

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Пояснювальна записка до дипломної роботи бакалавра

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність: 132 «Матеріалознавство»

Освітньо-професійна програма: «Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

на тему: «Відновлення плунжера паливного насоса високого тиску
Common Rail автомобіля BMW 320D»

Шифр: ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ

Виконав: студент 3 курсу, група МТВАс -19-2  В.А. Шебетко

Керівник  к.т.н., доц. В.А. Гончар

До захисту допускаю:
Зав. кафедри ТАМ  Диха О.В.

2 06 2022 р.

Хмельницький, 2022 р.

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Освітньо-кваліфікаційний рівень: спеціаліст
Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»
Спеціальність: 132 «Матеріалознавство»
Спеціалізація: «Відновлення та технічний сервіс автомобілів»

Зав.кафедрою ТАМ **ЗАТВЕРДЖУЮ**
Диха О.В.
" 20 " квітня 2022 р.

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА

Шебетко Вадим Анатолійович

1. Тема проекту:
«Відновлення плунжера паливного насоса високого тиску Common Rail автомобіля BMW 320D»

керівник проекту: Гончар Володимир Антонович, к.т.н., доц.

Затверджено наказом університету від 1 березня 2022р. № 18

2. Строк подання студентом проекту на кафедру: 10.06.2022 р.

3. Вихідні дані до проекту:

- 1) Технічні умови на технологія виготовлення плунжера та обробка.
- 2) Річна програма ремонту деталей.
- 3) Результати літературного огляду і патентного пошуку.

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

1. Аналіз конструкції та умов експлуатації деталей вузла тертя автомобіля
2. Технологічний процес складання-розбирання та технічний сервіс ПНВТ
3. Технологічний процес відновлення деталей ПНВТ електrolітичним хромуванням

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

6. Дата видачі завдання: 20 квітня 2022р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Огляд літературних джерел	30.04.2022	
2	Дослідження особливостей роботи плунжерів	10.05.2022	
3	Огляд існуючих технологій відновлення та підвищення зносостійкості	15.05.2022	
4	Вибір та обґрунтування технології відновлення плунжерів	20.05.2022	
5	Вибір обладнання для відновлення та складання техпроцесу	25.05.2022	
6	Оформлення презентаційних матеріалів	30.05.2022	

Студент

 Шибетко В.А.

Керівник роботи

 Гончар В.А.

РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки – 71 сторінок, кількість рисунків – 20, таблиць – 2, додатків – 1, кількість джерел згідно із переліком посилань – 23.
Студент гр. МТВАс-19-2 Шебетко В. А.

Тема «Відновлення плунжера паливного насоса високого тиску Common Rail автомобіля BMW 320D».

Дана бакалаврська дипломна робота присвячена розробці методики відновлення електролітичним хромуванням плунжерів паливних насосів високого тиску.

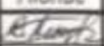
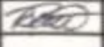


В дипломній роботі вирішувались наступні завдання:

- 1 На основі досліджених умов роботи плунжера обґрунтовано обрано технологію хромування для відновлення та підвищення зносостійкості.
- 2 Обране обладнання для проведення хромування, яке доступне на ринку та буде придатне для виконання інших відновлювальних робіт.
- 3 Призначено режим хромування в електроліті з вмістом CrO_3 – 125-200 г/л, H_2SO_4 – 1,25-2,00 г/л; температура 45-60 °С, щільність реверсивного струму 45-60 А/дм² та механічної обробки після нього.
- 4 Розраховані поля допусків для калібрувальної скоби.

Перелік ключових слів: плунжер, зношування, електролітичне хромування, технологія відновлення

ЗМІСТ

1.1 Аналіз конструкції та умов експлуатації деталей паливного насоса	5
1.1 Види паливних насосів високого тиску	5
1.2 Будова і принцип роботи ПНВТ системи живлення Common Rail	14
1.3 Можливі несправності ПНВТ системи живлення Common Rail	18
1.4 Характеристика конструкційних матеріалів пари тертя	20
2. Технологічний процес складання-розбирання та технічний сервіс ПНВТ	24
2.1 Діагностика і ремонт системи впорскування	24
2.2 Розробка технологічного процесу розбирання/збирання паливного насосу	26
3. Розробка технологічного процесу відновлення, підвищення зносостійкості деталей ПНВТ автомобіля	35
3.1. Вибір і обґрунтування методу відновлення, підвищення зносостійкості.	35
3.2. Вибір технології і устаткування підготовки деталей ПНВТ для відновлення та підвищення зносостійкості.	42
Висновки	58
Література	59
Додатки	61

ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ				
Вим.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.	Шебетко			
Перевір.	Гончар			
Н. Контр.	Басюк			
Затверд.	Вига			
Відновлення плунжера паливного насоса високого тиску Common Rail автомобіля BMW 320D Пояснювальна записка				
		Лит.	Арк.	Акрощів
		4	67	ХНУ

1 Аналіз конструкції та умов експлуатації деталей паливного насоса.

1.1. Види паливних насосів високого тиску

Паливний насос високого тиску (скорочене найменування - ПНВТ) є одним з основних конструктивних елементів системи уприскування дизельного двигуна. Насос, виконує, як правило, дві основні функції: нагнітання під тиском певної кількості палива; регулювання необхідного моменту початку впорскування. З появою акумуляторних систем уприскування функція регулювання моменту уприскування покладено на керовані електронікою форсунки.

Основу паливного насоса високого тиску складає плунжерні пара, яка об'єднує поршень (він же плунжер) і циліндр (він же втулка) невеликого розміру. Плунжерная пара виготовляється з високоякісної сталі з високою точністю. Між плунжером і втулкою забезпечується мінімальний зазор - Точні сполучення.

Залежно від конструкції розрізняють наступні види паливних насосів високого тиску: рядний, розподільний і магістральний. У рядном насосі нагнітання палива в циліндр проводиться окремої плунжерній парою. Розподільчий насос має один або кілька плунжерів, які забезпечують нагнітання і розподіл палива по всіх циліндрах. Магістральні насоси здійснюють тільки нагнітання палива в акумулятор.

Паливний насос високого тиску використовується також в системі безпосереднього уприскування бензинового двигуна, але його робочий тиск на порядок нижча від аналогічної характеристики дизельного насоса.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						5
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Провідними виробниками паливних насосів високого тиску є, в основному, зарубіжні фірми: Bosch, Lucas, Delphi, Denso, Zexel.

Рядний паливний насос високого тиску

Рядний ПНВТ має плунжерні пари по числу циліндрів. Плунжерні пари встановлені в корпусі насоса, в якому виконані канали для підведення і відведення палива. Рух плунжера здійснюється від кулачкового вала, який в свою чергу має привід від колінчастого вала двигуна. Плунжери постійно притискаються до кулачкам за допомогою пружин.



Рис. 1.1 Рядний ПНВТ

При обертанні кулачкового вала кулачок набігає на штовхач плунжера. Плунжер рухається вгору по втулці, при цьому послідовно закриваються випускний і впускний отвір. Створюється тиск, при якому відкривається нагнітальний клапан, і паливо по паливопроводу надходить до відповідної форсунки.

Регулювання кількості палива, що подається і моменту його подачі може здійснюватися механічним шляхом або за допомогою електроніки. Механічне регулювання кількості палива здійснюється поворотом плунжера у втулці. Для повороту на плунжері виконана шестерня, яка з'єднана з зубчастою рейкою. Рейка

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

пов'язана з педаллю газу. Верхня кромка плунжера має похилу поверхню, тому при повороті відсічення палива і відповідно його кількість буде змінюватися.

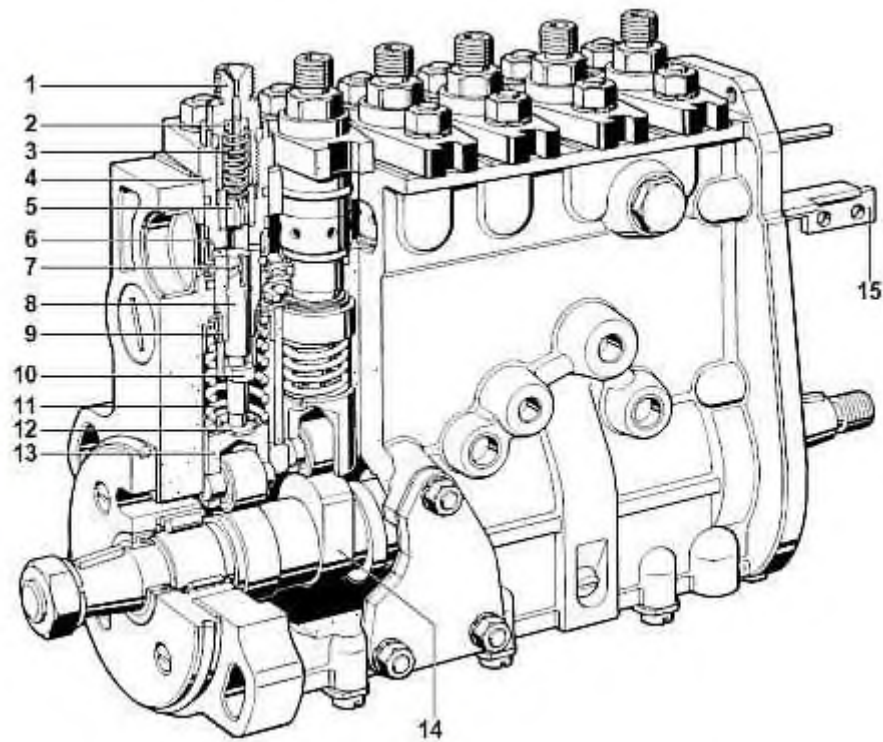


Рис. 1.2 Будова рядного РНВТ

1 - штуцер напірної магістралі, 2 - сідло клапана, 3 - пружина клапана, 4 - корпус насосної секції, 5 - нагнітальний клапан, 6 - впускний і випускний отвори, 7 - похила поверхня плунжера, 8 - плунжер, 9 - втулка, 10 - важіль управління плунжером, 11 - поворотна плунжерна пружина, 12 - пружина штовхача, 13 - роликовий штовхач, 14 - кулачок, 15 - зубчата рейка

Зміна моменту початку подачі палива потрібно при зміні частоти обертання колінчастого вала двигуна. Механічне регулювання моменту подачі палива здійснюється за допомогою відцентрової муфти, розташованої на кулачковому валу. Усередині муфти знаходяться важки, які при збільшенні оборотів двигуна розходяться під дією відцентрових сил і повертають

кулачковий вал щодо приводу. При збільшенні оборотів двигуна забезпечується раннє упорскування палива, при зменшенні - пізній.

Конструкція рядних ПНВТ забезпечує високу надійність. Насоси змащуються моторним маслом системи змащення двигуна, тому можуть працювати на паливі низької якості. Рядні паливні насоси високого тиску застосовуються на двигунах з роздільними камерами згоряння і безпосереднім уприскуванням середніх і важких вантажних автомобілів. На легкових дизелях даний вид насоса застосовувався до 2000 року.

Розподільчий паливний насос високого тиску



Рис. 1.3 Розподільчий ПНВТ

Розподільні паливні насоси високого тиску, на відміну від рядного ПНВТ, мають один або два плунжера, які обслуговують всі циліндри двигуна. Розподільні насоси мають меншу масу і габаритними розмірами, а також забезпечують більшу рівномірність подачі. З іншого боку їх відрізняє порівняно низька довговічність сполучених деталей. Все це визначає область застосування даних насосів, в основному, на двигунах легкових автомобілів.

Конструкції розподільних паливних насосів високого тиску можуть мати різний привід плунжера:

- торцевої кулачковий привід (насоси Bosch VE);
- внутрішній кулачковий привід (роторні насоси Bosch VR, Lucas DPC, Lucas DPS);
- зовнішній кулачковий привід (вітчизняні насоси НД-21, НД-22).

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						8
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кращими в плані експлуатації є перші два типи приводу плунжерів, тому що в них відсутні силові навантаження від тиску палива на вузли приводного вала і, відповідно, вище довговічність.

