількість робітників, необхідна для виконання річної виробничої програми, може бути визначена за допомогою наступної формули.

$$P_{я} = \frac{\sum T}{\Phi_{м}}, \quad (2.42)$$

Річний фонд робочого місця $\Phi_{м}$ розраховується з виразу

$$\Phi_{м} = (D_{кр} - D_{в} - D_{с}) \cdot 7 - D_{нс} \cdot 1, \quad (2.43)$$

$$D_{кр} = 365 \text{ дн.};$$

$$D_{в} = 50 \text{ дн.};$$

$$D_{с} = 8 \text{ дн.};$$

$$D_{нс} = 53 \text{ дн.}$$

Отже, відповідно до формули (2.43), річний обсяг робіт, що потребується для виконання роботи на одне робоче місце протягом року, можна визначити як річний фонд робочого місця $\Phi_{м}$ становить:

$$\Phi_{м} = (365 - 50 - 8) \cdot 7 - 53 \cdot 1 = 2096 \text{ год.}$$

Відповідно до формул (2.42), явочна (технологічно необхідна) кількість робітників для кожного виду робіт (ЩТО, ТО-1, ТО-2, ПР) може бути визначена.

$$P_{яЩТО} = \frac{T_{ЩТОр}}{\Phi_{м}}; \quad (2.44)$$

$$P_{яТО-1} = \frac{T_{ТО-1р}}{\Phi_{м}}; \quad (2.45)$$

$$P_{яТО-2} = \frac{T_{ТО-2р}}{\Phi_{м}}; \quad (2.46)$$

$$P_{яПР} = \frac{T_{ПРр}}{\Phi_{м}}. \quad (2.47)$$

Після підстановки конкретних значень у вирази (2.44 - 2.47), отримаємо результати розрахунку.

$$P_{яЩТО} = \frac{20544,9}{2096} = 9,8 \text{ чол.}$$

$$P_{яТО-1} = \frac{4896,54}{2096} = 2,3 \text{ чол.}$$

$$P_{яТО-2} = \frac{7630,98}{2096} = 3,6 \text{ чол.}$$

$$P_{яПР} = \frac{23033,3}{2096} = 10,98 \text{ чол.}$$

Сумарна явочна (технологічно необхідна) кількість виробничих робітників $\Sigma P_{я}$ визначається як сума робітників за видами робіт

$$\Sigma P_{я} = P_{яЩТО} + P_{яТО-1} + P_{яТО-2} + P_{яПР}. \quad (2.48)$$

Після виконання підстановки значень, отримуємо загальну кількість виробничих робітників, необхідних для проведення всіх видів технологічних робіт з обслуговування рухомого складу та забезпечення його нормального функціонування.

$$\Sigma P_{я} = 9,8 + 2,3 + 3,6 + 10,98 = 26,76 \text{ чол.}$$

Ми заокруглюємо значення явочної кількості виробничих робітників АТП до найближчого цілого числа і приймаємо його рівним. $\Sigma P_{я} = 27 \text{ чол.}$

2.8 Розрахунок штатної кількості виробничих робітників поточного ремонту двигунів

Кількість виробничих робітників у штаті $P_{ш}$ дільниці обчислюється за допомогою виразу.

$$P_{ш} = \frac{\Sigma T_{\delta}}{\Phi_p}, \quad (2.49)$$

$$\Sigma T_{\delta} = 10134,7 \text{ люд.} - \text{год};$$

Річний фонд роботи робітника Φ_p визначаємо за формулою

$$\Phi_p = \Phi_m - (D_{від} + D_{нр}) \cdot T_{змд}, \quad (2.50)$$

$$D_{від} = 15 \text{ робочих днів};$$

$$D_{нр} = 7 \text{ днів};$$

$$T_{змд} = 8,5 \text{ год.}$$

Після виконання підстановки виразу (2.50), отримується наступне значення.

$$\Phi_p = 2096 - (15 + 7) \cdot 8,5 = 1909 \text{ год.}$$

За допомогою виразу (2.49) визначається штатна кількість робітників, необхідних для ремонту двигунів на даній ділянці.

$$P_{ш} = \frac{10134,7}{1909} = 5,308 \text{ чол.}$$

Ми приймаємо заокруглене значення штатної кількості робітників на ділянці $P_{ш0} = 6 \text{ чол.}$

Ми розраховуємо коефіцієнт використання робочого часу на ділянці, позначений як $\eta_{вр}$, за допомогою наступної формули:

$$\eta_{вр} = \frac{\sum T_{\partial}}{P_{ш0} \cdot \Phi_p}. \quad (2.51)$$

Після заміни відповідних значень у виразі (2.51), отримуємо результат:

$$\eta_{вр} = \frac{10134,7}{6 \cdot 1909} = 0,885.$$

2.9 Розрахунок і підбір обладнання ділянки

Технологічне обладнання, яке використовується на певній ділянці, можна поділити на дві категорії: основне та допоміжне. Основне обладнання використовується для виконання основних робіт, які є характерними для даної ділянки. Допоміжне обладнання, інвентар та інструменти необхідні для забезпечення виконання технологічних операцій та процесів на основному обладнанні.

До основного обладнання ділянки ремонту двигунів входять розбірно-складальні стенди, контрольно-регульовальні стенди та мийне обладнання, такі як машини та ванни.

