

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет Конструювання та дизайну

УДК 631.3:336.083.31

**ПОГОДЖЕНО**

**ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ**

Декан факультету  
Конструювання та дизайну

Завідувач кафедри  
Надійності техніки

(назва факультету)

(назва кафедри)

\_\_\_\_\_  
Ружи́ло З.В.  
(підпис) (ПІБ)

\_\_\_\_\_  
Нови́цький А.В.  
(підпис) (ПІБ)

“ ” \_\_\_\_\_ 2024 р.

“ ” \_\_\_\_\_ 2024\_р.

**МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА**

на тему «Відновлення корпусних деталей машин та обладнання композиційними матеріалами»

Спеціальність 8.10010203 «Механізація сільського господарства»  
(код і назва)

Спеціалізація \_\_\_\_\_  
(назва)

Магістерська програма «Технологія і обладнання сервісних підприємств»  
(назва)

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

**Керівник магістерської роботи**

К.Т.Н., доцент  
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Нови́цький А.В.  
(ПІБ керівника)

**Виконав**

(підпис)

Вейлер С.С.  
(ПІБ студента)

**КИЇВ - 2024**

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Факультет \_\_\_\_\_ Конструювання та дизайну \_\_\_\_\_

ЗАТВЕРДЖУЮ

**Завідувач кафедри надійності техніки**

к.т.н. доцент Новицький А.В.  
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2024 року

**З А В Д А Н Н Я**

**ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА**

\_\_\_\_\_ Вейлера Сергія Сергійовича \_\_\_\_\_

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 8.10010203 «Механізація сільського господарства»

(код і назва)

Спеціалізація \_\_\_\_\_

(назва)

Магістерська програма «Технологія і обладнання сервісних підприємств»

(назва)

Програма підготовки \_\_\_\_\_ освітньо-професійна

(освітньо-професійна або освітньо-наукова)

Тема магістерської роботи « Відновлення корпусних деталей машин та  
обладнання композиційними матеріалами»

затверджена наказом ректора НУБіПУ від «29» грудня 2023р.

Термін подання завершеної роботи на кафедру \_\_\_\_\_

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської роботи : 1.Технічна характеристика двигунів

ЯМЗ, D 2866/76. 2. Аналіз конструкцій головок циліндрів дизельних

двигунів. 3. Аналіз існуючих технологій відновлення головок циліндрів

автотракторних двигунів. 4. Каталоги ремонтно-технологічного обладнання.

Перелік питань, що підлягають дослідженню: 1. Дослідження ремонтного

фонду деталей головок циліндрів автотракторних двигунів. 2. Обґрунтування

технологій відновлення головок циліндрів двигунів ЯМЗ, D 2866/76. 3..  
Розробка заходів з техніки безпеки. 4. Проведення техніко-економічного  
обґрунтування магістерської роботи.

Перелік графічного матеріалу (за потреби) 1. Мета, предмет та об'єкт  
досліджень, 2. Методи досліджень по магістерській роботі. 3. Дослідження  
характерних пошкоджень головок циліндрів. 4. Аналіз способів відновлення  
головок циліндрів. 5. Сучасні технології відновлення головок циліндрів. 6.  
Відновлення головки циліндрів полімерними покриттями. 7. Схема  
розбирання головок циліндрів. 8. Пристосування для розбирання головок  
циліндрів. 9. Охорона праці. 10. Результати техніко-економічного  
обґрунтування магістерської роботи. 11. Аналіз публікацій за результатами  
досліджень.

Дата видачі завдання

Керівник магістерської роботи

( підпис )

Новицький А.В.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняла до виконання

( підпис )

Вейлер С.С.

(прізвище та ініціали студента)

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ З ВІДНОВЛЕННЯ ГОЛОВОК ЦИЛІНДРІВ.....	7
1.1. Конструктивні особливості та умови роботи деталі у вузлі.....	7
1.2. Аналіз дефектів, технічні умови на контроль і сортування деталі..	9
1.3. Аналіз існуючих пристосувань для розбирання головок циліндрів	12
1.4. Аналіз існуючих способів покращення головки блока циліндрів	20
1.5. Відновлення головки блока циліндрів полімерними покриттями.	29
1.6. Відновлення головки блока циліндрів зварюванням.....	34
1.7. Відновлення головки блока циліндрів напиленням матеріалу.....	40
1.8. Відновлення сідел клапанів механічною обробкою.....	44
1.9. Відновлення сідел клапанів із застосуванням технології NEWAY	50
РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ГОЛОВКИ БЛОКУ.....	56
2.1. Дослідження ремонтного фонду головок циліндрів.....	56
2.2. Аналіз напружень, що діють в головках циліндрів.....	57
2.3. Розробка схеми розбирання головки циліндрів.....	65
2.4. Розробка ремонтного креслення.....	67
2.5. Розробка технічної послідовності операцій маршруту відновлення.....	68
2.6. Розрахунок режимів різання і технічне нормування операцій....	72
РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ ГОЛОВОК ЦИЛІНДРІВ.....	75
3.1. Патентний пошук пристосування з ремонту головок циліндрів...	75
3.2. Аналіз конструкції пристосування.....	78
3.3. Силовий розрахунок пристосування.....	80

РОЗДІЛ 4. ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЯНКИ ВІДНОВЛЕННЯ ГОЛОВКИ ЦИЛІНДРА.....	90
4.1. Режим роботи і фонди часу.....	90
4.2. Обсяг робіт на робочих місцях.....	95
4.3. Розрахунок кількості постів.....	98
4.4. Розрахунок виробничих площ.....	99
4.5. Розрахунок вентиляції, освітлення, водопостачання.....	99
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....	102
5.1. Техніка безпеки при роботі на ділянці.....	102
5.2. Виробнича санітарія.....	106
5.3. Пожежна безпека.....	109
5.4. Охорона навколишнього середовища.....	110
РОЗДІЛ 6. РОЗРАХУНОК ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ..	112
6.1. Економічний ефект удосконалення пристосування для розбирання головок циліндрів.....	112
6.2. Розрахунок собівартості монтажу деталі до і після удосконалення пристосування для розбирання головок блоку циліндрів.....	112
6.3. Розрахунок додаткових витрат на удосконалення пристосування для розбирання головок блоку циліндрів.....	114
6.3.1. Розрахунок витрати на проектування пристосування для розбирання головок блоку циліндрів.....	113
6.3.2. Розрахунок заробітної плати за удосконалення пристосування	117
6.3.3. Розрахунок загальних витрат на удосконалення відкритої черв'ячної передачі.....	118
ВИСНОВКИ.....	120
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	121
ДОДАТКИ.....	123

## ВСТУП

На сьогодні залишається актуальним питання ефективного використання техніки, рівня її надійності, покращення якості її технічного обслуговування та ремонту. Особливо гостро показані питання постають в останні роки, коли збільшення балансової вартості на трактори, автомобілі та сільськогосподарську продукцію не супроводжується зростом цін на послуги, які надають підприємства. Саме це посилює економічне та господарське становище підприємств. Виникає питання: як підтримати застарілу техніку в належному для роботи стані. Це відчувається в аграрних, сервісних і автопідприємствах, оскільки в них, як правило, працює техніка, яка вже використала свій ресурс і потребує постійного технічного обслуговування і ремонту. Всім нам відомо, що у всіх механізмах цієї техніки виникають поломки, значна частка яких припадає на ДВЗ, особливо на деталі, які отримують велике навантаження внаслідок перепадів напруг. До них належать: головки блоку циліндрів, які піддаються великим термічним та ударним навантаженням, внаслідок яких на її поверхні виникають тріщини, сколи, зношуються отвори під впускні та випускні клапани.