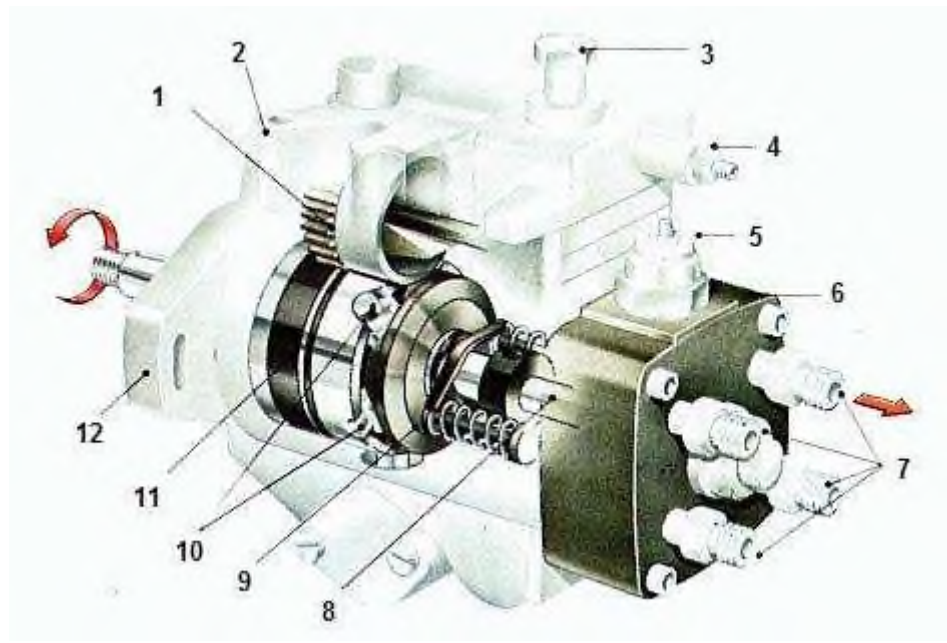


Рис. 1.4 Будова розподільчого ПНВТ

1 - шестерня приводу регулятора подачі палива, 2 - вхідний отвір палива, 3 - вихідний отвір палива, 4 - регулювальний гвинт, 5 - електромагнітний запірний клапан, 6 - розподільний блок, 7 - штуцери нагнітальних трубопроводів, 8 - плунжер-розподільник, 9 - кулачкова шайба, 10 – ролик, 11 - лопатевий паливопідкачуючий насос, 12 - фланець

Основним елементом розподільного ПНВТ з торцевих кулачковим привод плунжера (Bosch VE) є плунжер-розподільник, який здійснює зворотно-поступальний і обертальний рух, забезпечуючи нагнітання і розподіл палива по циліндрах.

Зворотно-поступальний рух плунжера відбувається при обертанні кулачковою шайби, яка оббігає нерухоме кільце по роликам. Шайба натискає на плунжер, за рахунок чого створюється тиск палива. У вихідне положення плунжер повертається за допомогою пружини.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ

Арк.
9

Обертання плунжера здійснюється від приводного вала. При цьому відбувається розподіл палива по циліндрах.

Регулювання величини подачі палива здійснюється автоматично за допомогою механічного або електронного пристроїв. Механічний регулятор включає відцентрову муфту з вантажами, яка через систему важелів впливає на дозатор, що змінює величину подачі палива. Електронний регулятор являє собою електромагнітний клапан.

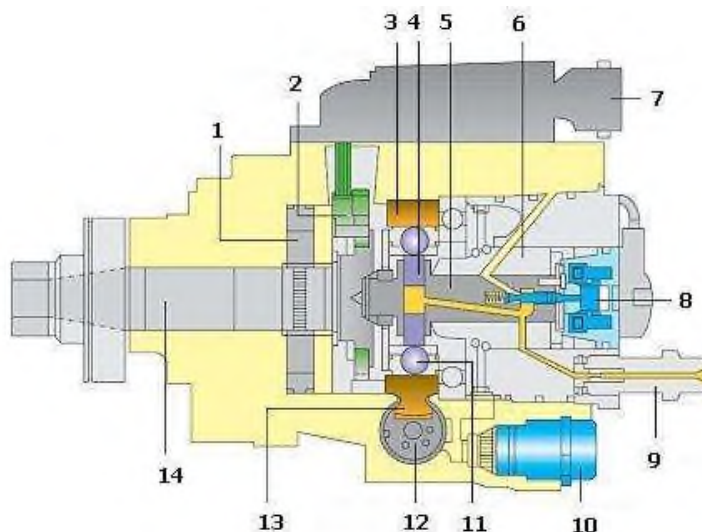


Рис.1.5 Будова розподільчого ПНВТ роторного типу

1 - лопатевої підкачує насос, 2 - датчик кута повороту, 3 - кулачкова обойма, 4 – плунжер, 5 - вал розподільника, 6 - розподільна головка, 7 - блок керування, 8 - електромагнітний клапан дозування палива, 9 - дросель нагнітального клапана, 10 - клапан управління випередженням уприскування, 11 – ролик, 12 - муфта випередження впорскування, 13 - шток приводу кулачковою обойми, 14 - приводний вал

Регулювання величини випередження впорскування палива в розподільному насосі проводиться шляхом повороту нерухомого кільця на певний кут.

Робочий процес розподільного насоса включає впуск палива в надплунжерний простір, нагнітання і розподіл у відповідні циліндри.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк. 10
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У розподільному насосі роторного типу нагнітання і розподіл палива по циліндрах здійснюються різними пристроями плунжером і розподільної головкою. Нагнітання палива здійснюється за допомогою двох протилежних плунжерів, розташованих на розподільному валу. Плунжери через ролики оббігає профіль кулачковою обойми і здійснюють зворотно-поступальний рух.

При русі плунжера назустріч один одному відбувається зростання тиску палива, після чого паливо по каналах розподільної головки і нагнітальним клапанів доставляється до форсунок відповідних циліндрів.

Паливо до плунжеру (плунжера) подається під невеликим тиском, яке створює паливопідкачуючий насос. У розподільних насосах паливопідкачуючий насос встановлений на приводному валу в корпусі насоса. Конструктивно це може бути роторно-лопатевої насос, шестерінчастий насос із зовнішнім або внутрішнім зачепленням.



Рис. 1.6 Магістральний ПНВТ

Масило розподільного насоса високого тиску проводиться дизельним паливом, яке заповнює корпус насоса.

Магістральний паливний насос високого тиску

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						11
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Магістральний паливний насос високого тиску використовується в акумуляторної системі уприскування палива Common Rail, де він виконує функцію нагнітання палива в паливну рампу. Магістральні ПНВТ забезпечують більш високий тиск палива (в сучасних системах уприскування близько 180 МПа і більше).

Конструктивно магістральний насос може мати один, два або три плунжера. Привід плунжерів здійснюється за допомогою кулачкового вала або кулачковою шайби.

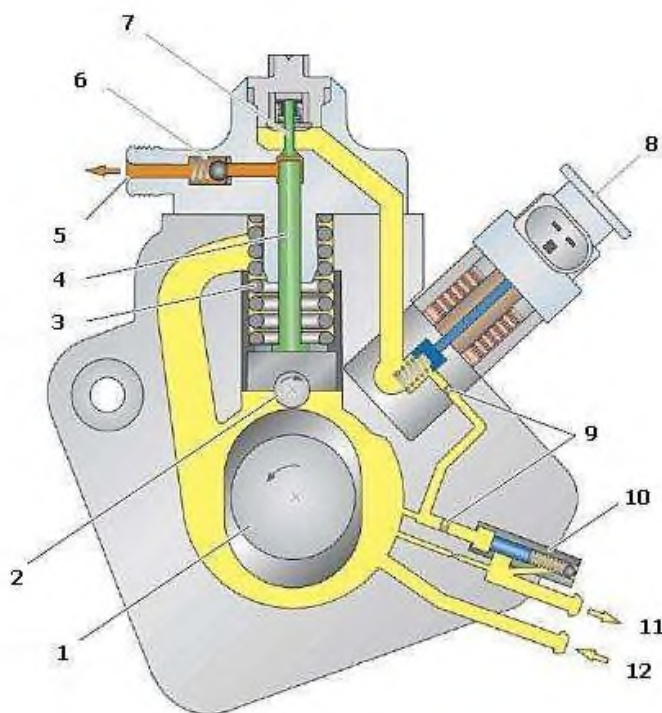


Рис. 1.7 Будова магістрального ПНВТ

1 - приводний кулачковий вал, 2 – ролик, 3 - плунжерна пружина, 4 – плунжер, 5 - штуцер напірної магістралі (до паливної рампи), 6 - випускний клапан, 7 - впускний клапан, 8 - електромагнітний клапан дозування палива, 9 - фільтр тонкого очищення палива, 10 - перепускний клапан, 11 - штуцер зворотного паливо проводу, 12 - штуцер впускного паливопроводу

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк. 12
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При обертанні кулачкового валу (ексцентрика кулачковою шайби) під дією поворотної пружини плунжер рухається вниз. Збільшується обсяг компресійної камери і зменшується тиск в ній. Під дією розрядження відкривається впускний клапан, і паливо надходить в камеру.

Рух плунжера вгору супроводжується зростанням тиску в камері, впускний клапан закривається. При певному тиску відкривається випускний клапан і паливо подається в рампу.

Управління подачею палива здійснюється в залежності від потреби двигуна за допомогою клапана дозування палива. У нормальному положенні клапан відкритий. За сигналом електронного блоку управління клапан закривається на певну величину, тим самим регулюється кількість надходить в компресійну камеру палива.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.2 Будова і принцип роботи ПНВТ системи живлення Common Rail

Основною функцією будь-якого ПНВТ є забезпечення подачі палива до форсунок під необхідним тиском, на будь-яких режимах роботи двигуна і протягом всього терміну експлуатації транспортного засобу. Система Common Rail відрізняється тим, що в ній ТНВД позбавлений розподільних функцій і необхідний лише для створення резерву палива і швидкого підвищення тиску в паливному акумуляторі.

ПНВТ створює постійний тиск величиною до 1600 бар для акумулятора високого тиску. Попередньо стисле паливо в порівнянні зі звичайними системами впорскування не стискується в процесі впорскування.

В акумуляторних системах легкових автомобілів використовується радіальний плунжерний ПНВТ, який створює високий тиск палива незалежно від величини циклової подачі.

ПНВТ акумуляторної системи упорскування встановлюється переважно на тому ж місці, що і звичайні розподільні ПНВТ традиційних систем живлення дизелів. Він приводиться в дію двигуном через муфту, шестерню, ланцюг або зубчастий пас, а частота обертання валу ПНВТ не перевищує 3000 хв^{-1} і безпосередньо пов'язана передавальним відношенням з частотою обертання колінчастого вала. ТНВД змащується паливом, що проходить через нього.

Клапан регулювання тиску в залежності від наявного підкапотного простору встановлюється або безпосередньо на ТНВД, або окремо.

Три плунжера 3, радіально розташовані по колу через 120° (рисунок 1.8), стискають паливо всередині ТНВД. Три робочих ходу кожного плунжера за один оборот валу ПНВТ дозволяють забезпечити незначну і рівномірне навантаження на вал приводу з ексцентриковими кулачками. Крутний момент, що досягає величини $16 \text{ Н} \times \text{м}$, становить близько $1/9$ від амплітуди моменту, необхідного для приводу розподільного ПНВТ звичайного типу. Таким чином, система Common Rail здатна функціонувати при набагато менших енерговитратах.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк. 14
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

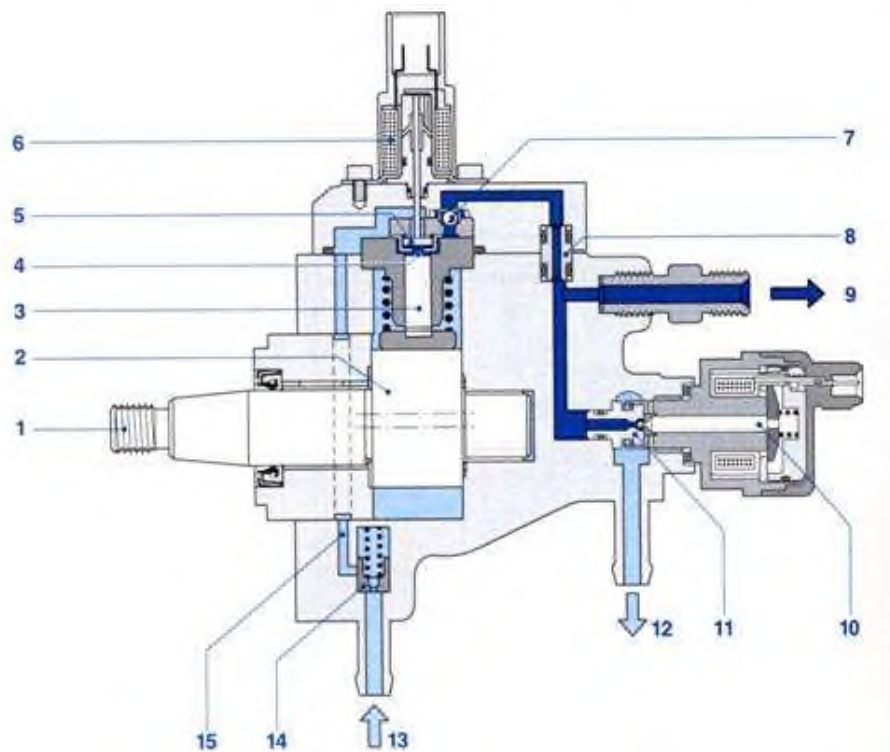


Рис. 1.8 Паливний насос високого тиску (поздовжній розріз):