Кількість розбірно-складальних стендів можна визначити за допомогою виразу:

$$N_{psc} = \frac{\sum W_k \cdot t_k}{T_{\partial 0} \cdot K_c}, \quad (2.52)$$

$$SW_k = 150 \text{ од.}; t_k = 0,8 \text{ год}; T_{до} = 2030 \text{ год}; K_c = 0,65.$$

Після заміни виразу (2.52) на відповідні значення отримуємо результат:

$$N_{psc} = \frac{150 \cdot 0,8}{2030 \cdot 0,65} = 0,09 \text{ од.}$$

Приймаємо значення кількості спеціалізованих розбірно-складальних стендів $N_{psc} = 1 \text{ од.}$

Кількість контрольно - випробувальних стендів N_{cc} визначаємо з виразу

$$N_{cc} = \frac{\sum W_k \cdot t_k \cdot k_n}{T_{до} \cdot K_c \cdot \eta_o}, \quad (2.53)$$

$$\sum W_k = 150 \text{ шт.}; t_k = 0,5 \text{ год}; k_n = 1,3; T_{до} = 2030 \text{ год}; K_c = 0,75;$$

Отримуємо значення кількості контрольно-випробувальних стендів згідно виразу (2.53).

$$N_{cc} = \frac{150 \cdot 0,5 \cdot 1,3}{2030 \cdot 0,75} = 0,064 \text{ од.}$$

Використовуємо один стенд АКТБ-133 для проведення випробування та обкатки компресорів.

Кількість мийного обладнання N_v для очищення деталей та вузлів визначається за допомогою формули.

$$N_v = \frac{\sum Q \cdot t}{T_{до} \cdot q \cdot K_{3,6}}, \quad (2.54)$$

$$\sum Q = 15 \text{ м}; t = 0,5 \text{ год}; T_{до} = 2010 \text{ год};$$

$$q = 0,01 \text{ м} / \text{год}; K_m = 0,65;$$

За допомогою формули (2.54) можна обчислити кількість мийних установок N_v становить:

$$N_v = \frac{15 \cdot 0,5}{2010 \cdot 0,01 \cdot 0,65} = 0,57 \text{ од.}$$

Беремо певну кількість мийних установок для промивання блоків циліндрів ОРМ-12 $N_v = 1 \text{ од.}$

Ми приймаємо допоміжне обладнання, оснастку та інструмент відповідно до рекомендацій. Таблиця 2.4 містить перелік марок обладнання, його розміри та площу.

Таблиця 2.3 – Перелік обладнання дільниці ПР механізмів і систем двигунів внутрішнього згоряння

| № п/п | Обладнання | Модель | Розміри в плані, м | Кількість, од | Площа під обладнанням, м ² |
|-------|--|------------|--------------------|---------------|---------------------------------------|
| 1 | Мийна установка для миття блоків циліндрів | ОРМ-12 | 1,46*1,67 | 1 | 2,4382 |
| 2 | Мийна ванна для деталей | ОМ-1316 | 1,25*0,62 | 1 | 0,775 |
| 3 | Верстат для розточування циліндрів двигуна | 278Н | 1,2*1,17 | 1 | 1,404 |
| 4 | Верстат для полірування циліндрів двигуна | 3833М | 1,3*1,47 | 1 | 1,911 |
| 5 | Слюсарний верстак | СД-3701-04 | 1,25*0,8 | 2 | 2 |
| 6 | Гумба інструментальна | СД-3701-08 | 0,674*0,522 | 2 | 0,703656 |
| 7 | Прилад для перевірки і правки шатунів | 2211М | 0,58*0,26 | 1 | 0,1508 |
| 8 | Шафа для зберігання запасних частин | - | 0,8*0,46 | 1 | 0,368 |
| 9 | Прилад для перевірки жорсткості пружин | КИ-40 | 0,57*0,17 | 1 | 0,0969 |
| 10 | Прес гідравлічний | СР-65 | 0,8*0,6 | 1 | 0,48 |
| 11 | Стелаж для приладів і інструментів | - | 0,93*0,51 | 1 | 0,4743 |
| 12 | Верстат для притирання клапанів | М-3 | 1,6*0,52 | 1 | 0,832 |
| 13 | Верстат для шліфування клапанів | ОПР-823 | 0,935*0,60 | 1 | 0,561 |
| 14 | Стенд для поточного ремонту двигунів | 2154 | 1,3*0,845 | 1 | 1,0985 |
| 15 | Стенд для розбирання головок циліндрів | ОПР-1071 | 1,06*0,52 | 1 | 0,5512 |

| | | | | | |
|----|--|------------|------------|---|----------|
| 16 | Стенд для випробування і обкатування компресорів | АКТБ-133 | 0,884*0,71 | 1 | 0,62764 |
| 17 | Стенд для випробування масляних насосів і фільтрів | АКТБ-55 | 0,8*0,48 | 1 | 0,384 |
| 18 | Стелаж для зберігання складових частин двигунів | | 0,93*0,51 | 1 | 0,4743 |
| 19 | Умивальник | - | 0,6*0,35 | 1 | 0,21 |
| 20 | Ящик для відходів | 2317-П | 0,5*0,5 | 1 | 0,25 |
| 21 | Ящик для обтирочних матеріалів | 2249-П | 0,8*0,4 | 1 | 0,32 |
| 22 | Стіл | МРТУ-13-08 | 1,1*0,62 | 1 | 0,682 |
| 23 | Стелаж для зберігання двигунів | ПИ-033П | 1,6*1,2 | 1 | 1,92 |
| 24 | Стенд для розбирання двигунів | ОПР-647 | 1,016*0,86 | 1 | 0,87376 |
| 25 | Шафа для деталей | | 0,8*0,46 | 1 | 0,368 |
| 26 | Кран балка | ПТ-054 | 4*1,5 | 1 | 0 |
| | Сумарна площа технологічного обладнання | | | | 19,95426 |