У цих реаліях особливого значення набуває створення науково обґрунтованих технологій і рекомендацій щодо підвищення ресурсу відремонтованої техніки та ресурсозбереження на ремонтних підприємствах з використанням інноваційних технологій, до яких належать технології відновлення і зміцнення зношених деталей вітчизняної та зарубіжної техніки. Головне завдання ремонтного виробництва це зниження вартості ремонту машини і агрегатів при гарантії післяремонтного ресурсу, тобто забезпеченні гарантій, які актуальні і цікаві в грошовому еквіваленті замовнику.

Частина відремонтованих деталей в усьому обсязі запасних частин складає зараз в цілому по країні 9... 14%, але вона може бути 23 ... 35% за рахунок збільшення охоплення відновленням наявного ремонтного фонду. Відтворення навіть таких дефіцитних деталей, як головки циліндрів, зараз смає не більше 45% можливого їх числа, поршневих пальців - 25%. Підвищення обсягів ремонту деталей дозволить істотно знизити затрати на запчастини, а отже, і собівартість відновлення машин. Відсоток відновлюваних деталей можна істотно підвищити, якщо ремонтні господарства матимуть у себе на озброєнні ефективні методи дефектації і ремонту.

Якщо співставити з створенням нових деталей, технології відновлення комплектуючих відносять до розряду найбільш ресурсозберігаючих. Затрати на матеріали подаються основними джерелами заощадження ресурсів. Середні розходи на матеріали при ремонті складають 6 ... 9% від загальної собівартості, а при створенні деталей – 35 ... 40%. У порівнянні з створенням нових комплектуючих, для відновлення працездатності зношених деталей необхідно в 6 ... 8 разів менше технологічних операцій.

Двигуну відводиться основне місце серед всіх відмов тракторів і сільськогосподарських машин, а це до 45% відмов. При зносі не вище 0,3 мм приблизно 85% деталей реально відновити, отже при нанесенні покриття незначної товщини їх працездатність відновлюється. До ряду найбільш складних, металомістких і затратних деталей двигуна належать: блок циліндрів і головка блоку циліндрів.

**Мета дослідження:** Аналіз наявних методів відновлення головок циліндрів. Удосконалення технологічного процесу їх розбирання, ремонту та складання.

**Об'єкти досліджень:** Головки циліндрів двигунів ЯМЗ і D 2866/76.

**Предмет дослідження:** Несправності, що виникають в головках циліндрів. Технологічний процес розбирання та складання головок

циліндрів двигунів ЯМЗ і D 2866/76, проведення дефекації та усунення несправностей.

**Методи дослідження:** Під час дослідження було застосовано комп'ютерне моделювання, під час розрахунку широко використовувались методи математичної статистики та аналізу. Експериментальні дослідження зроблені відповідно до ДСТУ і керівних РМ, а також методик з встосуванням сучасного науково-дослідного устаткування і приладів вимірювань лабораторій кафедри надійності техніки.

Аналіз результатів досліджень зроблений з використанням новітніх обчислювальних апаратних засобів, систем інженерного аналізу і пакетів прикладних програм.

Центральні положення досліджень і їх результати доповідалися на міжнародних та студентських науково-практичних конференціях.

#### **Задачі досліджень:**

1. Зробити аналіз конструкції головки блоку циліндрів двигуна внутрішнього згорання.
2. Проаналізувати характерні дефекти і несправності головки циліндрів та способи їх усунення.
3. Зробити аналіз технологічного процесу розбирання-складання, та ремонту головок циліндрів двигунів.
4. Провести аліз вже існуючих пристосувань для розбирання та складання головок циліндрів та запропонувати напрями їх удосконалення.
5. Створити основні положення з техніки безпеки та охорони праці при ремонті головок циліндрів.
6. Зробити техніко-економічне обґрунтування ефективності ремонту головок циліндрів.

РЕМОНТ, НАДІЙНІСТЬ, ГОЛОВКА ЦИЛІНДРІВ, ПРИСТОСУВАННЯ, РОЗБИРАННЯ, СКЛАДАННЯ

## РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ НАУКОВО-ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ З ВІДНОВЛЕННЯ ГОЛОВОК ЦИЛІНДРІВ

### 1.1. Конструктивні особливості та умови роботи деталі у вузлі

Головка циліндрів являє собою цільну литу деталь, виконану з низьколегованого сірого чавуну за хімічним складом аналогічного відливці блоку циліндрів, з твердістю HB 183-235. Для зняття внутрішніх напружень вона піддається штучному старінню, що зменшує її викривлення в процесі експлуатації і зберігає геометричну форму. Головки лівого і правого блоків циліндрів взаємозамінні [2].

Таблиця 1.1.

Характеристика головки циліндрів

Матеріал	Чавун (HB 183-235)
Габаритні розміри:	
- Довжина	900 мм;
- Ширина	240 мм;
- Висота	150 мм;
Вага	67 кг

Нижня плита головки разом з верхніми і бічними стінками утворює замкнуту порожнину, всередині якої виконані впускні і випускні канали. З боку впускних каналів передбачена порожнина для штанг штовхачів клапанів. Вільне внутрішній простір головки утворює водяну сорочку для охолодження головки при роботі двигуна. Верхня частина головки має коритоподібну порожнину, яка утворена замкнутим ребром. В ній розміщуються механізми кріплень і приводу клапанів.

Нижня площина головки шліфується. Відхилення від плоскості допускається не більше 0,05 мм по всій довжині. Головка центрується на привалочній поверхні блоку циліндрів двома фіксуючими штифтами, запресованими в блок, для яких на перемичках штанговий порожнини виконані два отвори діаметром  $12,1^{+0,035}$  мм [2].

Для ущільнення газового стику між привалочних поверхонь блоку циліндрів і головкою встановлена прокладка з асбополотна марки Я-4-01 товщиною 1,4 мм. Головка кріпиться до блоку циліндрів термообробленими шпильками з хромонікелевої сталі[2].

У нижній плиті головки виконані гнізда для впускних клапанів і отвори діаметром  $56^{+0,03}$  мм під запресовку сідел. Посадочні фаски і сідла впускних клапанів остаточно обробляють після запресування і направляючих втулок клапанів. Сідла впускних клапанів виготовлені із спеціального жаростійкого чавуну і термооброблені. Посадка сідел здійснюється з натягом від 0,045 до 0,105 мм. Головка перед запресовкою сідел нагрівається до 90 °С [2].

У колодязі між клапанами поміщений латунний стакан, в який встановлюється форсунка. У нижній частині стакан спирається на ущільнюючу мідну шайбу товщиною 0,3 мм, у верхній стакан ущільнений гумовим кільцем. Зверху стакан закріплюється корончатою гайкою. Момент затяжки гайки склянки форсунки дорівнює від 9 до 11 кгс.м. У нижній плиті концентрично отвору під стакан просвердлено отвір діаметром  $9,8^{+0,1}$  мм, через яке проходить розпилювач форсунки.