1 - вал приводу; 2 - ексцентриковий кулачок; 3 - плунжер з гільзою; 4 - камера над плунжером; 5 - впускний клапан; 6 - електромагнітний клапан відключення плунжерній секції; 7 - випускний клапан; 8 - ущільнення; 9 - штуцер магістралі, що веде до акумулятора високого тиску; 10 - клапан регулювання тиску; 11 - кульковий клапан; 12 - магістраль зворотного зливу палива; 13 - магістраль подачі палива до ПНВТ; 14 - захисний клапан з дросельним отвором; 15 - перепускний канал низького тиску

Паливопідкачувальний насос подає паливо до ПНВТ через фільтр з сепаратором води. Пройшовши через дросельний отвір захисного клапана 14, паливо, що використовується також для змащення і охолодження деталей ПНВТ, рухається до плунжера по системі каналів. Вал 1 приводу з ексцентриковими кулачками 2 одночасно змушує поступально рухатися всі три плунжера 3.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк. 15
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

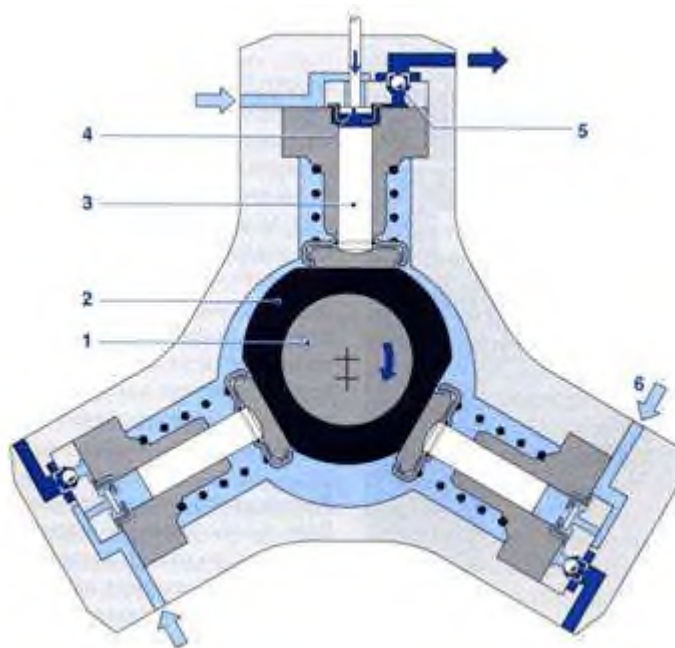


Рис. 1.9 - Паливний насос високого тиску (поперечний розріз):

1 - вал приводу; 2 - ексцентриковий кулачок; 3 - плунжер з втулкою; 4 - впускний клапан; 5 - випускний клапан; 6 - подача палива

Паливопідкачувальний насос створює тиск подачі, що перевищує величину, на яку розрахований захисний клапан (від 0,5 до 1,5 бар). Останній відкриває перепускний канал 15, по якому паливо через впускний клапан 5 надходить в камеру 4 над плунжером, що рухається вниз (тобто відбувається впуск). Коли НМТ плунжера пройдена, впускний клапан закривається. Паливо в надплунжерний простір стискається плунжером, що йде вгору. Коли зростаючий тиск досягне рівня, що відповідає тому, що підтримується в акумуляторі високого тиску, відкривається випускний клапан 7. Стисле паливо надходить в контур високого тиску.

Плунжер ПНВТ подає паливо до тих пір, поки не досягне своєї ВМТ (хід подачі). Потім тиск падає, випускний клапан закривається. Плунжер починає рух вниз.

Коли величина тиску в надплунжерний простір опускається нижче величини тиску підкачки, впускний клапан відкривається і процес повторюється.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк. 16
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Так як ПНВТ розрахований на велику величину подачі, на холостому ході при часткових навантаженнях виникає надлишок стисненого палива, яке через клапан регулювання тиску і магістраль зворотного зливу повертається в паливний бак. Тут тиск палива падає, і потенційна енергія потоку палива вичерпується. Оскільки паливо під тиском нагрівається, то під впливом температури палива, що надходить з магістралі зворотного зливу, поступово підвищується температура палива в баку. Відповідно знижується ККД системи.

При відключенні однієї плунжерної секції 3 скорочується кількість палива, яке подається в акумулятор високого тиску. Якщо електромагнітний клапан 6 відключення плунжерної секції задіяний, то вбудований в його якорь штифт натискає на впускний клапан 5, постійно тримаючи його в відкритому положенні. Паливо, що надійшло в надплунжерний простір не стискається під час ходу подачі, підвищення тиску не відбувається, випускний клапан не відкривається. Відповідно паливо не надходить в контур високого тиску, а повертається в контур низького тиску. При зниженні потрібної потужності відключення однієї з плунжерних секцій дозволяє регулювати продуктивність ПНВТ.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						17
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Можливі несправності ПНВТ системи живлення Common Rail

Поломки паливного насоса високого тиску

Основна причина виходу з ладу ТНВД - це неякісне паливо, термін і умови експлуатації. Насоси системи Common rail дуже вимогливі до чистоти і якості палива.

Розглянемо часто зустрічається варіант ТНВД - СР1. Встановлюються такі насоси на легкові автомобілі і мікроавтобуси Mercedes, BMW, Fiat, Peugeot, Citroen, Iveco. Конструкція такого насоса досить проста: вал приводу, ексцентриковий кулачок, 3 плунжера, 3 клапана. Все це монтується в трехголовковий корпус. На одній з кришок головки насоса встановлюють електромагнітний клапан відключення плунжерній секції. Іноді насоси комплектуються регулятором тиску.

Основних проблем дві - підтікання і низька продуктивність.

Протікати

Тече такий насос через вихід з ладу ущільнювачів сальників. Рідше це відбувається через мікротріщин в кришці головки насоса. Внаслідок цього ПНВТ починає «мокріти». Цей дефект сильніше проявляється на «холодну», часто після прогріву двигуна насос перестає текти. Це говорить про те, що пора міняти ці самі ущільнювальні сальники. При наявності мікротріщин в кришці, її необхідно замінити. Підтікання насоса неприємна тим, що солярка потрапляє на ремінь, який поступово розмокає і в результаті відбудеться його обрив.

Низька продуктивність

Продуктивність ПНВТ залежить від клапанів, плунжерів і стану їх прецизійних частин. При порушенні нормальної роботи клапанів, вони не можуть нагнати заданий тиск за необхідний проміжок часу. У зв'язку з цим, часто зустрічається такий дефект: машина при плавному наборі нормально працює,

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розвиває обороти, а при різкому наборі - входить в аварійний режим (падають обороти, в деяких моделях і зовсім глохне).

Зазор в плунжерній парі знаходиться в межах 0,6-1,6 мкм, зазор обмежується з метою виключення «зависання» плунжера. Зазор до 14 мкм при високій частоті обертання не впливає на основні показники роботи. Але при запуску двигуна приводить до значного погіршення характеристик.

Технічні вимоги до деталей:

1. Стан прецензійних пар перевіряють манометром на створюваний тиск. При обертанні колінвалу стартером при знятих форсунках і повній подачі палива.
2. Шороховатість плунжера та втулки – $Ra=0,1-0,08$ мкм, овальність – 0,2 мкм для діаметрів 10-40мм, вгнутість – 0,4 мкм.
3. Плунжерні пари бракують при наявності тріщин і викришуваних кромоч торцевих поверхонь, пазів і вікон.
4. Допуск паралельності опорних і ущільнюючих торців втулки – 0,8-1,2 мкм для діаметрів 10-40 мм.
5. Гідравлічну щільність плунжерної пари без розбирання насоса перевіряють при видаленні повітря з насоса. Встановивши на штуцер насоса оправку і створюючи тиск 20 МПа. Плунжерна пара має достатню щільність, якщо тиск підтримується на протязі: нові – 15-20 сек, такі що експлуатувалися – 5-7 сек. На результат може впливати зниження гідравлічної щільності стиків і торцевих поверхонь.
6. При створенні тиску не нижче 20 МПа можна встановлювати при поточному ремонті, не нижче 30 МПа – при капітальному.
7. Твердість не менше $HRC>60$.
8. Не дивлячись на такі зазори, плунжер повинен вільно рухатися в втулці, тому до геометричної форми і чистоти поверхні високі вимоги.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						19
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.4. Характеристика конструкційних матеріалів пари тертя, хімічний склад, фізико-механічні та зносостійкі властивості.

Деталі паливного насоса виготовляються з сталі 30ХРА оскільки вона є оптимальною з точки зору фізико-механічних властивостей та експлуатаційних характеристик.

Сталь – це сплав заліза з вуглецем та домішками (кремній, фосфор, сірка, марганець), де вуглецю не більше 2,14%.

Класифікація сталей по загальних ознаках:

По хімічному складу сталі умовно розділяють на вуглецеві (нелеговані), низьколеговані, леговані, високолеговані сталі.

За призначенням сталі розділяють на конструкційні, інструментальні, сталі с особливими фізичними властивостями.

Конструкційною сталь називають сталь, яка застосовується для виготовлення різних деталей машин, механізмів і конструкцій в машинобудуванні та будівництві і володіючи певними механічними, фізичними також хімічними властивостями.

Конструкційні сталі підрозділяють на будівельні, технологічні та сталі з особливими властивостями - жаростійкі, жароміцні, нержавіючі.

Сталь, в складі якої, крім заліза, вуглецю та домішків, є легуючі елементи(Ni, Co, Cr, V, Mo, W, B и др.), введені в метал для покращення експлуатаційних або технологічних властивостей – леговані. Легуючі елементи вводяться в сталь в різних кількостях та співвідношеннях – по 2, по 3 і більше. Якщо сталь містить в сумі до 2,5% легуючих елементів, її називають низьколегованою. Сталь, яка містить 2,5-10% легуючих елементів, вважається середньолегованою, більше 10% - високолегованою.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк. 20
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Серед вказаних класифікацій існують більш вузькі розподіли як за призначенням, так і за властивостями.

Характеристика марки сталі 30ХРА.

30ХРА – легована конструкційна сталь с процентним вмістом вуглецю – 0,3% , хрому – 1,5%, бора – 1,5%, високоякісна.

Легуючі елементи утворюють з залізом тверді розчини, розчиняючись в цементиті (заміщаючи в решітці атоми заліза), або можуть утворювати карбіди, відмінну від цементиту кристалічну решітку та хімічну формулу, а також можуть утворювати інтерметалеві з'єднання.

До переліку найчастіше застосовуваних легуючих елементів відносяться Cr, Mo, Ni, Co, V, Ti, W, Zn, Nb, B, а також Mn та Si, якщо їх вміст перевищує число для вуглецевої сталі.

В результаті легування змінюються фізичні, механічні та технологічні властивості сталі. Зміна властивостей сталі при її легуванні визначається впливом легуючих елементів як на властивості фаз, так і на умови протікання фазових перетворень.

Марка стали 30ХРА застосовується для виробництва відповідальних деталей двигунів, стволів, важелів різних видів зброї та ін.

Основний параметр сталі 30ХРА, необхідний для забезпечення міцності – межа пружності (або пропорційності) – яка межа навантаження, після зняття, якої метал повертається в початковий стан без деформацій.

Добавка в сталь легуючих елементів як правило є технологічним покращенням – така сталь краще гартується, не потребує додаткових підгартувань, краще полірується. Добавка навіть 1-2% хрому або нікелю дозволяє, без додаткових обробок отримати більш тверді, а значить, і більш міцні деталі без додаткових затрат.

З метою підвищення міцності сталі легуються бором. Введення бору навіть в незначних кількостях (0,002-0,003%) збільшую прогартуваність.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Хром вводять в кількості до 2%. Він розчиняється в фериті та цементиті позитивно впливає на механічні властивості сталі, що є причиною широкого застосування в конструкційних сталях.

Для міцності, добавка легуючих елементів також дозволяє отримати в'язкість, необхідну для збереження пластичного, а не крихкого характеру руйнування деталей, що проявляється при збільшенні твердості сталі.

Повний хімічний склад та механічні властивості представлені в таблицях 1.1-1.2.

Таблиця 1.1. Хімічний склад в % сталі 30ХРА.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	B
0,27-0,33	0.17-0.37	0.5-0.8	до 0,3	до 0,025	до 0,025	1-1,3	до 0,3	до 1,5

Таблиця 1.2. Механічні характеристики сталі 30ХРА.

Стан	Сигма-В, МПа	Сигма-Т, МПа	Кси, %	Дельта, %
Гартування 880 °С р (вода), Відпуск 180°С (повітря)	1600	1300	40	9

Види термічної обробки, в залежності від механічних властивостей необхідних для роботи деталі, виготовленої з сталі 30ХРА.

Термічна обробка металів – це визначений в часі цикл нагріву та охолодження, металу для зміни їх фізичних властивостей. Термообробка зазвичай проводиться при температурах, не досягаючи точки плавлення. Зміна фізичних властивостей, викликаних термічною обробкою, гуртуються на зміні внутрішньої структури і хімічних співвідношень, які відбуваються в твердому матеріалі. Цикли термічної обробки є різні комбінації нагріву, витримка при певній температурі та швидкого чи повільного охолодження, відповідно до тих змін які необхідно викликати.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для деталей з сталі 30ХРА потрібна висока твердість не тільки в холодному стані, а й при підвищених температурах.