2.10 Площа ділянки поточного ремонту двигунів

Площа загальної виробничої ділянки F_d може бути обчислена як добуток площі обладнання та оснастки, помножений на коефіцієнт щільності розміщення обладнання. Тому площа F_d для ділянки ремонту двигунів може бути визначена за допомогою наступного виразу.

$$F_d = f_{об} \cdot k_{обд}, \quad (2.55)$$

$$f_{об} = 19,954 \text{ м}^2;$$

$$k_{обд} = 3,5.$$

Площа ділянки, призначеної для ремонту двигунів автомобілів, позначається як F_d .

$$F_d = 19,954 \cdot 3,5 = 69,84 \text{ м}^2.$$

Ми враховуємо площу виробничого приміщення, яке призначене для ділянки поточного ремонту механізмів і систем двигунів $F_d = 70 \text{ м}^2$ (довжина приміщення $L = 9 \text{ м}$, ширина $B = 7,78 \text{ м}$).

2.11 Основні будівельні вимоги до приміщення ділянки

Приміщенню, в якому розташовується ділянка, накладаються такі вимоги:

висота приміщення - 7,5 м, товщина зовнішніх стін - 60 см, товщина перегородок - 25 см, ширина вікна - 2,5 м, висота вікна - 3,0 м, ширина дверей - 2,5 м, висота дверей - 3,0 м, підлога - бетонна, освітлення - комбіноване (природне та штучне у робочих зонах), витяжна вентиляція.

Відповідно до будівельних вимог та обраного обладнання з розрахованою площею був розроблений план ділянки ПР механізмів і систем двигунів, який зображений на аркуші 1 графічної частини дипломної роботи.

3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

3.1 Обґрунтування доцільності розробки пристрою

Необхідно провести обов'язкову процедуру під час розбирання кривошипно-шатунного механізму, яка включає в себе видалення підшипника з торця колінчастого вала (див. рис. 3.1), на якому знаходиться і вирівнюється первинний вал коробки передач.

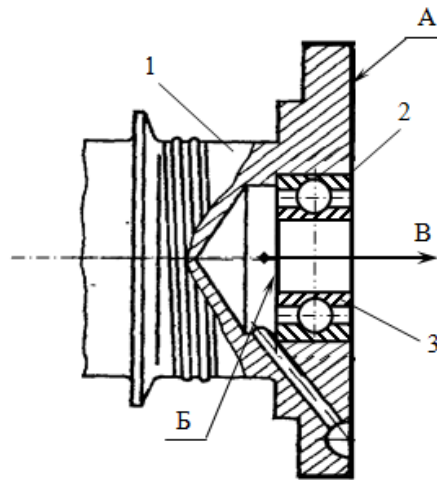


Рисунок 3.1 – Фрагмент колінчастого вала з боку фланця маховика:

А – площина торця з боку маховика; Б – площина по внутрішньому торцю підшипника; 1 - колінчастий вал; 2, 3 – зовнішнє і внутрішнє кільця підшипника

Виконання даної операції ускладнено через обмежений доступ до підшипника з одного боку (з поверхні А) та можливість застосування зовнішнього зусилля лише через внутрішню обойму 3 (з поверхні Б). При монтажі підшипника, його зовнішня обойма 2 закріплюється з певним натягом, тому при його вилученні необхідно застосувати значне осьове зусилля, яке направлено перпендикулярно до поверхонь А і Б.

Отже, для того, щоб виконати процедуру зняття підшипника, необхідно розробити пристрій, який дозволить створити осьову силу, що прикладається до поверхні Б і направлена вздовж вектора В.

3.2 Опис існуючих пристроїв для випресовування підшипників

Для здійснення операції, яку описано в пункті 3.1, використовуються пристрої, що відносяться до категорії ударних або гвинтових знімачів. Зокрема, наведено конструкцію та принцип дії ударного знімача, зображеного на рисунку 3.2. Цей знімач складається з захватів 1, регулювальної гайки 2, рухомого вантажу 3 і направляючого стержня 4.

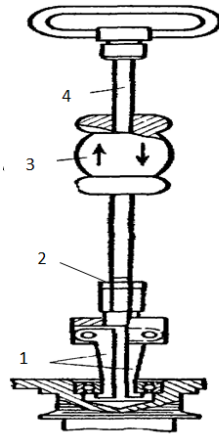


Рисунок 3.2 – Знімач ударної дії:

1 - захвати; 2 – регулювальна гайка; 3 – рухомий вантаж; 4 – направляючий стержень.

Для видалення підшипника з торцевої порожнини, необхідно встановити захвати 1 внутрішньої обойми, далі закрутити регулювальну гайку 2 до того моменту, коли вона зупиняється у кронштейні захватів. В результаті цього захвати 1 розходяться і щільно прилягають до внутрішньої обойми, а їх виступи опираються на торець підшипника з внутрішнього боку. Застосовуючи різкі, зворотно-поступальні рухи вантажу 3 вздовж направляючого стержня 4, створюється осьове зусилля, яке допомагає видалити підшипник.

Особливо в ударному знімачі (рис. 3.2), незважаючи на його просту конструкцію, необхідна точна фіксація в горизонтальній площині, перпендикулярній до торця фланця колінчастого вала, під час його роботи. Якщо це не виконується, зусилля, необхідні для видалення підшипника, значно збільшуються.

Наведено опис конструкції гвинтового знімача з цанговим захватом (рис. 3.3). Він включає в себе цангову втулку 1, скобу 2, гайки 3 і 5, а також гвинт 4 з конусом 6.