Впускні і випускні канали виведені на протилежні бічні сторони головки. В місцях виходу каналів передбачені фланці і різьбові отвори для кріплення впускного і випускного колекторів. Охолоджуюча рідина надходить в головку циліндрів з блоку циліндрів через свердління в нижній плиті головки (по три отвори на кожен циліндр).

Один отвір кожної групи виходить в поперечний канал, який створює спрямований потік охолоджувальної рідини до найбільш нагрітих місць головки між склянкою форсунки і випускним клапаном. Відводиться охолоджуюча рідина від головки через отвори з боку повітряного колектора. У цьому місці на бічній площині головки передбачені фланці і різьбові отвори для кріплення водовідвідної труби.

Для зливу масла з порожнини клапанного механізму головки в піддон двигуна з боку випускного клапана просвердлені отвори.

Зверху головка циліндрів закрита сталевий штампованої кришкою, привалочних контур якої має відбортовку. На відбортовку кришки надіта профільована гумова прокладка, ущільнююча стик головки і кришки.

Робочі напруги в головках блоку циліндрів з'являються від дії газових сил під час роботи двигуна. Ці напруги мають циклічний характер і досягають в момент згоряння палива в багатьох дизельних двигунах 5...16 МПа. Термічні напруження у вогневому днищі головки блока працюючого двигуна виникають через наявність температурних градієнтів на поверхні і по товщині днища. При тепловому розширенні внаслідок стиснення більш нагрітих ділянок менше нагрітими виникають термічні напруги і деформації. Термічні напруги залежать від температурного перепаду, теплофізичних та механічних властивостей матеріалу. Величина термічних напруг для різних модифікацій дизелів коливається в межах від 100 до 200 МПа і є найбільшою з усіх перелічених видів напруг.

## **1.2. Аналіз дефектів, технічні умови на контроль і сортування деталі**

Головка циліндрів (ГЦ) навантажується при монтажі силами попереднього затягування, сприймає і передає на силові болти (шпильки) зусилля від тиску газів. У ній виникають значні напруження і деформації від теплового навантаження, особливо з-за нерівномірного нагрівання її окремих елементів. У двигунах з високофорсованим робочим процесом термічні напругу в голівці можуть набагато перевищувати механічні. В результаті при невдало організованому охолодженні в перемичках між клапанами можуть утворюватися тріщини, аж до появи прогарів. при великих термічних деформаціях ГЦ може спостерігатися розгерметизація

клапанів і газового стику. За своїм конструктивним призначенням ГЦ є базовою деталлю, яка забезпечує заданий конструкцією двигуна взаємне розташування деталей і вузлів механізму газорозподілу двигуна. Вона відчуває значні знакозмінні навантаження, вплив високої температури, корозійної і абразивної середовищ.

Огляд дефектів головки циліндрів з різних двигунів показав, що є близько 10 дефектів типу газової ерозії і прогорання площини прилягання, відколів, вибоїн, рисок і т. д., що виникають з ймовірністю менше 0,05 (таблиця 1.2). Існуючими методами усунення таких дефектів часто нехтують через низьку ефективність або дорожнечі. ГБЦ з такими дефектами найчастіше бракуються і замінюються на нові.

Таблиця 1.2

Основні аварійні дефекти головок циліндрів типу MAN і способи їх усунення

№	Найменування дефекту	Коефіцієнт повторності дефекту	Застосовувані способи усунення
1	Наявність нагару і накипу на поверхні	1	Очищення головки циліндрів від нагару в установці з розчином солей
2	Тріщини на перемичці між клапанними гніздами	0,27	Закладення тріщин постачанням вставки з натягом
3	Викривлення поверхні прилягання до блоку	0,18	Шліфувати поверхню прилягання до блоку виведення відхилення від площини
4	Корозійний знос, газова ерозія і прогар привалочних поверхонь	0,03 ... 0,04	Бракувати

Не завжди в розгерметизації сорочки охолодження головки циліндрів винні високі навантаження і температури, що супроводжується появою тріщин, прогаром головки (рис. 1.1). Досить часто її причиною є корозія (рис. 1.2 - 1.4). Крім того, в процесі ремонту (демонтаж і

зберігання) на привалочній площині ГЦ можуть з'явитися забоїни, подряпини, вм'ятини (рис. 1.5). Найбільш поширеним методом ремонту таких ГБЦ є механічна обробка привалочних площин. Ця процедура необхідна для забезпечення площинності привалочних поверхонь, а так само для усунення забоїн і подряпин на них.



Рис. 1.1. Прогорання площини прилягання ГЦ.

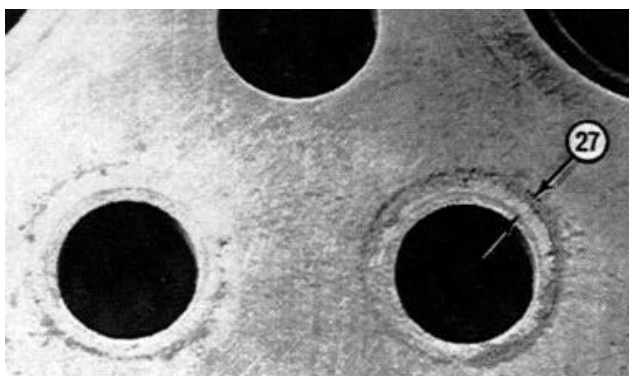


Рис. 1.2. Пітингова корозія в районі каналів охолодження.



Рис. 1.3. Ерозія в районі каналів охолодження.

Зазвичай тріщини з'являються в місцях, які характеризуються найбільшими градієнтами температур: у районі форкамери, між сідлами впускних і випускних клапанів і так далі. Будь-яка тріщина в тілі головки, навіть невелика, являє собою потенційну небезпеку.

Будучи концентратором напруг, вона з плином часу розвивається. Збільшуючись у розмірах, тріщина небезпечна не тільки зменшенням механічної міцності головки. Залежно від характеру і місця положення вона може привести до ослаблення посадки запресованих в голівку деталей: клапанних сідел, форкамер, напрямних втулок клапанів. Але найбільш загрозові наслідки для працездатності двигуна можливі в тих випадках, коли розвиток тріщини призводить до порушення герметичності всередині головки каналів систем змащення й охолодження.

Головку циліндрів замінюють при наявності тріщин, що проходять через отвори під напрямні втулки клапанів, отвори під стакани форсунок і гнізда під сідла клапанів, і тріщин на стінках сорочки охолодження в місцях, недоступних для ремонту.

Наявність тріщин встановлюють зовнішнім оглядом, а також при випробуванні головок циліндрів на герметичність водою під тиском 0,4 МПа ( 4 кгс/см<sup>2</sup>). Герметичність сорочки охолодження головки циліндрів можна перевірити, підвівши в неї стиснене повітря і зануливши головку у ванну з водою. Тріщини будуть видні по бульбашкам повітря, що виходять. Тріщини і пробойні на голівці циліндрів не допускаються. Допускаються лише дрібні тріщини на привалочній площині між отворами під розпилувач форсунок і клапани, що не захоплюють робочої фаски впускного клапана і не порушують герметичність.