Гартування даної сталі проводиться шляхом нагріву до температури 820-840°C, з наступним охолодженням в воді.

Протяжність витримки при відпалі 1-1,5 год після нагріву всієї садки.

Високий відпуск застосовують: для зняття наклепа після холодної пластичної деформації (так званий рекристалізаційний відпал); для зняття внутрішніх напружень від обробки різанням, перед гартуванням; перед повторним гартуванням виробів, маючих знижену твердість після термічної обробки.

Протяжність витримки при відпуску 0,5-1 год, після нагріву всіх завантажених деталей.

Нормалізацію застосовують для подрібнення зерна перегрітої сталі та для отримання підвищеної чистоти поверхні при обробці різанням в тих випадках, коли сталь має високу твердість. Нагрів при нормалізації можливо проводити в печах та соляних ваннах. Для покращення оброблюваності при протягуванні та зубодовбання бажана нормалізація при температурі 890-910°C.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						23
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Технологічний процес складання-розбирання та технічний сервіс ПНВТ.

2.1 Діагностика і ремонт системи впорскування

Є мінімум обладнання, без якого приступати до роботи нерозумно. Діагностика електронних систем починається зі зчитування кодів несправностей, перевірки датчиків, виконавчих механізмів. Особливих дизельних сканерів немає, є універсальні, тобто для широкого кола автомобілів, або дилерські - на певну марку. Для вивчення сигналу з пристрою, що перевіряється потрібен осцилограф. Але він дорогий, вигідніше купити сканер з додатковою функцією осцилографа.

Тиск палива перевіряють манометрами. Низьке - механічним, зі шкалою до 10 бар, а високе - спеціальним приладом з перехідниками і діапазоном не нижче 2000 бар. А для вимірювання кількості палива, що зливаються з форсунок, потрібен свій набір.

Якщо привід ГРМ в порядку, переходимо до перевірки подачі палива. Електричний насос, що підкачує вступає в роботу з поворотом ключа. При зносі або пошкодженні цього насоса змінюється споживана їм потужність, ЕБУ фіксує це як несправність і записує в пам'ять системи її код. Але повністю покладатися на електроніку не варто, тому підключаємо манометр до магістралі низького тиску. (У механічного насоса, що підкачує для зручності контролю є штуцер.) Якщо тут тиск в нормі, переходимо до ПНВТ.

Перевіримо тиск палива в рампі в режимі прокрутки клонували стартером. Ця частина системи оснащена датчиком тиску палива, скористаємося його послугами. Підключаємо до діагностичного роз'єму сканер і знаходимо потрібний параметр. Якщо він нижчий за норму, шукаємо, де ховається

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк. 24
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

несправність. Винні можуть бути форсунки, електромагнітні клапани (регулятори) і сам ПНВТ.

					<i>ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ</i>	Арк.
						25
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2.2 Розробка технологічного процесу розбирання/збирання паливного насосу

Демонтаж ПНВТ з двигуна.

Для того щоб безпроблемно зняти вал ПНВТ з шестерні ГРМ потрібний спеціальний знімач та фіксатор колінчатого валу рис. 2.1.



Рис. 2.1 Знімач ПНВТ та фіксатор колінчатого валу

Послідовність операцій зняття ПНВТ з двигуна:

1. Демонтувати частини двигуна які перешкоджають доступу до ПНВД (кришки, декоративні щитки, та інше).
2. Виставляємо поршень першого циліндра і ВМТ по мітках.
3. Фіксуємо колінчатий вал.
4. Фіксуємо вал ПНВТ болтом на корпусі.
5. Вкручуємо знімач ПНВТ, фіксуємо але не затягуємо сильно.
6. Відкручуємо ПНВТ від двигуна, але при цьому не знімаємо.
7. Фіксуємо знімачем шестерню ланцюгового приводу і витягуємо вал ПНВТ з неї, показано на рис. 2.2.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						26
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

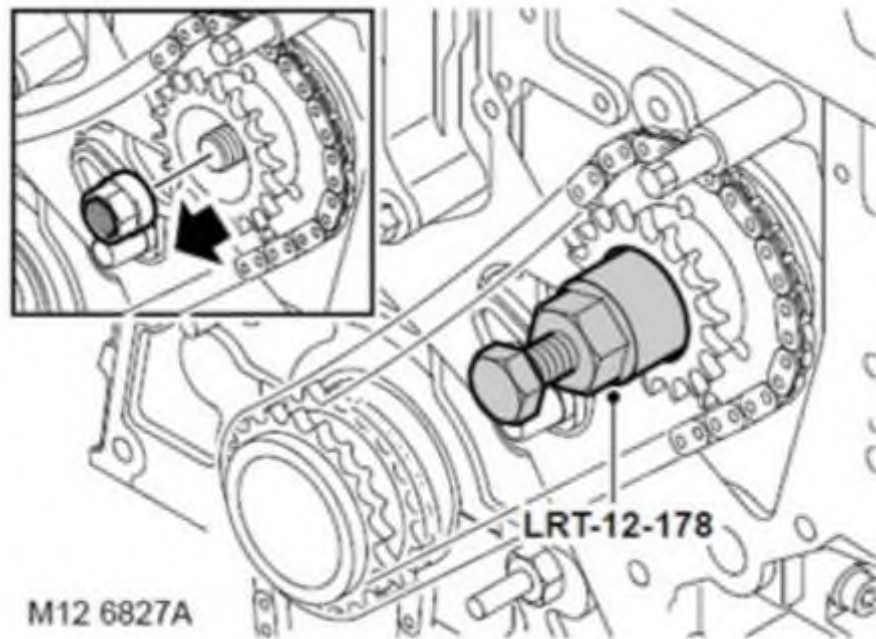


Рис. 2.2 Демонтаж вала ПНВД з шестерні.

8. «Ловимо» ПНВД, щоб не впав. Знімач залишаємо на місці. За потреби викручуємо тільки центральний болт.

При наявності ремкомплекту до насосу – використовуємо наявні пробки для закривання всіх штуцерів та виводів на насосі для запобігання потрапляння забруднень

Покрокова інструкція з розбирання

При виконанні ремонту ПНВД необхідно дотримуватися суворої інструкції. Після зняття насоса розбирання виконується в наступному порядку:

- з плунжерній пари викручується штуцер паливної магістралі;
- знімається нагнітальний клапан;
- перевіряється правильність площині клапана (якщо вона порушена, потрібна заміна);
- знімається керуючий соленоїд (також замінюється при несправності);
- проводиться чистка фільтра на соленоїді (при необхідності);
- демонтуються кришка насоса;
- знімається датчик положення вала;

-виймається плунжерні пара (при необхідності замінюється кільце ущільнювача);

-дістається кулачкова шайба з отвору від плунжерній пари (при зносі замінюється);

-витягуються роликові кільця і самі ролики (розташовані під шайбою);

-знімається хрестоподібна шайба між роликами;

-демонтується актуатор кришки регулятора і сам регулятор впорскування;

-виймається штифт, корпус роликів і вал насоса;

-витягується поршень регулятора упорскування.

На даному етапі розбирання ПНВТ завершується і всі допустимі для заміни деталі вилучені. В процесі варто перевіряти вироблення всіх ущільнювачів і виконувати їх заміну при зносі.

Процес збірки

Незважаючи на більш складну роботу, збірка виконується в зворотному порядку з заміною головних прокладок. Вони продається ремкомплект разом з ущільнювачами, тому пошук не повинен бути складним. Однак варто враховувати такі особливості збірки:

-при закручуванні шпильок, необхідно дотримуватися вказану кількість кляцань з певною силою (краще проводити роботу динамометричним ключем);

-перед складанням варто провести чистку нутрощів ПНВТ, особливо нижньої частини, де скупчується велика кількість відкладень;

-необхідно точно дотримуватися позначки ГРМ (вони вказуються точками або рисками на валах і кулачках відповідно до мітками на двигуні).

Недотримання вимог при складанні може послужити причиною появи нових проблем. Тому при нестачі знань краще довірити роботу фахівцям, що скоротить ваші витрати на супутніх поломки і допоможе домогтися відновлення ПНВТ та функцій.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк. 28
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Конструкція паливної системи живлення дизельного двигуна БМВ 320Д

На моделях с дизельним двигунами застосовується електрона числова система керування DDE, яка керує кількістю впорскуваного палива та моментом впорскування, DDE - Digitale Diesel Elektronik.

Електрона числова система керування двигуном дозволяє отримати наступні переваги:

- Самодіагностика системи керування двигуном, забезпечує можливість швидкого пошуку поломок. Система керування двигуном має пам'ять поломок. Якщо під час експлуатації з'являється дефект, то він вноситься в пам'ять приладу. З допомогою спеціальних приладів можливо отримати список поломок, який дозволить швидко усунути їх. Роботу бажано виконувати в умовах СТО.

- Має точне дозування палива на будь-якому режимі роботи, що забезпечує мале споживання палива при високій потужності.

- Забезпечує зменшення вмісту шкідливих речовин в відпрацьованих газах завдяки точному дозуванню палива та застосування каталізатора.

- Не потребує регулювання обертів холостого ходу та числа обертів скидання.

Частини системи керування двигуном мають значний ресурс й практично не потребують обслуговування. Під час проведення технічного обслуговування необхідна тільки заміна повітряного та паливного фільтрів. Роботи по регулюванню та ремонту можуть проводитися лише з застосуванням спеціальних приладів.

Робота систем впорскування

Загальна схема системи живлення дизельного двигуна зображена на рис 2.3 та фото рис. 3.3.

В ПНВТ створюється тиск впорскування палива, який через трубопроводи високого тиску та форсунки впорскується в камери згорання.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк. 29
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Датчик переміщення голки форсунки на кожній з форсунок визначає початок впорскування та регулює процес впорскування в залежності від навантаження та числа обертів двигуна.

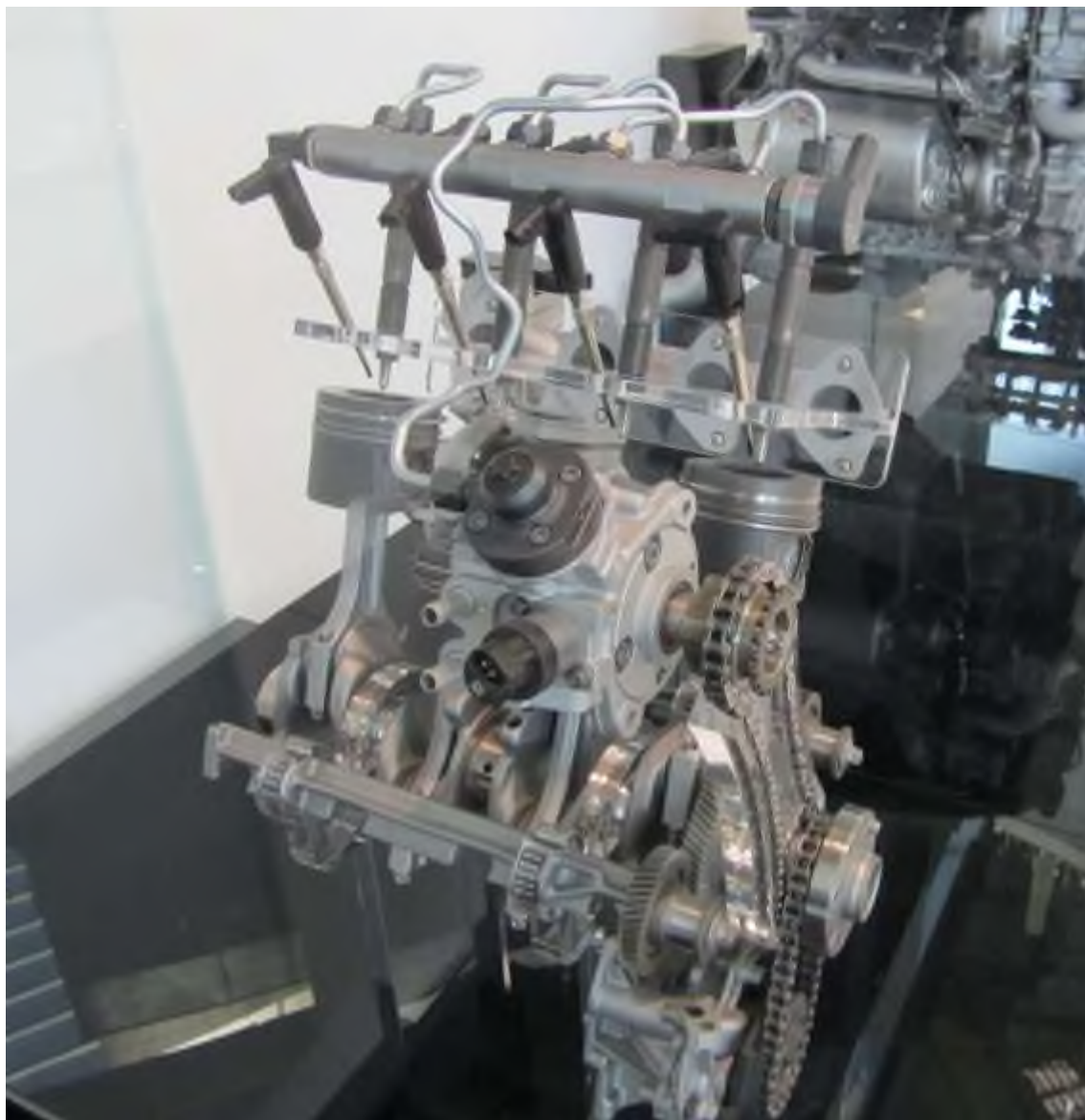


Рис. 3.3 Фото системи живлення

Датчик тиску стиснутого повітря вимірює тиск в впускному трубопроводі. Його сигнали служать для обмеження кількості впорскуваного палива, якщо виходять з ладу регулятор тиску надуву або вимірювач кількості повітря.