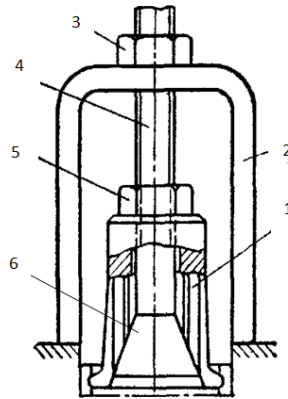


Рисунок 3.3 – Знімач гвинтовий:

Для видалення підшипника потрібно вставити цангову втулку 1 внутрішньої обойми підшипника. Потім, закручуючи гайку 5, необхідно розімкнути виступи цанги до їх контакту з обоймою підшипника. Після цього на гвинт 4 треба надіти скобу 2 і, закручуючи гайку 3, видалити підшипник.

Гвинтовий знімач, який зображений на рисунку 3.3, також має специфічні вимоги щодо свого розміщення, оскільки скоба фіксує його відносно площини торця фланця.

Описана конструкція гвинтового знімача з лапчатими захватами (рис. 3.4). Він складається з корпусу 1, силового гвинта 2, гайки 3 з воротком 4 і лапчатих захватів 5, які з'єднані тягами 6 з гвинтом 2. Щоб запобігти обертанню гвинта 2 в корпусі 1, в ньому розташовано повздовжній паз, а також встановлено шпонку 7 в корпусі, яка закріплена гвинтом 8.

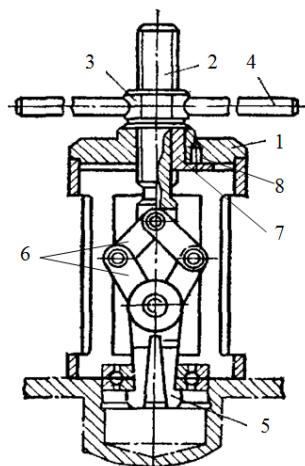


Рисунок 3.4 – Знімач гвинтовий з лапчатими захватами:

Для видалення підшипника, знімач встановлюється на торець колінчастого вала. Потім, шляхом обертання гайки 3 за допомогою воротка 4, гвинт 2 опускається, а лапчаті захвати 5 вводяться внутрішню обойму підшипника. Після цього, рухаючи вороток 4 в зворотному напрямку, силовий гвинт 2 розходить тяги 6, які впираються внутрішню обойму, а лапи проникають у торець підшипника. Подальше обертання гвинта 2 створює осьове зусилля, яке випресовує підшипник.

Знімачі, описані вище, мають свої переваги і недоліки. У випадку з знімачем, зображеним на рисунку 3.4, недолік, пов'язаний з нестабільністю фіксації у перпендикулярній площині до торця фланця, який був виявлений у попередніх двох знімачах, відсутній. Однак, використання цього знімача призводить до збільшення часових затрат на виконання операції через складну конструкцію важільного механізму.

3.3 Будова та принцип дії запропонованого знімача

На основі аналізу існуючих конструкцій знімачів для випресовування підшипників і враховуючи їх переваги і недоліки, була розроблена пропозиція щодо конструкції гвинтового знімача з цанговим захватом, який показаний на рисунку 3.5.

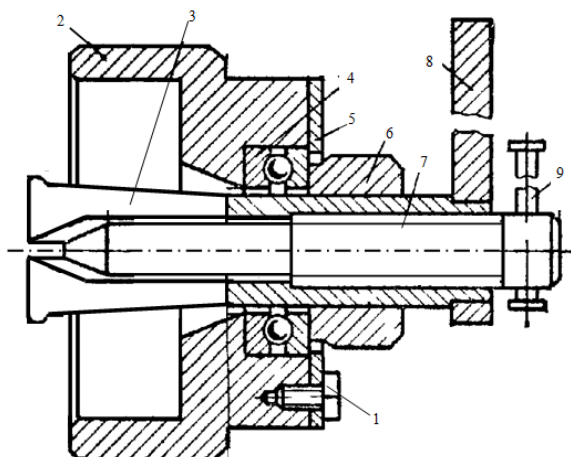


Рисунок 3.5 – Гвинтовий знімач з цанговим захватом:

Знімач, який показано на рисунку 3.5, складається з корпусу 2, конуса 3 з порожнечою та важелем 8, упорного підшипника 4, притискної шайби 5, яка

закріплена на корпусі 2 за допомогою трьох кріпильних гвинтів 1, силового гвинта 7 з воротком 9 та гайки 6.

Операція випресовування підшипника з торця колінчастого вала виконується за такою послідовністю кроків: • Відкрутити гвинт 7 та гайку 6 до початкового положення. • Розмістити корпус 2 на торці фланця колінчастого вала таким чином, щоб отвір внутрішнього кільця підшипника та порожнистий конус 3 (цанговий захват) були вирівняні. • Застосовуючи тиск на корпус 2 та важіль 8, перемістити цанговий захват 3 в отвір внутрішньої обойми підшипника до того моменту, коли поверхня корпусу 2 тісно прилягає до торця фланця колінчастого вала. • За допомогою воротка 9 закрутити гвинт 7 до досягнення максимального напруги (це призведе до розведення цанг 3 та їх герметичного прилягання до циліндричної поверхні кільця підшипника, а виступи цанги введуться у зачеплення з внутрішньою стороною кільця підшипника). • Повертаючи важіль 8 та гайку 6, випресовуємо підшипник (під час обертання гайки 6 цанговий захват 3 зсувається у корпус; створюється осьова сила, яка передається до обойми підшипника через зовнішні виступи цанги; під дією цієї сили цанга 3 разом з підшипником переміщується в напрямку корпусу 2).