Якщо при випробуванні головки циліндрів на герметичність виявиться порушення ущільнення склянки форсунок, слід підтягнути гайку кріплення склянки. Якщо при цьому протікання не усувається, стакан знімають і замінюють кільце ущільнювача і шайбу, а в разі потреби і стакан.

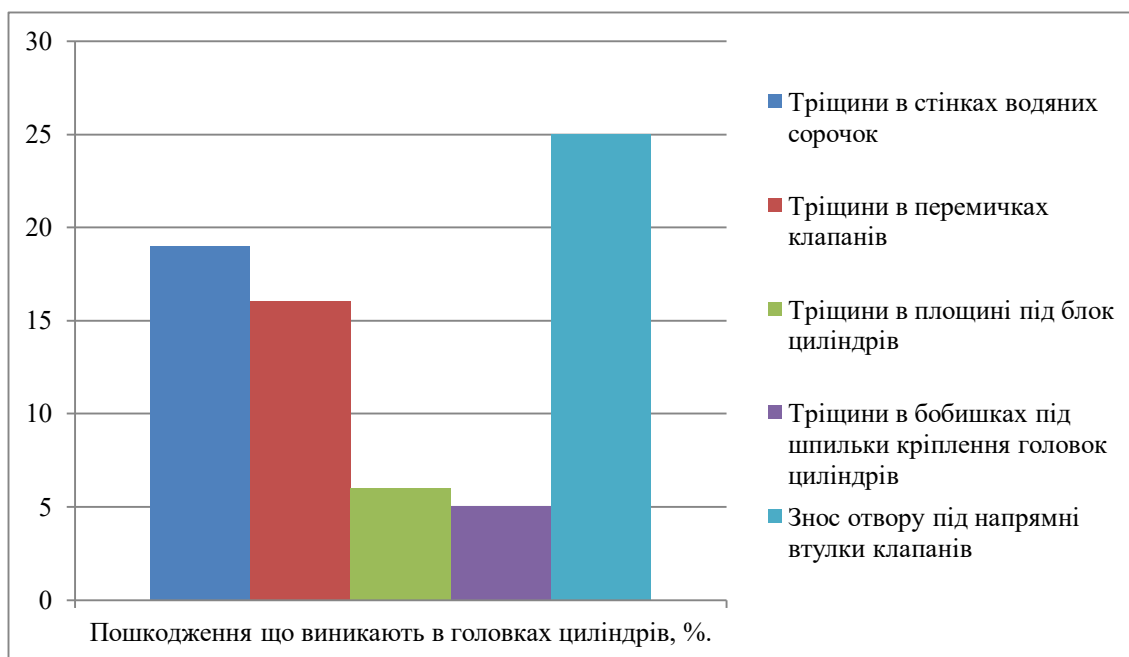


Рис. 1.4. Розподіл пошкоджень в головці циліндрів

Головки блоку допускаються до складання без ремонту:

- якщо нерівність поверхні, прилеглої до блоку, не більше 0,1 мм на всій довжині і не більше 0,05 на довжині 100 мм;
- якщо ширина робочої фаски сідла впускного клапана становить 2,0-2,8 мм, випускного - 1,5-2,3 мм;
- якщо утопання впускного клапана щодо нижньої площини головки циліндрів - не більше 2,2 мм, а випускного - не більше 2,7 мм;
- якщо діаметр внутрішніх поверхонь напрямних втулок клапанів - не більше 12,060 мм і якщо в різьбі для шпильок не більше двох зірваних ниток.

Неплоскість поверхні, прилеглої до блоку, виправляють шліфуванням, забезпечуючи необхідну непlosкість і висоту головки до кільцевого ребра не менше 131,5 мм; номінальний розмір - 132-0,26 мм

При зносі або зриві різьби в отворах головки циліндрів нарізають різьблення ремонтного розміру, або ставлять ввертиші. У голівці циліндрів нарізають різьблення під ремонтні шпильки таких розмірів:

- водорозподільної труби - M10x1,5T на глибину 14 мм;

- впускного і випускного трубопроводів - M12x1,75т на глибину 15 мм;
- скоби форсунки - M14x2T на глибину 22 мм.

При ремонті різьбових отворів постановкою ввертиша розсвердлюють отвір з дефектною різьбою і нарізають різьбу під ввертиш. Потім змащують ввертиш суриком або рідким склом і ввертають його в різьбовий отвір до відмови, запилують торець урівень з площиною головки, розкернують ввертиш в трьох точках і калібрують отвір для гвинта ввертиша. Отвір під шпильку кріплення форсунки відновленню не підлягає.

Збирання головки циліндрів проводиться після притирання клапанів до їх сідел. При складанні головки встановлюють клапани в гнізда, до яких вони притерті, головку циліндрів кладуть на чистий рівний стіл, оберігши привалочную площину від пошкоджень, встановлюють тарілки клапанних пружин, пружини, втулки, за допомогою пристосування, стискають пружини, вставляють сухарі клапанів і перевіряють герметичність поїздки клапанів. Для цього послідовно у впускні і випускні канали головки заливають гас. Просочування гасу протягом 1,5 хв не допускається.

При незадовільних результатах перевірки притирання повторюють. Після цього на головку встановлюють водяні труби, впускні і випускні колектори .

### **1.3. Аналіз існуючих пристосувань для розбирання головок циліндрів**

Перед проведенням розрахунку було проведено аналіз вже існуючих аналогів пристосувань для розбирання головок блоку циліндрів. Як виявилось, інформації по аналогічним пристосуванням вітчизняного та зарубіжного виробництва досить незначна кількусть.

Серед поширених пристосувань для розбирання і складання головок блоку циліндрів стенд 70-7826-1516. Стенд складається з рами, установочної

плити та натискного пристрою з пневмоприводом. Головку блоку закріплюють на плиті. В неї встановлюють клапани, надівають їх на пружини з тарілками нажимним пристроєм. Завдяки цьому спрощується установка сухарів на клапани.

Таблиця 1.2.

## Характеристики станду 70-7826-1516

1	Тип станда	Стационарний
2	Продуктивність, шт./год	12
3	Привід	Стиснуте повітря
4	Габаритні розміри, мм: Довжина; Ширина; Висота;	1150 435 1740
5	Маса, кг	230

Станду 70-7826-1516 має такі переваги: малі габаритні розміри, висока продуктивність розбирання і збирання головок циліндрів.

Серед мінусів станду можна назвати наступні: велика вага, можливість ремонту головок лише однієї моделі.

Станд Р-721 призначений для розбирання і збирання головок циліндрів двигунів ГАЗ-21, ГАЗ-24, ЗМЗ-53. Головки блоку циліндрів встановлюються на поворотну плиту, яка шарнірно закріплена на бокових стійках, на ній встановлені дві колонки з пружинами, по котрим переміщується нажимна планка. На кінці штока пневмоциліндра встановлений прижим.

Станд Р-721 – стаціонарного типу, поворотний універсальний.

Таблиця 1.3.

## Характеристики станду Станд Р-721

1	Тип станда	Універсальний, поворотний
2	Привід	Стиснуте повітря
3	Габаритні розміри, мм: Довжина; Ширина; Висота;	1070 740 1272
4	Маса, кг	245

Переваги: невеликі габаритні розміри, висока продуктивність розбирання і збирання головок циліндрів.

Недоліки: велика маса.