Система рециркуляції відпрацьованих газів AGR в залежності від робочого стану двигуна підводить в втягуючий канал двигуна через керований клапан певну кількість відпрацьованих газів. Таким чином, знижується температура згорання палива. Чим нижча ця температура, тим менша концентрація шкідливих речовин в відпрацьованих газах.

Вимикач педалі щеплення служить для виключення ударів, виникаючих при зміні режиму та ривків при включенні щеплення.

Вимикач педалі гальм служить для скидування числа обертів двигуна до холостих, якщо датчик положення педалі газу вийшов з ладу і водій гальмує автомобіль.

Хороші пускові характеристики двигуна з безпосереднім впорскуванням попередній накат потребується в основному при температурах нижче 0°C. Свічки накаливання вмикаються від приладу керування через реле.

При експлуатації дизельних двигунів в зимових умовах в дизельне паливо не додаються ніякі присадки. Допускається додавання гасу. Якщо двигун не запускається внаслідок згущення палива, пуск сильно ускладнений. Для запуску:

а) зняти паливний фільтр та нагрівати в теплій воді, поки паливо не стане рідким, або замінити його новим.

б) Поставити автомобіль в опалюваний гараж.

в) Облити паливну систему гарячою водою.

г) Виробником BOSCH пропонується дизельний нагрівач для додаткового встановлення. Електричний нагрівач встановлюється в допоміжному трубопроводі до паливного фільтра.

Забороняється розігрівати паливну систему або бак паяльною лампою чи іншим подібним засобом через небезпеку пожежі або вибуху!

Видалення осадів та заміну паливного фільтра необхідно виконувати регулярно аби при появі відповідного сигналу на панелі керування. З фільтру необхідно видаляти воду. Вода з'являється, як правило, в паливному баку в результаті конденсації або попадає разом з паливом під час заправки.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виконання роботи необхідно мати:

- Ручний вакуумний насос з ємністю для збирання палива яке буде видалене з фільтра, наприклад, KLANN LI-75200.

- Патрон паливного фільтру.

- Ущільнююче кільце кришки фільтру.

- Ємкість для збирання води, яка накопичилась в фільтрі.

При попаданні витікаючого дизельного палива на гумові деталі їх необхідно одразу ж протерти (труби системи охолодження). Якщо цього не зробити тоді паливо поступово пошкодить та призведе до протікання гумових труб.

З метою збереження навколишнього середовища, не виливати відпрацьовані нафтопродукти та залишки палива разом з побутовими відходами.

Поблизу робочого місця не палити, не користуватись відкритим полум'ям. Є небезпека виникнення пожежі! Бажано мати поруч працездатний вогнегасник. Також необхідно забезпечити вентиляцію робочої зони. Пари палива токсичні для організму людини.

При знятті паливного фільтру порядок дій наступний:

1 Вимкнути запалення ключем на панелі приладів автомобіля.

2 Відкрити кришку на корпусі паливного фільтру головкою на 27 мм.

3 Тримавши поруч ганчірку. Витягти старий паливний патрон, протерти стікаюче паливо ганчіркою.

1 Перед встановленням нового патрону необхідно видалити воду з корпусу паливного фільтру. Вставляється стягуюча трубка в корпус фільтру. (Не допускайте потрапляння рідини в вакуумний насос.

2 Ручним насосом відкачайте рідину з корпусу фільтру в ємність.

3 Перевірити, наявність бруду в середині корпусу фільтру. При необхідності витерти корпус ганчіркою.

4 Встановити новий патрон.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк. 33
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

5 Накрутити кришку з новим ущільнюючим кільцем моментом 25 Н•м.

6 Увімкнути на одну хвилину запалення, (двигун не запускати).
Паливопідкачувальний насос увімкнеться, наповнить паливний фільтр та видалить повітря з паливної системи.

7 Візуально перевіряється герметичність паливної системи особливо з'єднання на штуцерах.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						34
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. Розробка технологічного процесу відновлення, підвищення зносостійкості деталей ПНВТ автомобіля.

3.1. Вибір і обґрунтування методу відновлення, підвищення зносостійкості.

На сьогодні існує більше сотні різних технологій зміцнення та відновлення поверхні деталей машин із застосуванням методів термічної і хіміко-термічної обробки, поверхневої пластичної деформації, наплавки, осадження покриття термомеханічним способом, фізичного хімічного осадження в вакуумі, електрофізичних методів з застосуванням гальваніки та електроіскрового легування поверхні, зміцнення з застосуванням висококонцентрованих джерел енергії, зокрема лазерів, електричних розрядів, електромагнітних і магнітних полів.

Технології, які застосовуються для зміцнення та відновлення поверхні деталей паливних насосів, повинні забезпечувати певні вимоги щодо товщини зміцнюваної поверхні та ресурсу роботи: зміцнена поверхня повинна мати товщину не меншу, запасу на знос (для плунжерів 25мкм і більше).

На вибір методу зміцнення також впливають такі фактори, як різноманітність форм і розмірів плунжерів, серійність виробництва. З огляду на це перевагу слід надавати таким методам зміцнення, які є універсальними.

Розглянемо методи відновлення та підвищення зносостійкості деталей машин.

Поверхнєве пластичне деформування (ППД) застосовується для фінішної обробки циліндрів, гільз, дорнів для досягнення високого класу шорсткості та формування на поверхні залишкових напружень стиску, які підвищують експлуатаційні властивості виробів.

Хіміко-термічна обробка є ефективним способом підвищення зносостійкості робочих органів екструдерів за рахунок зміни хімічного і фазового складу поверхні, підвищення її твердості, створення залишкових

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

напружень стиску . При хіміко-термічній обробці поверхня металу насичується методом дифузії хімічними елементами: вуглецем, бором, азотом, киснем тощо з утворенням хімічних з'єднань цих елементів з металом (карбідів, нітридів, боридів, оксидів) та зоною твердих розчинів цих елементів. У результаті одержуємо на поверхні покриття значної товщини і високої твердості.

Борування. Головне призначення обробки боруванням – збільшення стійкості до зношування поверхні виробів під час роботи в агресивних та абразивних середовищах при температурах до 800°C. Широко застосовується обробка бором для швидкокоріжучого й штампового інструменту, деталей дробилок и просіюючих машин, бурового обладнання та центробіжних насосів. Технологія борування виконується по різних методах, використання яких залежить від умов роботи та оброблюваної деталі. Режим обробки залежить від бажаної товщини покриття і марки сталі. В більшості оброблюваних боруванням сталей великий вміст вуглецю та легуючих елементів. До переліку матеріалів, які підлягають обробці також належать нержавіючі сталі.

Недоліки даної технології, наступні:

- Швидкість дифузії дуже мала і вимагає багато годин обробки;
- Значні витрати енергії для підтримки температури при обробці;
- Обробки при підвищених температурах може призвести до жолоблення;
- Отриманий шар поступається якістю менш затратним технологіям.

Цинкування — це технологічний процес обробки деталей або конструкцій з металу, мета якого захист від корозії. Існує кілька технологій цинкування: гаряче, холодне, гальванічне, термодифузійне та газотермічне. Не залежно від застосовуваного способу, принцип захисту металу від ржавіння залишається одним і тим. Суть цинкування не залежно від технології реалізації наступний: на підготовлену поверхню виробу або конструкції вкривають шаром цинку. В залежності від застосовуваної методики захисний шар може тільки вкривати поверхню основного матеріалу, або додатково з'єднується з ним за рахунок дифузійної взаємодії. Завдяки властивостям цинку при взаємодії з атмосферним

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						36
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

киснем на його поверхні швидко утворюється окисна плівка. На відміну від оксиду заліза, вона має високу щільність і міцність, завдяки цьому вона: перешкоджає атмосферному кисню потрапити на метал; не руйнується при не великих механічних впливів.

Недоліки:

- неконтрольована рівномірність товщини покриття;
- невисока адгезія покриття до метали;
- слабка стійкість до пошкоджень;
- складність технологічного процесу;
- висока собівартість процесу.

Силіціювання сталі – процес насичення поверхні металу кремнієм. Він не отримав широкого застосування в промисловості, але інколи застосовується для зміни властивостей матеріалу. Існує кілька особливостей даного процесу:

Недоліком силіціювання сталі є те, що отримати однорідну поверхню, на якій не буде пор, практично не можливо. Також, складно досягти результату, коли на поверхні матеріалу концентрація кремнію буде велика, а сам шар при цьому буде мати хорошу адгезію.

Якщо силіціювання проводити в погано насиченому середовищі, то на поверхні сталі і інших сплавів може утворитися ферит.

Занадто висока насиченість середовища, в якому відбувається хіміко-термічна обробка – підвищення кригкості сталі.

Алітування вуглецевих сталей – процес насичення поверхні виробу алюмінієм, процес відбувається при певній температурі (950...1050 °С на протязі 3...12 год.). Алітований шар має добру опірність корозії на повітрі і у морській воді. Твердість алітованого шару – до 500 HV, зносостійкість низька. Процес алітування сталі достатньо складний, також вимагає складного обладнання.

Сульфидування залізовуглецевих сплавів – це насичення поверхні виробів сіркою. Його здійснюють у сульфуризаторах, що містять хлористий калій, сульфат натрію, тіосульфат натрію, ціанистий натрій, карбамід та ін.; тому

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк. 37
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

поверхня виробів одночасно насичується вуглецем й азотом. У зв'язку з цим такий процес називають сульфоціануванням. Після сульфідуювання підвищується зносостійкість виробів; поліпшується адсорбція мастила на поверхнях деталей, які працюють в умовах мащення; запобігається захоплення і задирки під час різання; поліпшується припрацювання деталей при терті. З огляду на це сульфідуюванню піддають високоточні деталі, що працюють в умовах тертя (наприклад, компресійні та маслознімні кільця двигунів внутрішнього згорання).

Цементация – процес насичення маловуглецевих сталей (0,1 ...0,25 %C) вуглецем при температурі 900...1000⁰C з подальшим гартуванням з метою отримання високої твердості поверхні HV до 8000 МПа і глибини зміцненого шару до 2000 мкм, при цьому в'язка серцевина зберігається. Розрізняють наступні види цементації: тверду, газову цементацію, цементацію пастами та в рідині. Цементацію в основному застосовують для підвищення зносостійкості деталей машин, що працюють в умовах тертя, наприклад, зубчастих коліс, кулачків, розподільних валиків, поршневих пальців, штовхачів клапанів, шийок колінчастих валів, черв'яків, робочих поверхонь вимірювальних інструментів тощо. Цементують також деталі, які під час роботи витримують високий опір динамічним навантаженням й одночасно працюють на стирання та удар. Цементації піддають в основному деталі, виготовлені з низьковуглецевих сталей марок 10, 15, 20. Коли ж потрібно забезпечити міцнішу серцевину та стійку до спрацювання поверхню, для виготовлення деталей використовують леговані цементовані сталі з вмістом вуглецю 0,12...0,32 %.

Хромування — дифузійне насичення поверхні сталевих виробів хромом, чи процес осадження на поверхню деталі шару хрому з електроліту під впливом електричного струму. Є однією з ефективних технологій підвищення зносостійкості деталей машин, яка забезпечує високу твердість (до 1500 HV) і товщину дифузійного шару (до 0,3 мм). Хромування сталевих деталей здійснюють при температурі 900...1400 °C в порошковому, рідкому або газовому середовищах, що містять хром. Тривалість процесу насичення становить 5...12

					<i>ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ</i>	Арк.
						38
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

год. Хромовані сталеві деталі мають підвищену окислювальну стійкість до температури 800 °С, високу корозійну стійкість, а при концентрації хрому в поверхневому шарі 0,3...0,4 % – підвищену твердість та зносостійкість. Хромують різні сталеві деталі та інструменти: клапани, вентилі, патрубки, штампи для холодного штампування тощо. Хромуванню можна піддавати деталі, виготовлені з будь-яких сталей. В основному технологію хромування в машинах екструдерах і термопластах застосовують для зміцнення формуючого обладнання і ріжучого інструменту.