Запропонована конструкція знімача має кілька переваг порівняно з розглянутими в пункті 3.2. Перш за все, вона забезпечує надійне центрування торців корпусу пристрою та фланця колінчастого вала. Крім того, конструкція цангового захвату є досить простою, а процес випресовування підшипника вимагає відносно невеликих зусиль.

3.4 Розрахунок гвинтового цангового знімача

Для визначення зусилля випресовування рекомендується використовувати формулу, що дозволяє розрахувати зусилля на запресовування.

$$P = f_{\text{прес}} \cdot \pi \cdot d \cdot p \cdot L, \quad (3.1)$$

$$f_{\text{прес}} = 0,1;$$

Значення питомого тиску p можна визначити, скориставшись таким виразом:

$$p = \frac{\delta}{d \cdot \left(\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right) \cdot 10^3}, \quad (3.2)$$

Коефіцієнти C_1 і C_2 визначаються із виразів:

$$C_1 = \frac{d^2 + d_1^2}{d^2 - d_1^2} - \mu_1; \quad (3.3)$$

$$C_2 = \frac{d_2^2 + d^2}{d_2^2 - d^2} + \mu_2, \quad (3.4)$$

За даними, наведеними в технічній документації на кривошипно-шатунний механізм двигуна КАМАЗ-53212, ми можемо отримати інформацію щодо розмірів посадочних місць для підшипника і розмірів самого підшипника 6-205К. Відповідно до зазначеного джерела, отримуємо наступні дані: $d = 52^{+0,042}_{+0,010}$ мм; $d_1 = 25$ мм; $d_2 = 140^{+0,022}_{-0,018}$ мм; $L = 15$ мм. Визначаємо значення співвідношень $d_1 / d = 25 / 52 = 0,48$, $d / d_2 = 52 / 140 = 0,37$. Згідно рекомендацій за отриманими значеннями співвідношень приймаємо коефіцієнти $C_1 = 1,30$ і $C_2 = 1,0$.

За допомогою формули (3.2) ми можемо обчислити значення питомого тиску.

$$p = \frac{42}{52 \cdot \left(\frac{1,3}{21 \cdot 10^3} + \frac{1,0}{21 \cdot 10^3} \right) \cdot 10^3} = 7,37 \text{ кгс/мм}^2.$$

Використовуючи формулу (3.1), ми можемо обчислити зусилля запресовки підшипника.

$$P = 0,1 \cdot 3,14 \cdot 52 \cdot 7,37 \cdot 15 = 1805,06 \text{ кгс чи } 18050,6 \text{ Н}$$

Згідно рекомендацій, ми збільшуємо отримане значення запресовування на 15%. Таким чином, 15% від 1805,06 кгс становить 270,759 кгс, що призводить до сумарного зусилля випресовування 2075,819 кгс або 20758,19 Н.

Зусилля, що діє на гвинт знімача, розраховується за допомогою наступної формули:

$$R = \frac{P \cdot L}{r_{cp} \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi)}, \quad (3.5)$$

Враховуючи компоновку та конструктивні розрахунки, встановлюємо зовнішній діаметр силового гвинта. $d_3 = 0,016 \text{ м}$ (16 мм); крок різьби $t = 0,002 \text{ м}$ (2 мм); зусилля, яке прикладається до воротка $P = 200 \text{ Н}$ (20 кгс); плече, на якому діє сила $PL = 0,15 \text{ м}$ (15 см).

Для заданих розмірів силового гвинта визначаємо середній діаметр різьби $d_{cp} = 14,35 \text{ мм}$, а середній радіус різьби $r_{cp} = 7,17 \text{ мм}$. Приймаємо кут тертя $j = 8^\circ 35'$. Кут підйому різьби α знаходимо із співвідношення

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{t}{\pi \cdot d_{cp}}. \quad (3.6)$$

Отримуючи результат після підстановки значень у вираз (3.6), ми отримуємо:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2}{3,14 \cdot 14,35} = 0,0446,$$

тоді

$$a = \operatorname{arctg} 0,0446 = 2^\circ 33', \quad a \operatorname{tg} (a + j) = \operatorname{tg} (2^\circ 33' + 8^\circ 35') = \operatorname{tg} 11^\circ 08' = 0,1968.$$

Після заміни прийнятих і обчислених значень у вираз (3.5), ми отримуємо:

$$R = \frac{20 \cdot 15}{0,717 \cdot 0,1968} = 2126,067 \text{ кгс або } 21230,67 \text{ Н.}$$

Отримане числове значення зусилля R , яке створюється силовим гвинтом знімача, перевищує максимальне значення зусилля P на випресовку підшипника: $2126,067 \text{ кгс} > 2075,819 \text{ кгс}$. Це свідчить про правильний підбір параметрів силового гвинта.

Здійснюємо міцнісний розрахунок силового гвинта 7 та гайки 6, які є частинами гвинтового з'єднання між корпусом пневматичного циліндра 6 та станиною 2 пристрою. Розрахункова схема, що використовується, наведена на рисунку 3.6.

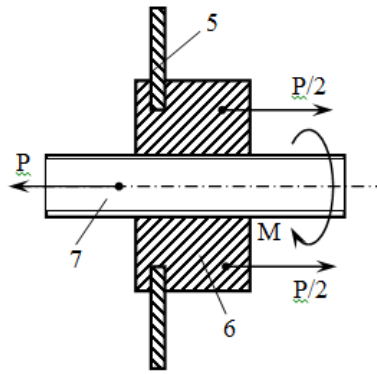


Рисунок 3.6 – Схема сил, що діють у гвинтовому з'єднанні:

У гвинтовому з'єднанні, після навантаження, гвинт та гайка піддаються стискній та розтяжній силам відповідно. Значення робочого навантаження приймається як $P = 2126,067$ кгс.