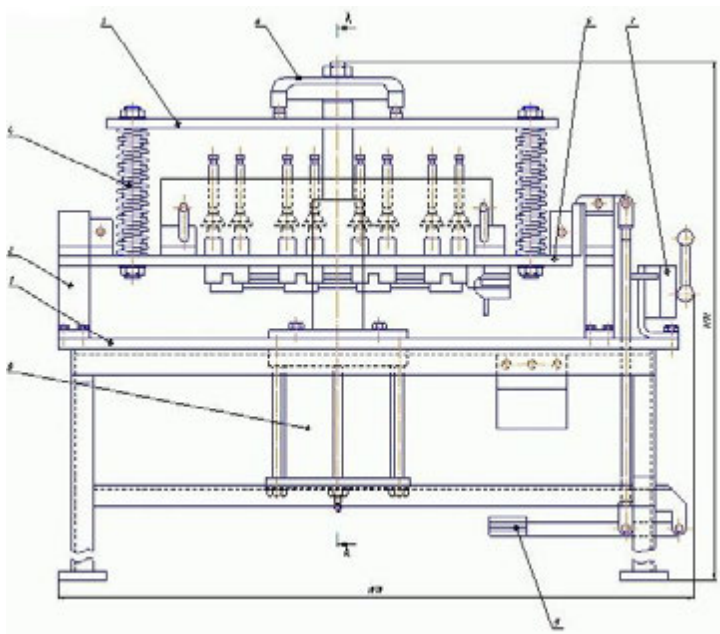


Рис. 1.5. Стенд Р-721 для розбирання головок циліндрів.

Принцип роботи перелічених стендів є майже однаковим, за тією різницею, що в 70-7826-1516 пневмоциліндр розміщується зверху.

Стенд для розбирання і складання головок циліндрів двигунів з верхнім клапанним газорозподілом. Експлуатація: розбирання і складання клапанних механізмів головок блоків циліндрів двигунів.

На корпусі 1, по кронштейну 2, на осях 3, встановлена рухаюча рама 4. На рамі закріплено поворотний диск 7, з секторним пазом 8 і канавкою 11 в пазі. В канавці розміщено ричаг 5. Коли ричаг 5 упірається в край 9 пазу 8, рухаюча рама знаходиться в установленому положенні, а при упорі ричага в край 10- в нахиленому робочому положенні. Фіксація головки блоку циліндрів на рамі 4 відбувається установочними штифтами 13, переміщується за принципом гвинт- гайка. Стиснення пружини клапанів відбувається пневмоциліндром 12 через змінні нажимні рейки 17. Фіксація клапанів відбувається змінними П-подібними скобами 18 з розміщеними на

них упорами 19. Переваги: стенд забезпечує високу продуктивність, надійний в роботі і має просту конструкцію.

Недоліки: Стенд призначений для розбирання і складання головок блоку циліндрів одного типу розмірів.

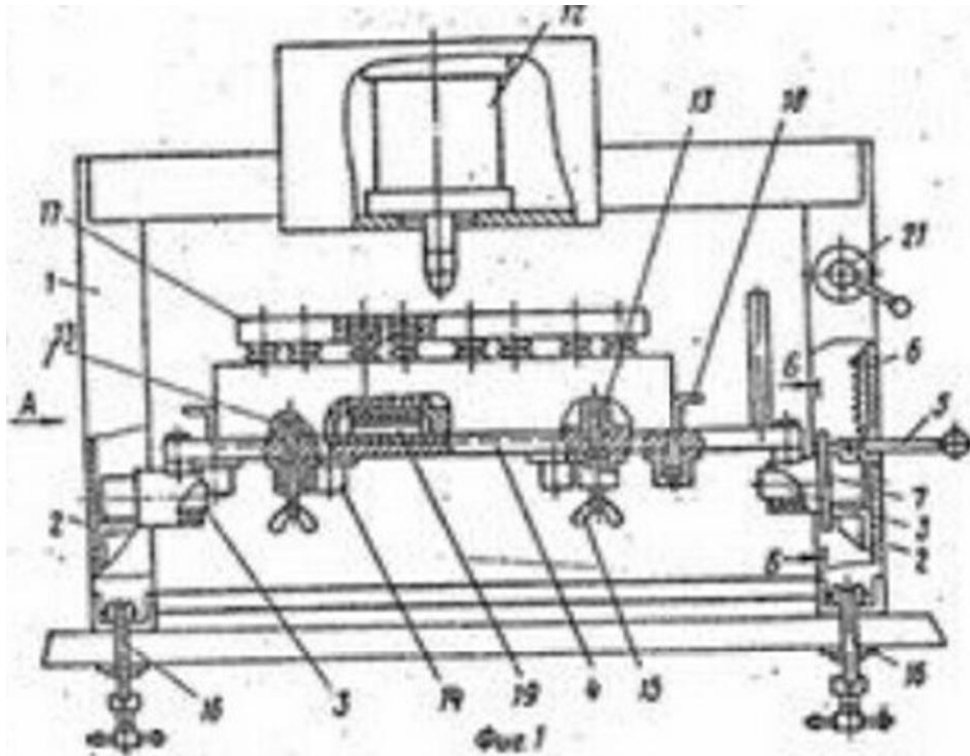


Рис.1.6. Стенд для розбирання і збирання головок блоку циліндрів

Стенд італійського виробництва BST 860 представляє універсальну станція для розбирання головок циліндрів. Як і в стендах Російського виробництва головка циліндрів встановлюється на плиту, що закріплена на бокових стійках станини що дозволяє повертати її на 360°. Приводиться в дію від пневмоциліндра розміщеного зверху за допомогою педалі.

Таблиця 1.4.

#### Характеристики стенду BST 860

1	Тип стенда	Стационарний
2	Привід	Стиснуте повітря
3	Габаритні розміри, мм: Довжина; Ширина; Висота;	1200 400 300
4	Маса, кг	400

До плсів стенду італійського походження BST 860 належать малі габаритні розміри та висока продуктивність розбирання. Серед мінусів можна вказати: значну масу, незручність розміщення пневмоциліндра.



Рис. 1.7. Стенд для розбирання головок циліндрів BST 860

Кантувач 70-9864-1308 головок циліндрів двигунів А-01М и А-41

Будується із каркаса зварної конструкції на якому встановлено телескопічний пневмоциліндр для підймання головок, коромисло з двома пневмоциліндрами для затискання головок, чотири регулюючі опори, пульт управління, рольганг і захисний кожух.

Таблиця 1.5.

Технічна характеристика кантувача 70-9864-1308

1	Тип	Станціонарний
2	Габаритні розміри, мм:	
	Довжина	1440
	Висота	1600
	Ширина	420
3	Маса, кг	190
4	Хід штоку циліндра, мм	440

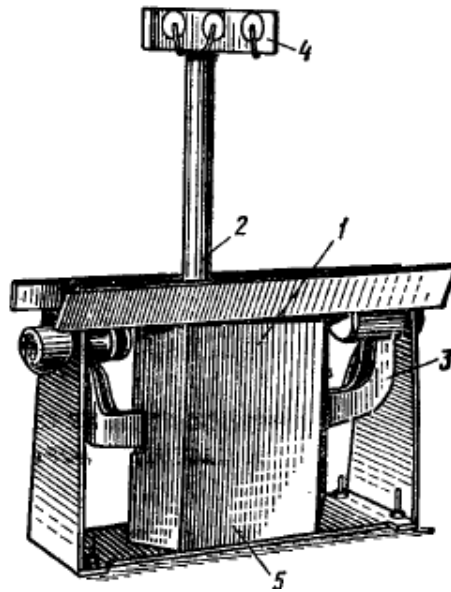


Рис.1.8. Кантувач 70-9864-1308 головок циліндрів двигунів А-01М и А-41: 1-корпус, 2- превмоциліндр, 3- коромисло, 4- пульт управління, 5- захисний кожух

Стенд Р-235 для розбирання та збирання двигунів ЗИЛ-130 та ГАЗ-53. На стенді можна повертати двигун в одній площині і обертати на 360° навколо осі, паралельній осі колінчастого вала.