Також, широко застосовування отримав метод — *вакуумне хромування*, або PVD-процес. Метод забезпечує конденсацію парів хрому на поверхні заготовки. Це відбувається в спеціальних вакуумних камерах, де метал нагрівається до температури випаровування, а потім конденсується в вигляді туману на оброблювану деталь. Товщина шару хрому дуже незначна, що додатково покривають лаком с метою захисту від дряпання. Подібна методика застосовується при хромуванні виробів з алюмінію.

Таким чином, аналіз способів зміцнення поверхні деталей машин за різними технологіями показав, що найбільш перспективними технологіями для відновлення та підвищення зносостійкості деталей ПНВТ є хромування, які будуть досліджуватись в даній роботі.

Шар хрому наноситься з метою покращення зовнішнього вигляду, так і з метою забезпечення захисту від корозії, підвищення твердості, зносостійкості, або збільшення геометричних розмірів при відновленні.

Шляхом застосування хромування можливо досягти ряду експлуатаційних переваг, а саме:

- Покращення антикорозійних властивостей (що є дуже важливо в умовах роботи паливних насосів);
- Підвищення твердості поверхні металу;

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						39
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Підвищення захисту від ерозійного зношування;
- Збільшення жароміцності;
- Підвищення зносостійкості.

Нанесення хрому на металеві вироби, як правило, називають хімічним хромуванням. Технологію широко застосовують для покращення декоративних та функціональних властивостей деталей. Процес реалізується шляхом наступних методики:

1. Гальванічна.
2. Хімічна.
3. Напиленням.

Гальванічна методика може бути виконана двома шляхами: дифузійним та електролітичним.

Електролітичне хромування ґрунтується на принципі електролізу металів. В процесі обробки електричний струм проходить крізь електроліт, представлений як спеціальний розчин з солей хрому, кислоти або лугу. По мірі проходження струму виділяються катіони хрому. В результаті процесу частинки хрому осідають на оброблюваній поверхні.

Середні параметри хромування гальванічним методом такі:

1. Хромовий ангідрид 250 г/л.
2. Сірчана кислота — 2,5 г/л.
3. Температурні показники — 50 °С для обробок з декоративною метою та 55–60 °С для деталей що обробляються з метою покращення функціональних якостей.
4. Щільність струму — 25 А/дм² для декоративного покращення, а також 60 А/дм² для підвищення функціональних якостей.

Щоб виконати якісну гальваніку, потрібно вірно підібрати температуру електроліту та щільність струму.

Пам'ятаємо, що збільшення температури знижує вихід хрому по струму, а збільшення щільності діє протилежним чином.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						40
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Хімічне хромування

Під час виконання хімічної обробки застосовують ряд реагентів:

- Хлористий хром;
- Гіпофосфат натрію;
- Лимоннокислий натрій;
- Двадцятивідсотковий розчин їдкого натра;
- Вода H_2O .

Під час проведення реакції контролюється температура близькою до $80^{\circ}C$. Перед нанесенням хромового шару на сталеву заготовку, необхідно попередньо нанести шар міді. По завершенню заготовки миють в воді та висушують.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						41
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2. Вибір технології і устаткування підготовки деталей ПНВТ для відновлення та підвищення зносостійкості.

Серед описаних вище технологій для підвищення зносостійкості та відновлення геометричних розмірів зношеного плунжера обирали технологію хромування з наступною механічною обробкою.

Підготовка до хромування деталей.

Підготовчий етап полягає в виконанні декількох необхідних операцій:

1. Підготовка поверхні виробу шляхом шліфування та полірування.
2. Очищення від забруднень з допомогою спеціальних засобів та дистильованої води и протирання чистою тканиною.
3. Повна ізоляція поверхонь, де не потрібно наносити хром, закривання отворів (якщо не потрібно обробляти внутрішні поверхні).
4. Встановлення деталі на підвіску.
5. Повне обезжирювання.
6. Промивка водою.
7. Висушування.
8. Встановлення деталі на підвіску з гарантованим електричним контактом, як показано на рис 3.1.

Гальванічну ванну покривають сірчаною кислотою, а після занурення оброблюваної деталі в розчин подають струм з заданими показниками щільності. Роль шестивалентного хрому виконує хромовий ангідрид, трьохвалентного — сульфату чи хлориду хрому.

Також необхідно дотримуватись заданого температурного режиму розчину в ванні, який встановлюється з врахуванням особливостей хромування.

При застосуванні терморезиму необхідно дотримуватись стабільних температурних показників на протязі всього процесу. Будь-які відхилення від заданих можуть привести до погіршення адгезійних властивостей покриття, як

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						42
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

наслідок гальваніка втратить правильну структуру, а на поверхневому шарі з'являться різні дефекти.



Рис. 3.1. Плунжер з підвіскою.

Протяжність гальванічної обробки визначається необхідною товщиною хромованого шару.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						43
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

В процесі обробки з розчину виділяється ряд шкідливих парів, тому увесь процес необхідно проводити весь процес з врахуванням всіх вимог до техніки безпеки та з застосуванням засобів індивідуального захисту.

3.2.1. Обладнання для хромування.

Установка для нанесення покриттів хромуванням складається з таких основних частин: ванна, джерело живлення та оснастка для розміщення оброблюваних деталей (підвіси). В умовах середнього або великого підприємства обладнання буде використовуватись не тільки для відновлення плунжерів, а і для інші потреб таких як відновлення різноманітних деталей з одночасним підвищення експлуатаційних характеристик, нанесення декоративних покриттів чи їх відновлення. Тому при розробці обладнання бажано використовувати універсальні, доступні зразки та комплектуючі до них.

Гальванічні ванни з поліпропілена від виробника "Укрпласт" (рис. 3.2.) призначені для виконання будь-яких процесів гальванізації хімічним чи електрохімічним методом – цинкування, хромування, нікелювання, оміднення, анодування, залізнення, лудіння, позолота та інші.

Гальванічні ванни використовуються в якості основного виду обладнання для гальванічних виробничих цехів, внутрішня поверхня яких знаходиться в безпосередньому контакті з хімічними речовинами. В ваннах можуть виконуватись всі етапи обробки деталей, включаючи підготовку, основний та завершаючий процеси.

Переваги гальванічних ван з поліпропілену:

- герметичність;
- інертність матеріалу до більшості хімічних речовин (робочих розчинів);
- зручність і безпека при роботі;
- висока міцність та стійкість до зносу;
- термічна стійкість (до 130°C при відсутності механічних навантажень);

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						44
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- низькі показники водопоглинання, водонепроникності та паропроникності;
- високі діелектричні властивості.



Рис. 3.2. Загальний вигляд ванни для хромування

В залежності від призначення (технологічних особливостей виробничого процесу) ванни мають різні габарити та конструкцію. Для забезпечення високої якості гальванічних покриттів та зручності проведення роботи, ванни обладнуються додатковими приладами: пристрої для підігріву, термодатчиками, а також датчиками рівня, бортовими відсосами, провідникове обладнання, вузли зливу і доливу, механізмами качання штанг та інше.

Усі комплектуючі для обладнання гальванічних ван, знаходяться в контакті з електролітами та хімікатами – корпуси електричних приладів, крани для зливу рідин та подачі повітря та ін. також виготовляються з пластику. Каркас та інші металеві деталі фарбуються спеціальною фарбою, стійкою до хімічних речовин.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						45
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Джерело електричного струму відіграє важливу роль при нанесенні покриттів гальванічним методом.

Керований інвертор стабілізованого струму SMART GVI 15/500 (рис. 3.3) призначений для виконання робіт на постійному струмі відповідає вимогам, які необхідні для забезпечення стабільного та якісного виконання робіт.



Рис. 3.3. Загальний вигляд та зображення з дисплею приладу SMART GVI 15/500

Характеристики приладу:

- Мережа живлення 380\220В плюс 10% мінус 15%, частота від 49 до 60 Гц;

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк. 46
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- Перетворювач забезпечує курування усіма параметрами процесу з заданих межах з пульта керування;
- Вихідна потужність: 1800 Вт;
- Тонке та грубе встановлення вихідних параметрів;
- Вшиті типи захисту (OVP, OCP, OPP, OTP);
- Охолодження вентиляторами з керованим контролем температури;
- Захист від перегріву, без відключення (з обмеженням вихідної потужності);
- Висвітлення ситуації на світлодіодах;
- Діапазон регулювання вихідної напруги 0,3÷15В;
- Максимальний вихідний струм 500 А;
- Діапазон регулювання вихідного струму 0,1 - 500 А;
- Коливання струму та напруги при роботі на активне навантаження не більше 1%;
- Коефіцієнт корисної дії, не менше 0,92
- Екран:
 - Відображення всіх значень та функцій;
 - Сповіщення статусів та повідомлень системи;
 - Лічильник ампер-годин переданих в навантаження;
 - Лічильник загальної\нинішнього напрацювання в часі.

Перетворювач складається з шафи в залежності від варіанту виконання може містити прилад контролю температури чи без нього, а також настінного або стоячого на підлозі виконання.

Перетворювач містить в собі силовий блок, реакторний блок, систему курування, монітор з клавіатурою.

Блок-схема перетворювача представлена на рис 3.4.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

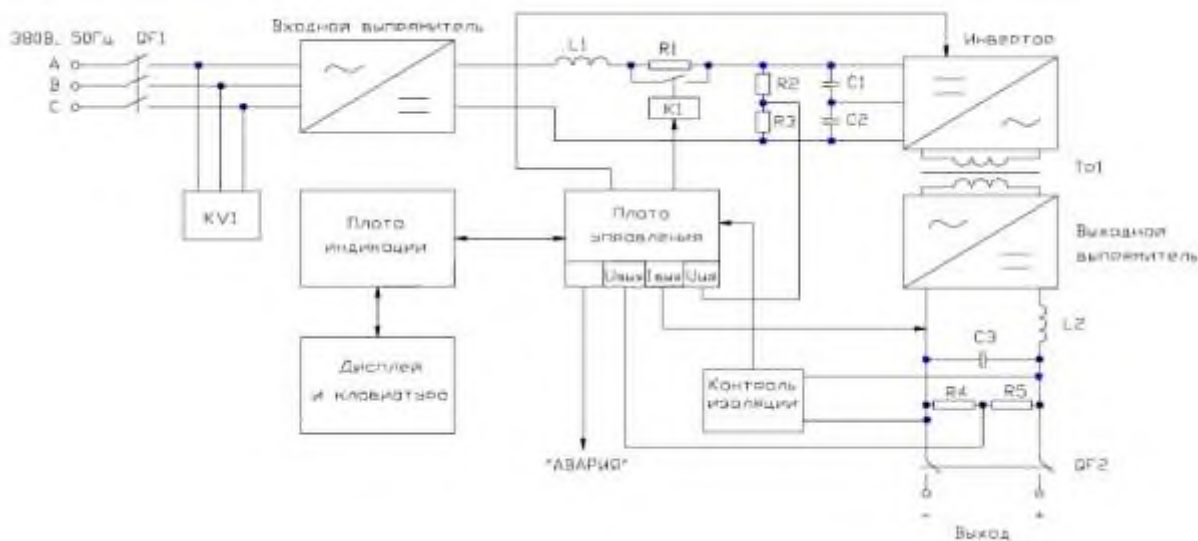


Рис.3.4 Блок-схема перетворювача

Перетворювач випрямляє змінну однофазну напругу мережі живлення 380В в постійну вихідну напругу від 0,3 до 15В.

Перетворювач функціонально складається з низькочастотного випрямляча, інвертора, стабілізуючого фільтра, трансформатора, вихідного високочастотного випрямляча та LC фільтру.

Мережева напруга приходить на некерований трьохфазний випрямляч, з виходу якого постійна напруга, через стабілізуючий LC-фільтр, подається для живлення інвертора. Інвертор виконаний по напівмостовій схемі на основі цифрового IGBT-модуля виробника Mitsubishi, що дозволяє застосовувати широко- імпульсну модуляцію з частотою близько 18 кГц. В якості навантаження в діагональ напівмоста введена первинна обмотка трансформатора. Напруга з вторинної обмотки випрямляється діодами вихідного випрямляча та через вихідний LC-фільтр виходить на навантаження.

В IGBT-модуль вшитий драйвер управління силовими транзисторами, який виконує наступні функції:

- формування сигналів керування транзисторами верхнього та нижнього плеча;

- контроль струму та апаратний захист транзисторів;
- формування сигналу струмового захисту;
- контроль температури кристалів та температурний захист.

Сигнали керування та захисту гальванічного розв'язані від системи керування схемою оптикозв'язків. Керування роботою силових транзисторів та контроль напруги живлення інвертора здійснюється платою керування.