Рівняння міцності для гвинта має наступний вигляд:

$$\frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot [G_p] = P, \quad (3.7)$$

$$[G_p] = 950 \text{ кгс} / \text{см}^2);$$

За допомогою рівняння (3.7) ми знаходимо максимально припустиме значення діаметра стержня гвинта.

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot [G_p]}}. \quad (3.8)$$

Після заміни відповідних значень у формулу (3.8), отримуємо результат:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot 2126,067}{3,14 \cdot 950}} = 1,688 \text{ см} = 16,9 \text{ мм}.$$

Ми вважаємо, що гвинтове з'єднання має задовольняти умову міцності і має різьбове виконання $M 18 \times 2,0$.

4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ, ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ

4.1 Техніка безпеки під час виконання розбірно-складальних і слюсарно ремонтних робіт

Безпека праці під час виконання розбірно-складальних операцій за лежить від справності використовуваного обладнання та інструменту. Зокрема, під час виконання розбірно-складальних робіт поряд із механічним (слюсарним і монтажним) інструментом широко використовується інструмент з пневматичним і електричним приводами. Використання несправного інструмента може призвести до травмування робітника чи осіб, які знаходяться в зоні дії інструменту.

Під час виконання розбірно-складальних операцій потенційно небезпечними діями є операції пов'язані із випресовкою чи запресовкою деталей, а також установкою чи демонтажем еластичних елементів. Для безпечного виконання таких операцій необхідно використовувати захисні та допоміжні пристрої.

Під час очистки машин і їх складових частин можлива шкідлива дія на організм людини високої концентрації парів миючих розчинів, великого перепаду температури, протяг, бруду і шкідливих газів.

Для забезпечення безпечних умов праці під час мийних робіт слід дотримуватись наступних правил: розміщувати мийну дільницю лише із торцевої частини виробничого приміщення; розміщувати та використовувати виварювальні ванни тільки у спеціальних ізольованих відсіках; оснащувати мийні дільниці приточно – витяжною вентиляцією; механізувати підйомно-завантажувальні операції; використовувати сучасні технології миття, мийні машини та мийні засоби; використовувати індивідуальні засоби захисту (мазі, пасти, спецодяг).

При зварювально-наплавлювальних роботах на виконавця діють негативні фактори, які пов'язані із електричним струмом, виділенням великої кількості пилу, газів, тепла, а також інтенсивне оптичне випромінювання. Для

збереження очей і обличчя зварювальника від шкідливої дії променевої енергії зварювальної дуги використовують щитки чи маски із спеціальними світофільтрами. Вентиляцію робочих місць слід здійснювати таким чином, щоб забезпечувати видалення 1200...2000 м³/год забрудненого повітря на 1 кг витрачених електродів.

При використанні металорізального обладнання передбачають огороження і захисні пристрої, контроль за справністю ріжучого інструменту, надійне кріплення у стендах і верстатах оброблюваних деталей. Найбільшу небезпеку створюють обертовий ріжучий інструмент (фрези, абразивні круги). Для цих випадків передбачені захисні кожухи, які усувають можливість контакту до них людини чи одягу. При роботі на верстатах, оснащених абразивними кругами найбільшу увагу слід приділяти усуненню причин розриву круга та захисту очей робітника від потрапляння абразиву.

4.2 Техніка безпеки під час використання електричної енергії

Застосування електричної енергії у ремонтних роботах створює потенціальну загрозу ураження електричним струмом у разі безпосереднього стикання з оголеним проводом замкненого електричного кола. Ураження можливе також через ґрунт, на якому лежать оголені проводи, й на відстані - через провідники високої напруги за механізмом вольтової дуги. Може бути уражена й та особа, яка надає допомогу, якщо торкатиметься потерпілого незахищеними руками.

Електричний струм уражує всі відділи організму, спричинюючи механічні ушкодження, опіки, іонізацію тканин та інші патологічні зміни. Потерпілий, як правило, не може відірватися від проводу через сильне скорочення м'язів кінцівок. При цьому можливі додаткові травми (забите місце, опік тощо).

Щоб запобігти ураженню електричним струмом, використовують засоби колективного й індивідуального захисту, а також засоби додаткового захисту.

До засобів колективного захисту належать: захисне вимикання аварійної мережі в цілому або її ділянки; захисне заземлення, занулення

електрообладнання; застережні, заборонні, наказові, вказівні переносні щити; ізолювальні прокладки, тимчасові переносні заземлення; спеціальні знаки безпеки, сигналізація, блокування.

До спеціальних засобів індивідуального захисту належать: діелектричні рукавиці, боти, галоші, килимки, ізоляційні підставки; переносні безпечні світильники напругою 12...48 В, понижуючі трансформатори напругою 220/12 або 220/42 В, захисне заземлення.

До засобів додаткового захисту належать: діелектричні доріжки; захисні окуляри; спеціальні рукавиці з важкозаймистої тканини; захисні пристрої тощо.

Крім того, на працюючих накопичуються заряди статичної електрики, особливо в разі користування одягом із штучного волокна, вовни, взуттям із підшвами, що не проводять електричного струму, а також під час виконання ручних робіт із речовинами-діелектриками й шліфувальною шкуркою.

Найпростіший і найнадійніший спосіб захисту від статичної електрики - заземлення технологічного обладнання, трубопроводів тощо. Необхідно передбачати також струмопровідні підлоги, антистатичні рукавиці.