Таблиця 1.6.

#### Характеристика стенду Р-235

1	Тип стенда	Стационарний
2	Привід	Електродвигун
3	Габаритні розміри, мм: Довжина; Ширина; Висота;	1150 662 1020
4	Маса, кг	320

Переваги: обертання здійснюється за допомогою електродвигуна.

Недоліки: неможливість розбирання та збирання головок циліндрів.

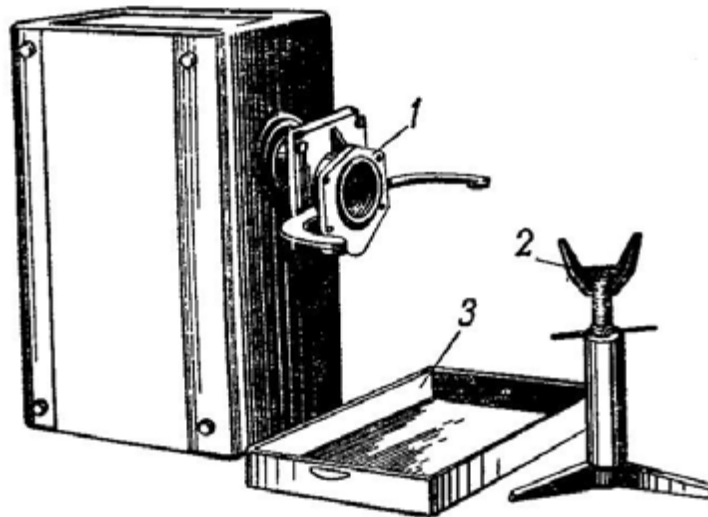


Рис.1.9. Стенд Р-235 для розбирання двигунів: 1 – шпindelь; 2 – підставка; 3 – піддон.

Стенди Р-770 та 776 для збирання та розбирання двигунів ЯМЗ-236, ЯМЗ-238, ЯМЗ-740 та ЯМЗ-741.

Двигун на стенді фіксують штирями, що вставляються в отвори блоку циліндрів. Повертають його на  $360^\circ$  в положення, найзручніше для роботи, в одному випадку електромеханічним приводом (Р-770), а в іншому обертанням рукоятки двоступінчастого редуктора (стенд Р-776).

встановлення для гідравлічних випробувань ГБЦ GS-1200 - пристрій для опресовування для деталей довжиною до 1200 мм, вагою до 270 кг. Установка для гідровипробувань GS-1200 створена для перевірки герметичності сорочки охолодження, яка потрібна в разі якщо є підозри на присутність тріщин.

Таблиця 1.8.

Технічні характеристики становка для гідравлічних випробувань ГБЦ:

1	Габаритні розміри, мм: Ширина Довжина Висота	1600 2400 1900
2	Маса, кг	630
3	Потужність сумарна, кВт	25,0



Рис.1.10. Установа для гідравлічних випробувань ГБЦ

#### **1.4. Аналіз існуючих способів покращення головки блока циліндрів**

Проаналізувавши попередній розділ було прийнято рішення покращити головку циліндрів шляхом встановленням теплопровідної ступінчатої втулки в форсунковий отвір.

Під час проведення розрахунків температурних полів вогневого днища, відновленого теплопровідними ступінчастими втулками, виявилось, що рівень температур в центральній його частині значно зменшився (рис. 1.9.). Максимальні температури зменшилися з 630К до 535К (на 95К), а навколо втулки температура практично зрівнялась. Зменшився загальний рівень температур і кількість ізотерм на теплосприймаючій поверхні. Кількісне вирівнювання температури пройшло і по товщині вогневого днища.

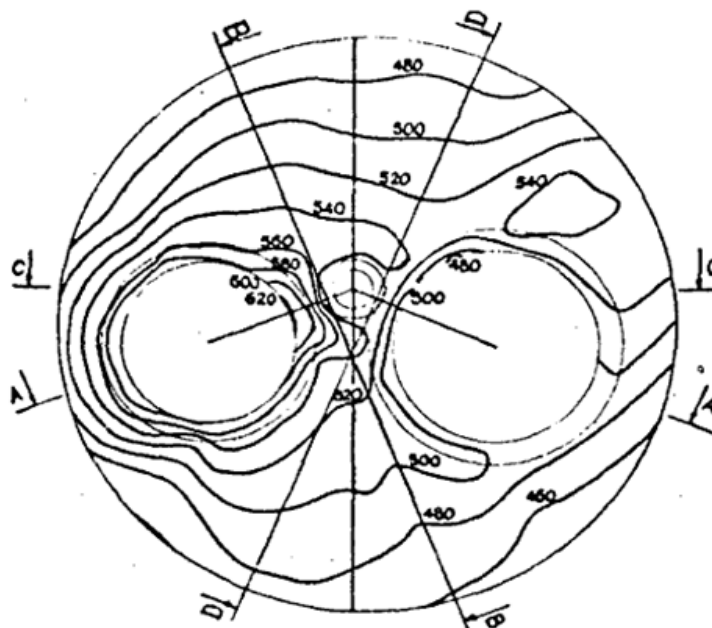
Отримані результати підрахунків вказують, що найліпше зменшення коливань температури дає мідна втулка, дещо менше - алюмінієва та латунна. Температури на поверхні, що нагрівається знизилися на 95, 60,

30К, а перепади по товщині - в 2,3; 1,5 і 1,2 рази для мідної, алюмінієвої і латунної втулок відповідно.

Дослідження на стендах надають змогу зробити висновок, що армування форсунокового отвору теплопровідною ступінчастою втулкою створює ефективне зменшення температур і температурних градієнтів в вогневому днищі, не погіршуючи при цьому паливної економічності дизелів. Різниця знаходиться в межах похибки вимірювання витрати, палива по ГОСТ 18509-73.

Дивлячись на те, що найбільші перепади температур відбуваються в поверхневих шарах вогневого днища та що гранична глибина тріщин, при якій можливе відновлення головок і кришок циліндрів теплопровідними втулками, має  $7 \cdot 10^{-3}$  м, ми взяли за доцільне для інших, що мають тріщини більшої глибини, замінити монолітне вогневе днище складним (рис. 1.10.).

Вставне вогневе днище виконує функції теплосприймаючого елемента. Оптимальна його товщина повинна СТАНОВИТИ 0,6...0,65 від товщини привалочної площини головки циліндрів. Діаметр вставного днища для забезпечення надійної фіксації повинен бути більше діаметра виступаючого бурту гільзи циліндрів. При цій одночасно зменшується тепловий опір зони контакту за рахунок збільшення прижимного навантаження.