Силовий блок конструктивно виконаний в вигляді моноблока, на якому розміщені всі елементи схеми за винятком дроселів стабілізуючих фільтрів та трансформатора, котрі конструктивно з'єднані в трансформаторно-реакторний блок. Друковані плати LC-фільтру, оптикозв'язки та інвертори, разом з IGBT-модулем, датчиком температури й діодами вхідного та вихідного випрямлячів кріпляться на алюмінієвих охолоджувачах. Збоку, на ребрах охолоджувача, встановлені два вентилятори. Ще два вентилятори встановлені в нижній частині перетворювача.

Підвісне приладдя

Завантаження деталей в ванни та підвід до деталей струму здійснюється з допомогою різних підвісних приладь.

Найпростішими підвісами є мідні або латунні дроти діаметром 0,25–0,8 мм, з допомогою якої деталі кріпляться гірляндами та кріпляться на контактному гаку чи безпосередньо на штангу ванни.

При обробці великих партій деталей кріплення їх з допомогою дротів занадто працемістке, а витрата дротів завеликі. Конструкції різних підвісок визначають формою оброблюваної деталі та повинні відповідати наступним вимогам:

- 1) забезпечувати отримання рівномірного по товщині покриття;
- 2) не допускати екранування окремих ділянок поверхні деталі;
- 3) добре проводити електричний струм;
- 4) забезпечувати гарний контакт з деталями і штангою ванни;

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- 5) забезпечувати міцне кріплення деталей;
- 6) бути простим в виготовленні.

Підвісні прилади рамочного чи ялинкового типу зазвичай виготовляють з сталі або латуні; контакти-тримачі, на які кріпляться деталі, виготовляють з сталевого дроту. Контакти-тримачі бажано виготовляти легкознімними, а всі струмопровідні частини підвісок виготовляти покритими захисними матеріалами для уникнення осадження на них покриттів.

Довжина підвісок повинна бути такою, щоб сама нижня деталь не діставала до дна ванни на 15–18 см, а верхня деталь занурена на 5–8 см від поверхні розчину.

Підвіски і контакти-тримачі для хромування деталей повинні мати достатнє січення, яке забезпечить прохід струму великої сили, а також повинні забезпечити надійний контакт з деталями та штангою ванни без значного перегріву.

Контактні гаки підвісок повинні мати форму, яка забезпечить велику площу дотику з штангою ванни. На рис. 3.4 показано вірна та невірна форма гака для круглої штанги.

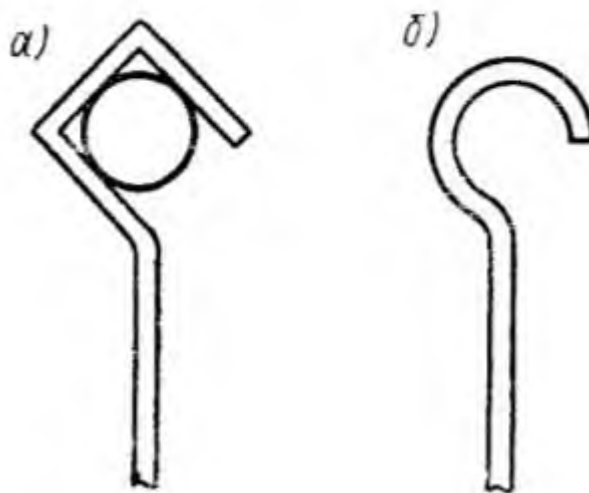


Рис. 3.4 Вірна (а) та невірна (б) форма гака.

В залежності від умов виробництва підвіски розділяють на групові й індивідуальні. Індивідуальні пристосування призначаються для покриття одних і тих деталей тому конструкція їх враховує усі особливості технологій нанесення покриттів на дану деталь. Групові підвіски розраховані на обробку групи деталей, об'єднаних загальними ознаками. Наприклад, для штампованих дрібних деталей, які мають отвір типу шайби, гровери, та інші рис.3.5.

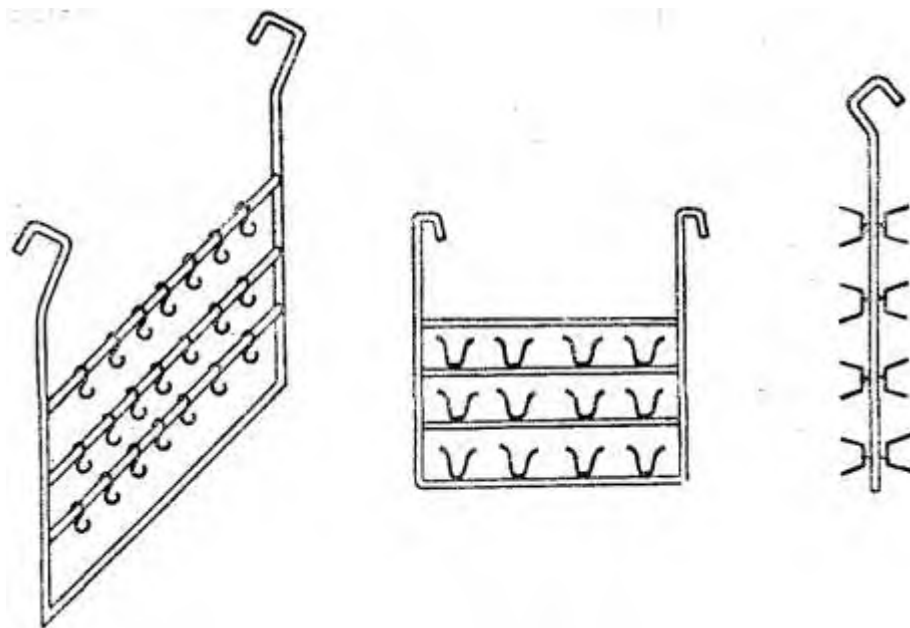


Рис. 3.5. Підвісні прилади.

Умови хромування

Процес зносостійкого хромування в порівнянні з декоративним має деякі особливості: 1) Напруга на клеммах ванни вища (на 5-5,5 В), що є наслідком застосування менш концентрованих електролітів. 2) Щільність струму, застосовується, більш висока. 3) Товщина шару хрому значно більша, та як наслідок значна протяжність процесу (до 24 годин). 4) Режим електролізу слід утримувати в заданих межах. Відхилення від встановлених величин щільності струму та температури електроліту в процесі можуть викликати додаткові напруження в шарі осадженого хрому. 5) Хромуванню підлягають зазвичай сталеві та чавунні деталі машин без покриття проміжним шаром іншим металом.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						51
Змн.	Арк.	№ докum.	Підпис	Дата		

Режими хромування, забезпечують отримання блискучих та молочних осадів, обирається в залежності від призначення деталі, умов роботи та вимог від покриття.

Для відновлення зношеного плунжера та з урахуванням умов його роботи призначаємо наступні умови обробки:

- Електроліт: CrO_3 – 125-200 г/л, H_2SO_4 – 1,25-2,00 г/л.
- Температура 45-60 °С,
- Щільність струму 45-60 А/дм².
- Матеріал аноду: Сплав свинець - сюрма (Sb до 8%) або свинець - олово (Sn до 10%).
- Період катодного ділянки 1–5 хв, анодна ділянка 5–25 с.
- Час осадження 2 год.

При осадженні періодичні зміни напрямку постійного струму значно впливають на властивості покриття. Характерна особливість хромування з застосуванням реверсного струму – можливість отримання покриття товщиною 300 мкм и більше з малими внутрішніми напруженнями. Реверсування дозволяє прискорити процес осаджений хрому в 1,5–2 рази в порівнянні з звичайними режимами.

Покриття деталей машин хромом в проточному електроліті при великих щільностях струму дозволяє отримати покриття високої якості та великої товщини. Процес отримання покриття при цьому прискорюється в 6–10 разів в порівнянні з звичайним хромуванням. Рівномірність осадження та зносостійкість хрому при цьому вища, ніж при хромуванні в стоячому електроліті. Особливо ефективно застосування проточного електроліту для покриття внутрішніх поверхонь отворів.

Після завершення процесу електролітичного осадження отримуємо деталь розміри якої зросли на 60-70мкм на поверхнях які не були покриті захисним покриттям. Оброблену деталь зображено на рис. 3.6.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						52
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 3.6. Плунжер після хромування.

Після промивки та сушки деталі піддають термічній обробці, яка полягає в нагріві до температури 150-200°C з наступною витримкою на протязі 1,5-2 годин з метою видалення з нанесеного шару водню. Далі деталі, з покриттям шліфують та хонінгують чи полірують.

Для шліфування хромованих деталей застосовують абразивний (інколи алмазний) інструмент, який є майже єдиним способом їх механічної обробки. Недотримання умов та режимів шліфування призводить до відшарування покриття або до утворення шліфувальних тріщин і пропалів.

Перед призначенням режимів підбираються робочі параметри шліфувального інструменту: розміри та форма круга. Його зв'язка й твердість, абразивний матеріал зерен має відповідати прийнятним швидкостям обертання, складу та твердості матеріалу, який піддається обробці. Відомі характеристики шороховатості поверхні дозволяють обрати необхідну зернистість круга.

					<i>ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ</i>	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Швидкісні режими різання встановлюються нормативно. Різні методи абразивної обробки враховують наступні фактори:

- марка, та тип верстату;
- припуск на обробку;
- заданий показник шорховатості поверхні, припуск на операцію шліфування;
- розміри та матеріал деталі;
- до якої групи оброблюваності шліфуванням належить даний матеріал (його властивості при обробці абразивними інструментами).

Припуск на шліфування має важливе значення при підбиранні швидкостей різання та параметрів кругів. Він встановлюється виходячи з заданої якості поверхні після проходу абразиву, точних розмірів та показників шорховатості, заданих положень й відхилень форми оброблюваної поверхні деталі. Ідеальний припуск покликаний створити мінімальну собівартість та працездатність, необхідну якість деталі після обробки. Круглі деталі типу циліндрів, поршнів, валів, штоків шліфують ззовні на центрових круглошліфувальних верстатах.

Серед доступних універсальних круглошліфувальних верстатів обираємо Jainnher JHU-2706CNC рис. 3.6.



Рис. 3.6. Верстат Jainnher JHU-2706CNC

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк. 54
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Круглошліфувальний верстат марки JHU-2706CNC призначений для обробки зовнішніх, торцевих поверхонь високоточних деталей різної форми шляхом шліфування.

Шліфувальний шпиндель верстату встановлений на гідродинамічних підшипниках підвищеної точності, з опорою в п'яти точках. Це забезпечує максимальну жорсткість конструкції та стабільність роботи шпинделя. В випадку виникнення нестачі мастила шпинделі, відбувається зупинка обертання для запобігання надмірного зношування підшипників та рухомих деталей.

Тиск масляної плівки контакту в гідродинамічних підшипниках та безперервна примусова система змащування шліфувального шпинделя забезпечує корисну властивість поглинання вібрації.

Круглошліфувальний верстат володіє зручною системою налагодження і управління, дозволяючи здійснювати переналаштування між однотипними деталями.

Деякі технічні характеристики:

Максимальний встановлюваний діаметр 270 мм.

Максимальна довжина обробки 600 мм.

Максимальний діаметр обробки 250 мм.

Максимальна вага деталі 70 кг.

Максимальний діаметр круга 405 мм.

Безступінчасте регулювання швидкості.

Швидкість руху стома по горизонталі 10 м/с.

Для обробки відновленого плунжера призначаємо шліфувальний круг типу 24A25C2K. Швидкість обертання деталі в центрах 320 об/хв. Обертання шліфувального круга забезпечує швидкість різання 30-40 м/с.

Розрахунок калібра скоби

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						55
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для контролю одної, чи декількох поверхонь необхідно підібрати вимірювальний інструмент, провести розрахунки виконавчих розмірів і визначити ілюстраційну схему взаємного розташування і допусків деталі і калібру.

Спроекуємо і розрахуємо калібр - скобу для контролю $\varnothing 20^{+0,016}_{+0,002}$.

Граничні розміри отвору: $D_{\max} = 20,016$ мм; $D_{\min} = 20,002$ мм.

Знаходимо дані для розрахунку: $\alpha_1 = 0$; $Z_1 = 2$ мкм; $Y_1 = 1,5$; $H_1 = 2,5$ мкм.