Перед початком роботи з ручним електроінструментом слід пересвідчитися в тому, що він справний і є захисне заземлення.

Для роботи з інструментом під напругою 127...220 В треба надіти захисні окуляри, гумові рукавиці, галоші й користуватися гумовим килимком або сухим дерев'яним стелажем.

Залишаючи робоче місце навіть ненадовго, слід вимкнути електроінструмент.

У разі виявлення будь-якої несправності електроінструменту, заземлювального пристрою або штепсельної розетки треба негайно припинити роботу.

У приміщеннях без підвищеної й особливої небезпеки використовуються світильники напругою 42 В. У приміщеннях з особливою й підвищеною небезпекою, в тісноті, в незручному положенні працюючого застосовуються переносні світильники місцевого освітлення напругою 12 В.

4.3 Протипожежні заходи

Пожежі на автотранспортних можуть виникнути з таких причин: порушення правил використання відкритого вогню, електричної енергії; під час виконання зварювальних робіт у приміщеннях і на територіях зашаржених паливими матеріалами; використання непідготовленої техніки в пожежонебезпечних місцях; експлуатація несправних систем опалення, електродвигунів, електронагрівальних приладів; порушення норм зберігання пожежонебезпечних несумісних матеріалів, вибухонебезпечних речовин.

До організаційних протипожежних заходів належать: розроблення правил та інструкцій з протипожежної безпеки; організація вивчення цих правил та інструкцій; визначення терміну, місця й порядку проведення протипожежного інструктажу; організація належного протипожежного нагляду за об'єктами.

За здійснення всіх протипожежних заходів в АТП відповідає особа з числа керівного складу.

Кожне автопідприємство повинне мати первинні засоби пожежогасіння, до яких належать: внутрішні крани з пожежними рукавами й стволами; вогнегасники пінні, вуглекислотні, порошкові; ящики й бочки з піском, водою; покривала азбестові, повстяно-азбестові, брезентові; ручний пожежний інструмент (гаки, ломи, сокири, пожежні відра тощо).

Правила застосування пожежною інструменту й вогнегасників вивчають на вступному та наступних (на робочому місці) інструктажах.

Усі проходи, проїзди й територію не можна зашаржувати. Кількість автомобілів на стоянці не має перевищувати допустимої.

На території стоянки автомобілів забороняється: виконувати будь-які роботи із застосуванням відкритого вогню; заряджати акумуляторні батареї; палити; зберігати використаний обтирочний матеріал.

Розлите паливо або оливу треба негайно прибрати.

Водій повинен стежити за справністю електрообладнання й пересвідчуватися, що не підтікає паливо.

У разі спалахування автомобіля треба негайно видалити його із зони стоянки й вжити заходів для гасіння пожежі.

Якщо виникла пожежа, слід викликати пожежну команду.

4.4 Правила техніки безпеки під час робіт із знімачами

Зрив зачепів із деталі, що знімається при сильному натягу знімача може викликати серйозну травму. Тому, встановлюючи знімач, необхідно, щоб його зачепи повністю заходили в пази, прорізи чи заглиблення і надійно захоплювали деталь, що знімається. При цьому силовий гвинт має знаходитись на одній осі з валом, у який він впирається.

Деталі знімача не мають мати тріщин чи деформованих деталей та мати повністю справну різьбу силового гвинта та гайки.

Виконувати операцію спресовування деталі знімачем можна лише після перевірки правильності його встановлення на вузол, який розбирається.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

На основі виконаної кваліфікаційної роботи бакалавра були встановлені рекомендовані нормативні значення пробігу для автомобіля КАМАЗ-53212 у четвертій категорії умов експлуатації. Зазначені значення пробігу відображаються для різних етапів експлуатації. Зокрема, пробіг автомобіля до перевірки на КР (капітальний ремонт) в цих умовах становить 168 тис. км, пробіг до ТО-1 (технічний огляд 1 рівня) – 2000 км, а до ТО-2 (технічний огляд 2 рівня) – 8000 км.

Були здійснені розрахунки щодо кількості технічного обслуговування (ТО) і капітальних ремонтів (КР) для одного автомобіля протягом циклу та року, а також для всього автотранспортного підприємства (АТП) в цілому.

Додатково було визначено щорічне затрати робочого часу на проведення операцій з технічного обслуговування (ТО) та капітальних ремонтів (КР) для автопарку підприємства. Було проведено розподіл трудомісткості за різними видами робіт. Зокрема, під час капітальних ремонтів загальна трудомісткість розбірно-складальних робіт становить 5988,67 людино-годин, а трудомісткість агрегатно-вузлових робіт - 4146,0 людино-годин. Загальна трудомісткість операцій на дільниці поточного ремонту двигунів складає 10134,7 людино-годин.

Була встановлена загальна кількість виробничих робітників, що працюють на обслуговуючій базі АТП і виконують операції з технічного обслуговування і поточного ремонту.

Було проведено розрахунок та відбір відповідного обладнання для дільниці поточного ремонту двигунів, а також встановлено площу виробничого приміщення.

В даному огляді розглянуто та описано будову, призначення та принцип дії основних механізмів і систем двигуна внутрішнього згоряння КАМАЗ-53212. Особлива увага зосереджена на кривошипно-шатунному механізмі, його основних несправностях (дефектах), причинах їх виникнення та методах усунення.