## Перетин по А-А

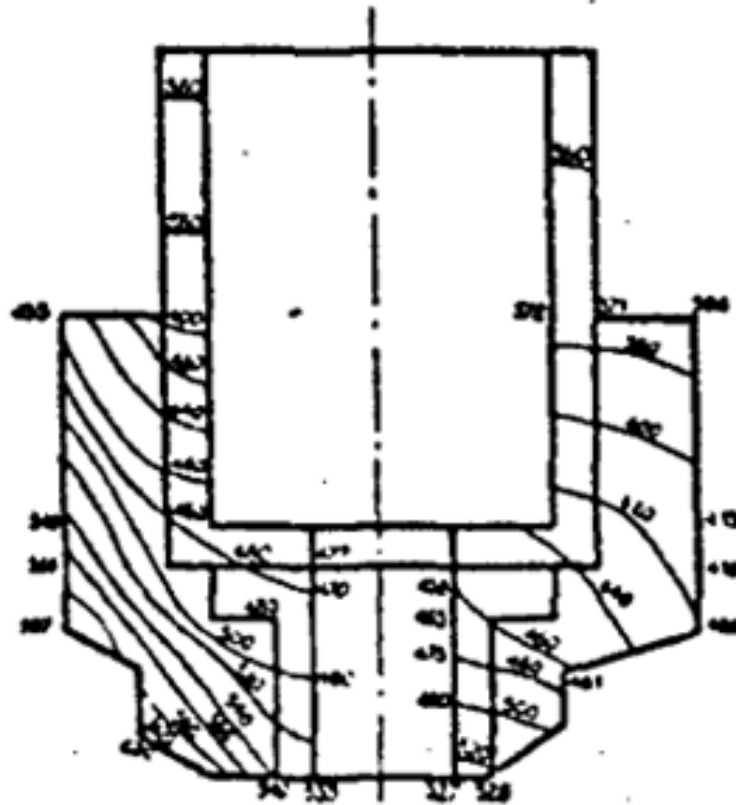


Рис.1.11. Температурні поля з теплосприймаючої поверхні і в перерізі А-А головки циліндрів ЗІЛ, армованої теплопровідною втулкою

За розрахунки температурних полів головок циліндрів, відновлених поданим способом, спостерігаємо, що під вставним днищем температура становила 560...570К. Змінився перепад температур по товщині головки циліндрів. Найвищі значення їх не перевищують  $7 \cdot 10^3 \dots 7,5 \cdot 10^3$  К/м в центральній зоні як головки, так і вставного днища. При цьому незначне збільшення температури на поверхні вставного днища - в межах 10К - не виконає значного впливу на його працездатність[17].

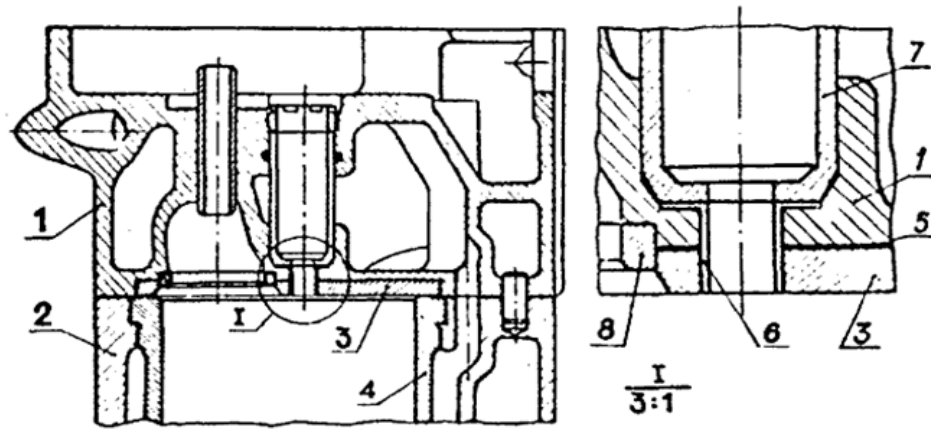


Рис. 1.12. Складальне креслення головки циліндрів ЗІЛ, відновленої способом заміни вогневого днища: 1 - головка циліндрів; 2 - блок циліндрів; 3 - вставне вогневе днище; 4 - гільза циліндрів; 5 - теплопровідна прокладка; 6 - теплопровідна втулка; 7 - стакан форсунки; 8 - гніздо випускного клапана.

Зазначеним способом відновлення, монтажні напруги у вставному днищі знизилися більш ніж на 70% і вирівнялись для всіх зон, де були встановлені датчики (рис. 1.12.).

Під час проходження стендових перевірок використовувалася методика прискорених досліджень на термовтомлювану міцність головок циліндрів Ярославського моторного заводу. Вона дозволяє більш ніж в 10 разів прискорити процес відновлення термовтомлюваних тріщин в міжклапанних перемичках головок.

Для стендових перевірок були підготовлені головки циліндрів зі вставними вогневими днищами з різних матеріалів і з різними конструктивними відмінностями (див. таблицю).

Таблиця 1.10.

#### Показники напрацювання головок циліндрів

Виконання головки циліндрів	Конструкція та матеріал, що використовується при відновленні	Напрацювання до появи тріщин, тис. мотогодин	
		У вставному днищі	В головці циліндрів
1	2	3	4
Серійне			1,8...2,4
Експери-	Вставне вогневе днище з	0,5...0,65	

ментальне	алюмінієвого сплаву		
	Вставне днище з СЧ25	0,8...0,85	
	Вставне днище з СЧ25 з мідною прокладкою	2,0...2,3	
	Вставне днище з СЧ25 з покриттям міддю	2,7...2,8	
	Вставне днище з СЧ25 з мідною прокладкою та ущільнюючою втулкою	2,85...3,4	
	Головка з форсунковим отвором, армованим мідною втулкою		8,3...10,0
	Вставне вогневе днище з чавуну ВЧ, модифікованого РЗМ (У), з мідною прокладкою та ущільнюючою втулкою	9,5...12,6	