Будуємо схему розташування полів допусків (рисунок 3.1)

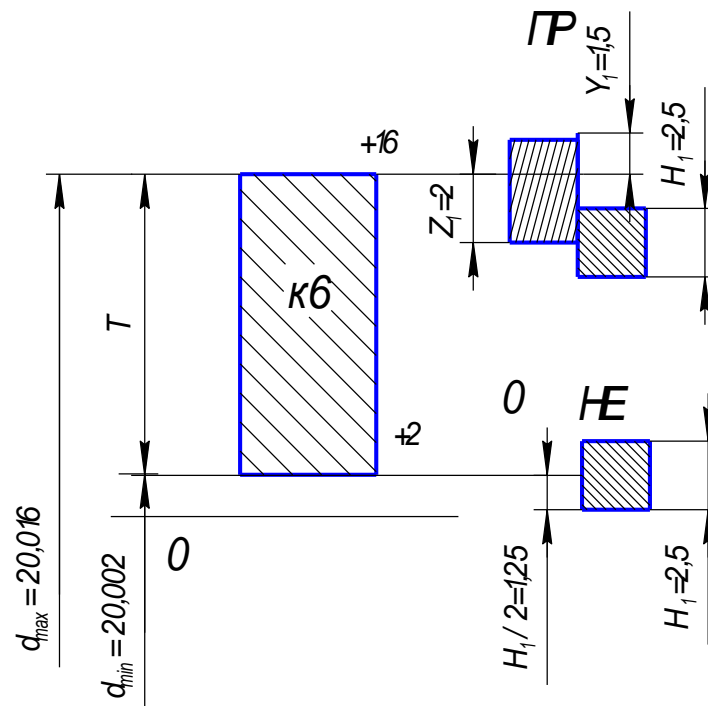


Рис.3.7 – Схема розташування полів допусків.

Найменший розмір прохідного калібру - скоби визначаємо за формулою

$$ПР_{\min} = D_{\max} - Z_1 - \frac{H_1}{2} = 20,016 - 0,0015 - \frac{0,0025}{2} = 20,01325 \text{ мм.} \quad (3.1)$$

Виконавчий розмір калібру - скоби $ПР = 20,01325^{+0,0025}$.

Найбільший розмір зношеного прохідного калібру - скоби визначаємо за формулою

$$ПР_{\text{зн}} = D_{\max} + Y_1 = 20,016 + 0,0015 = 20,0175 \text{ мм.} \quad (3.2)$$

Коли калібр досягне цього розміру його вилучають з експлуатації.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Найбільший розмір непрохідного калібру – скоби визначається за формулою

$$HE_{\min} = D_{\min} - \frac{H_1}{2} = 20,002 - \frac{0,0025}{2} = 20,00075 \text{ мм.} \quad (3.3)$$

Виконавчий розмір калібру – скоби $HE_{\min} = 20,00075^{+0,0025}$ мм.

					<i>ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ</i>	Арк.
						57
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В даній роботі вирішені наступні завдання:

1 На основі досліджених умов роботи плунжера обґрунтовано обрано технологію хромування для відновлення та підвищення зносостійкості.

2 Обране обладнання для проведення хромування, яке доступне на ринку та буде придатне для виконання інших відновлювальних робіт.

3 Призначено режим хромування в електроліті з вмістом CrO_3 – 125-200 г/л, H_2SO_4 – 1,25-2,00 г/л; температура 45-60 °С, щільність реверсивного струму 45-60 А/дм² та механічної обробки після нього.

4 Розраховані поля допусків для калібрувальної скоби.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЛІТЕРАТУРА

1. Лудченко О.А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів: організація і управління: Підручник. – К.:Знання,2014. – 478с.
2. Кисликов В.Ф., Лущик В.В. Будова й експлуатація автомобілів: Підручник. - К.: Либідь, 2010. -400 с.
3. Абрамчук Ф.І., Гутаревич Ю.Ф. Автомобільні двигуни: Підручник. – К.: Арістей, 2016. – 476 с.
4. Автомобільні двигуни / І. І.Тимченко, Ю.Ф. Гутаревич, К.Є. Долганов М. Р. Муждабаєв; За ред І. І.Тимченка. - Х. Основа, - 464 с.
5. Боровських Ю.У та інші «Будова автомобілів», К.; Вища школа 1991 р.
6. Корецький І.М., Глобчак М.В., Яворський Я.П. “Сучасні системи впорскування пального. Навчальний посібник” – Львів, «Ліга-Прес», 2008.
7. Кукурудзяк Ю.Ю., Ребедайло В.В. “Метод автоматизованого діагностування системи запалювання та системи керування автомобільним двигуном: монографія” – Вінниця, ВНТУ, 2010.
8. Біліченко В. В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів : навчальний посібник / Біліченко В. В., Крещенецький В. Л., Кукурудзяк Ю. Ю., Цимбал С. В. – Вінниця: ВНТУ, 2012. – 118 с.
9. Коваленко В. М. Діагностика і технологія ремонту автомобілів : підруч. / В. М. Коваленко, В. К. Щуріхін. — Київ : Літера ЛТД, 2017. — 224 с.
10. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Технологія. Підручник. — К.: Вища шк., 2007. — 527 с.: іл.
11. Байт Ч. Автомобільні двигуни: Системи керування та впорскування палива./Керівництво. - Спб: Альфамер Паблішинг, 2001.-316 с.
12. Астапова Г.В. Матеріалознавство та основи технології переробки природної сировини у непродовольчі товари: навч. пос. для студ. вищ. навч. закл.- К.: Центр учбової літератури, 2009.-120 с.

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						59
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

13. Гарнець В.М. Матеріалознавство. Підручник. – К.: Кондор, 2009.- 386.
14. Власенко А.М. Матеріалознавство та технологія металів: підручник / – Київ : ЛітераЛТД, 2019.–224с.
15. Нанесення покриття : навч. посібник / В. М. Корж [та ін.] ; за ред. К. А. Ющенко. – Київ : Арістей, 2005. – 204 с.
16. Попович В.В. Технологія конструкційних матеріалів і матеріалознавство : підруч. / В.В. Попович. – Львів : Світ, 2006. – 624 с.
17. Гончар В.А., Каплун В.Г., Каплун П.В., Матвіїшин П.В., Павліський В.М. Зносостійкість деталей екструдерів і термопластавтоматів в абразивному середовищі. Монографія. –Хмельницький : ХНУ, 2014. -261 с.
18. Антонюк В. С. Покриття у приладобудуванні: / В. С. Антонюк, Г. С. Тимчик, Ю. Ю. Бондаренко [та ін.] // К. : НТТУ «КПІ», 2016. – 360 с.
19. Солнцев, Ю.П. Спеціальні конструкційні матеріали [Текст]: Підручник для вищих навчальних закладів / Ю.П. Солнцев, С.Б. Беліков, І.П. Волчок, С.П. Шейко. – Запоріжжя: «ВАЛПІС-ПОЛІГРАФ», 2010. – 536 с.
20. Бялік, О.М. Металознавство [Текст]: підручник / О.М. Бялік, В.С. Черненко, В.М. Писаренко, Ю.Н. Москаленко. – 2-ге вид. перероб. і доп. – К.: ІВЦ Видавництво «Політехніка», 2008. – 384 с.
21. Сайт виробника обладнання
https://kovsh.com/home/library/diesel_fuel_system/fuel_injection_systems/inline_injection_pump/plunger_assemblies/t/tabs/zametki_toplivshchika - СТО «КОВШ»©
22. Сайт виробника обладнання <https://ukr-plast.com.ua/>
23. <https://intehstroy-spb.ru/spravochnik/borirovanie-staley.html>

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ДОДАТКИ

					ДРМТВА 22.190723.000. ПЗ	Арк.
						61
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

**Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства**

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»

Спеціальність: 132 «Матеріалознавство»

Освітня програма: Відновлення та технічний сервіс автомобілів

ДИПЛОМНА РОБОТА БАКАЛАВРА

Тема:

**«Відновлення плунжера паливного насоса
високого тиску Common Rail
автомобіля BMW 320D»**

Виконав: ст. 3 курсу, гр. МТВАс-19-2 Шебетко В.А.

Керівник: доц. Гончар В.А.

Метою роботи вибір технології відновлення та підвищення зносостійкості плунжера ПНВТ Common Rail, вибір обладнання, режимів обробки.

Основні завдання дипломної роботи:

- 1 На основі дослідження умов роботи плунжера обрати технологію для відновлення та підвищення зносостійкості.
- 2 Призначити обладнання для проведення відновлення, яке доступне на ринку та буде придатне для виконання інших відновлювальних робіт.
- 3 Призначити режими процесів відновлення (параметри технологічних процесів, режими обробки) для відновлення плунжера.

Види поломок ПНВД та дефекти плунжера

Поломка	Причина	Усунення
Протікання	Вихід з ладу ущільнювачів сальників	Заміна сальників
	Мікротріщини в корпусі насоса	Заміна пошкодженої деталі чи насоса в зборі
Низька продуктивність	Порушення нормальної роботи клапанів	Заміна пошкодженої деталі чи насоса в зборі
	Збільшення зазору в плунжерній парі	Заміна плунжерної пари

Основні дефекти плунжера це:

- 1 Знос поверхонь
- 2 Сколи на кромках отворів та пазів



Матеріал виготовлення плунжера

Сталь 30ХРА

легована конструкційна сталь вміст вуглецю – 0,3% , хрому – 1,5%, бора – 1,5%, високоякісна

Хімічний склад в % сталі 30ХРА.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	B
0,27-0,33	0.17-0.37	0.5-0.8	до 0,3	до 0,025	до 0,025	1-1,3	до 0,3	до 1,5

Механічні характеристики сталі 30ХРА.

Стан	Сигма-В, МПа	Сигма-Т, МПа	Кси, %	Дельта, %
Гартування 880 °С р (вода), Відпуск 180°С (повітря)	1600	1300	40	9

Переваги електролітичних хромових покриттів в порівнянні з іншими технологіями відновлення

- висока зносостійкість;
- досить висока адгезія покриття з поверхнею деталі;
- покращення антикорозійних властивостей ;
- підвищення захисту від ерозійного зношування;
- відсутність термічного впливу на деталь та ін.

Необхідне устаткування для нанесення гальванічних покриттів

- Ванни для хромування.
- Джерела живлення.
- Ванни для травлення деталей та промивання до і після хромування.

Гальванічні ванни з поліпропілена від виробника "Укрпласт"



Ванна для хромування

Переваги гальванічних ван з поліпропілену:

- герметичність;
- інертність матеріалу до більшості хімічних речовин (робочих розчинів);
- зручність і безпека при роботі;
- висока міцність та стійкість до зносу та інші.

Джерело електричного струму: керований інвертор стабілізованого струму SMART GVI 15/500

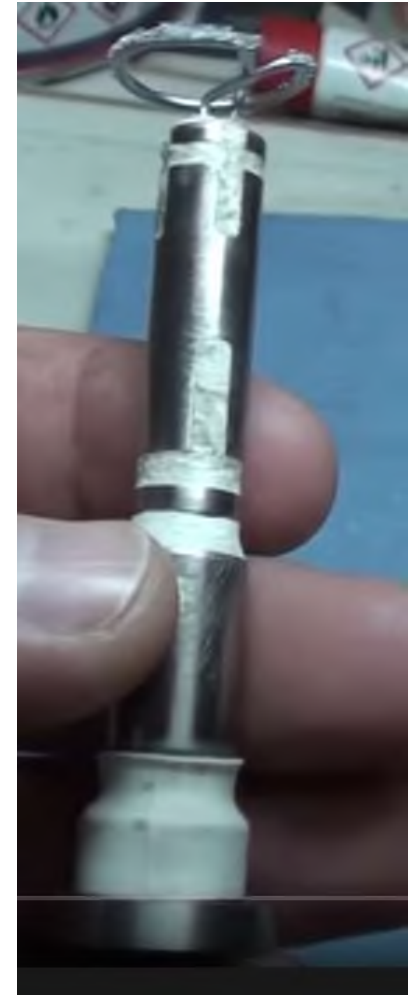


Характеристики приладу:

- Мережа живлення 380\220В плюс 10% мінус 15%, частота від 49 до 60 Гц;
- Максимальний вихідний струм 500 А;
- Діапазон регулювання вихідного струму 0,1 - 500 А;
- Діапазон регулювання вихідної напруги 0,3÷15В;
- Вихідна потужність: 1800 Вт;
- Тонке та грубе встановлення вихідних параметрів;
- Коефіцієнт корисної дії, не менше 0,92

Підготовка до хромування:

1. Підготовка поверхні виробу шляхом шліфування та полірування.
2. Очищення від забруднень з допомогою спеціальних засобів та дистильованої води и протирання чистою тканиною.
3. Повна ізоляція поверхонь, де не потрібно наносити хром, закривання отворів (якщо не потрібно обробляти внутрішні поверхні).
4. Встановлення деталі на підвіску з гарантованим електричним контактом
5. Повне обезжирювання, промивка водою, висушування.



Параметри процесу хромування

- Електроліт: CrO_3 – 125-200 г/л, H_2SO_4 – 1,25-2,00 г/л.
- Температура 45-60 °С,
- Щільність струму 45-60 А/дм².
- Матеріал аноду: Сплав свинець - сюрма (Sb до 8%) або свинець - олово (Sn до 10%).
- Період катодного ділянки 1–5 хв, анодна ділянка 5–25 с.
- Час осадження 2 год.



ВИСНОВКИ

- 1 На основі досліджених умов роботи плунжера обґрунтовано обрано технологію хромування для відновлення та підвищення зносостійкості.
- 2 Обране обладнання для проведення хромування, яке доступне на ринку та буде придатне для виконання інших відновлювальних робіт.
- 3 Призначено режим електролітичного хромування (склад електроліту, температуру, щільність реверсивного струму).

ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!