Було розглянуто конструкції серійного обладнання, призначеного для розбирання, складання та ремонту вузлів кривошипно-шатунного механізму. Особлива увага приділена огляду наявних пристроїв, які використовуються для випресовування підшипників з торця колінчастого вала. На основі аналізу існуючих конструкцій були виявлені їх позитивні та негативні характеристики, а також запропонована власна конструкція знімача, яка відрізняється простотою та надійністю. Також були проведені розрахунки елементів знімача, зокрема зусилля випресовування підшипника та міцність різьбового з'єднання силового гвинта.

Також були розглянуті вимоги, пов'язані з охороною праці та протипожежною безпекою, які необхідно дотримуватися під час виконання основних операцій з ТО і ПР автомобілів у ремонтному підрозділі АТП.

БІБЛІОГРАФІЯ

1. О.Л. Ляшук, Ю.І. Пиндус, М.Г. Левкович, Гупка А.Б., Хорошун Р.В. Методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи бакалавра за освітнім рівнем «бакалавр галузі знань 27 «Транспорт» спеціальність 274 «Автомобільний транспорт» – Тернопіль: Видавництво ТНТУ, 2022. – 61 с.

2. Конспект лекцій з курсу «Технології обслуговування автотранспортних засобів». / Р.В. Хорошун, О.Л. Ляшук, Н.Т. Навроцька. – Тернопіль: Вид-во ТНТУ, 2021. – 194 с.

3. Ляшук О.Л. Конспект лекцій з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів» для студентів спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» / О.Л. Ляшук, В.М.Клендій, Р.В.Хорошун. – Тернопіль: Вид. ТНТУ – 2018. – С. 302.

4. Конспект лекцій (частина І) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», 275 «Транспортні технології» галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д.Навроцька., Р.Р. Заверуха., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 132 с.

5. Конспект лекцій (частина ІІ) з дисципліни «Транспортні засоби» для студентів усіх форм навчання першого рівня освіти за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт», галузі знань 27 «Транспорт» / О.Л. Ляшук, Т.Д. Навроцька., Л.М. Слободян., Р.В. Хорошун. – Тернопіль, ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. – 184 с.

6. Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 136 с.

7. Левкович М.Г., Кишун В.А., Гандзюк М.О. Конспект лекцій з дисципліни «Аналіз конструкцій, робочі процеси та основи розрахунку автомобілів» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «автомобільний транспорт».-Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя. – Тернопіль.: ТНТУ, 2021. – 242 с.

8. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Dzyura, V., Aulin, V., Khoroshun, R. Interpreting the main power characteristics choice of the wheel vehicles guided cushioning system (2021) Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, 23 (2), pp. B139-B149. (Scopus).

9. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон: Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.

10. Техніко-економічне обґрунтування інженерних рішень на СТО та АТП : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Ляшук О.Л., Луциків І.В., Плекан У.М., Клендій В.М. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 276 с.

11. Основи технології виробництва та ремонту автомобілів : Навчальний посібник / Укладачі : Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гудь В.З., Левкович М.Г., Сташків М.Я., Сіправська М.Д. - Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2021. 544 с.

12. Sokil, B., Lyashuk, O., Sokil, M., Vovk, Y., Lebid, I., Nevko, I., Khoroshun R Matviyishyn, A. (2022). Methodology of Force Parameters Justification of the Controlled Steering Wheel Suspension. Communications, 24(3), B247-B258.

13. Гевко І.Б., Рогатинський Р.М., Левкович М.Г., Клендій В.М., Гупка В.В. Структурний синтез гальмівних систем з техніко-економічним обґрунтуванням // Міжвузівський збірник "Наукові нотатки". Вип. 71. Луцьк. Ред.-вид. відділ ЛТНУ.- 2021. – С. 228-233.

14. Рогатинський Р.М., Ляшук О.Л., Гевко І.Б., Хорошун Р.В. Модель руху автомобіля по криволінійній трасі. Науковий вісник Херсонської державної морської академії : науковий журнал. Херсон : Херсонська державна морська академія, 2021. № 2 (25). С. 72–81.

15. Ляшук О., Серілко Л., Гевко І., Кондратюк О., Цьонь О., Галан Ю. Investigation of the operation of vibration-centrifugal installation for automobile parts machining (Дослідження роботи вібраційно-відцентрової установки для обробки деталей автомобілів). Вісник ТНТУ, Тернопіль, 2021. № 1 (101), с. 80-89.

16. Конспект лекцій з дисципліни «Відновлення деталей» для здобувачів освітнього рівня бакалавр за спеціальністю 274 «Автомобільний транспорт» / Укладачі: Левкович М.Г., Гупка А.Б., Сіправська М.Д. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2021. – 136 с.

17. Lyashuk, O., Levkovych, M., Vovk, Y., Gevko, I., Stashkiv, M., Slobodian, L., Pyndus, Y. The study of stress-strain state elements of the truck semi-trailer body bottom. Scientific Journal of Silesian University of Technology. Series Transport. 2023, 118, 161-172. ISSN: 0209-3324. DOI: <https://doi.org/10.20858/sjsutst.2023.118.11>.

18. Положення про технічне обслуговування і ремонт дорожніх транспортних засобів автомобільного транспорту. – Київ: Міністерство транспорту України, 1998. – 36 с.

19. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. – К.: Знання-Прес, 2003. – 512 с. 24.

20. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів. Організація і управління. – К.: Знання-Прес, 2004. – 478 с.

21. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигиринець А.Д. Експлуатаційна надійність автомобілів: Підручник у 2 ч., 4 кн. – К.: Вища школа, 2000. – Ч. 1: кн. 1. – 609 с., кн.2. – 458 с.; Ч.2: кн.3. – 321 с.; кн. 4. – 552 с