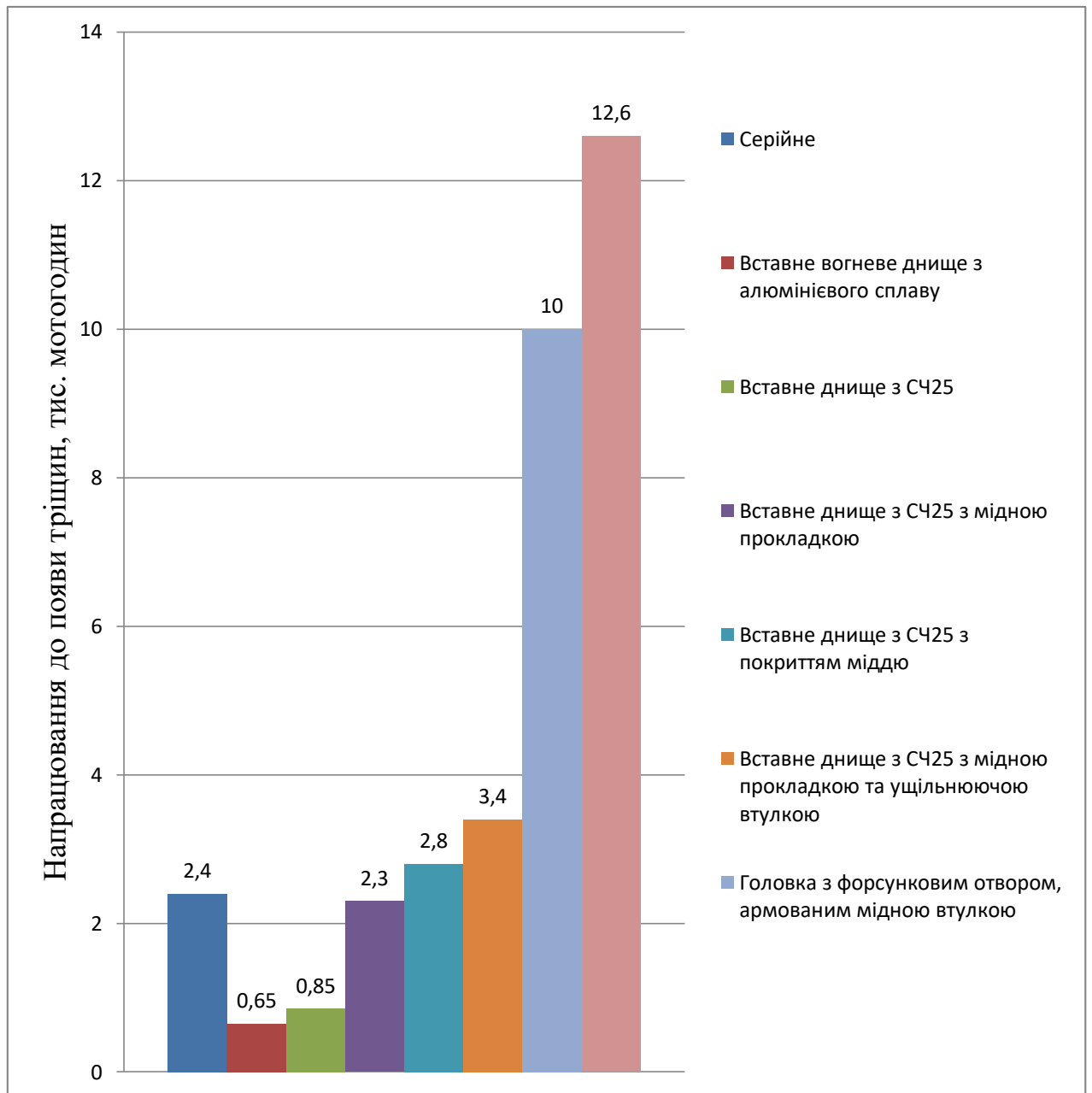


Рис. 1.13. Показники напрацювання до появи тріщин на поверхні головок циліндрів.

Для зрівняння досліджувалися головки циліндрів дизелів ЯМЗ серійні та відновлені способом армування форсункового отвору мідною втулкою. За показниками теоретичних досліджень і стендових випробувань розроблено експериментальний вид конструктивного оформлення головки циліндрів (рис. 1.12.).

Зниження монтажних напружень отримано за рахунок зниження питомої ділянки та часткового розвантаження найбільш напружених

ділянок - кромок форсункового отвору. Для цього під форсунковий стакан поставлено опорну шайбу, площа якої значно більша, ніж площа носка форсункового стакану.

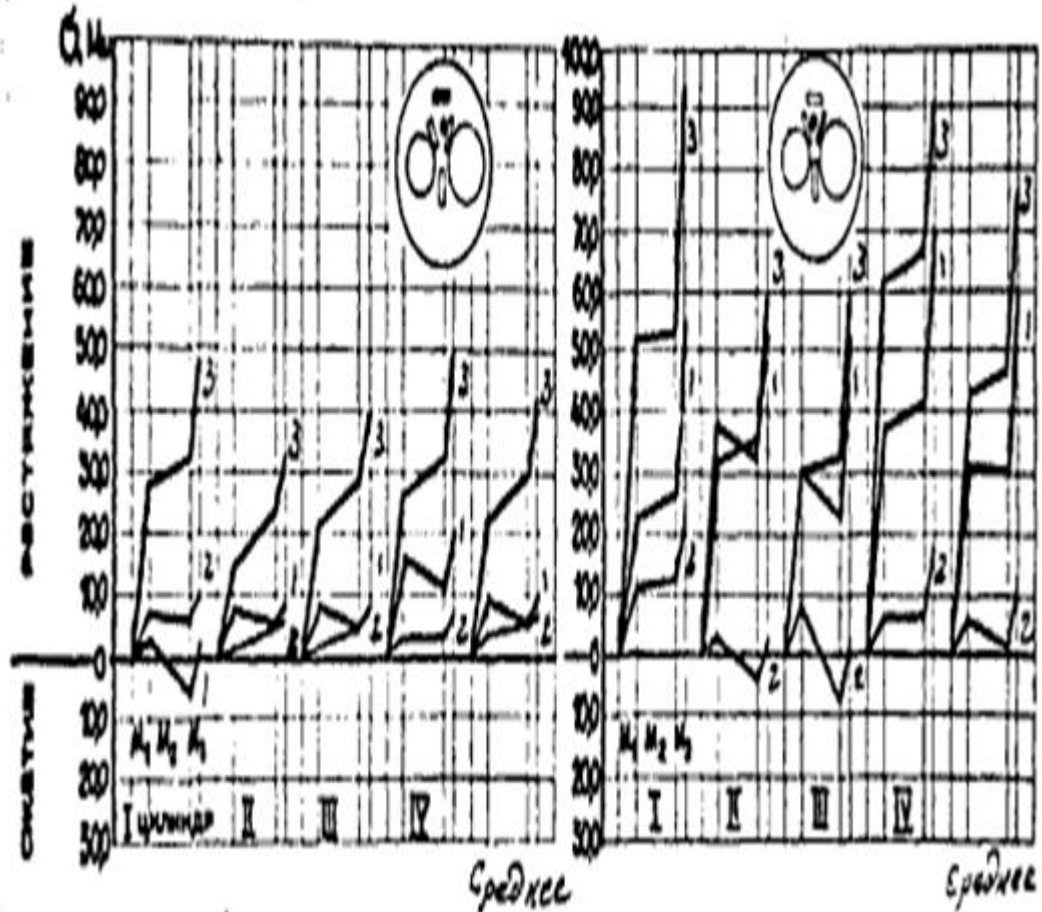


Рис. 1.14. Монтажні напруження в голівках циліндрів дизеля ЗІЛ:  $M_1$  - момент затягування гайки форсункового стакану ( $108 \text{ Н}\cdot\text{м}$ );  $M_2$  - момент затяжки силових шпильок ( $235 \text{ Н}\cdot\text{м}$ );  $M_3$  - момент затяжки гайки кріплення форсунки ( $61 \text{ Н}\cdot\text{м}$ ); 1 - серійне днище; 2 - вставне; 3 - під вставним вогневим днищем

Не повне розвантаження кромки форсункового отвору під опорною шайбою створене за рахунок конічної фаски 2 (рис. 1.15), яка виключає силовий вплив на поверхню навколо форсункового отвору. Для герметичності і теплопровідності передбачені прокладки 3 і 4 (рис. 1.15).

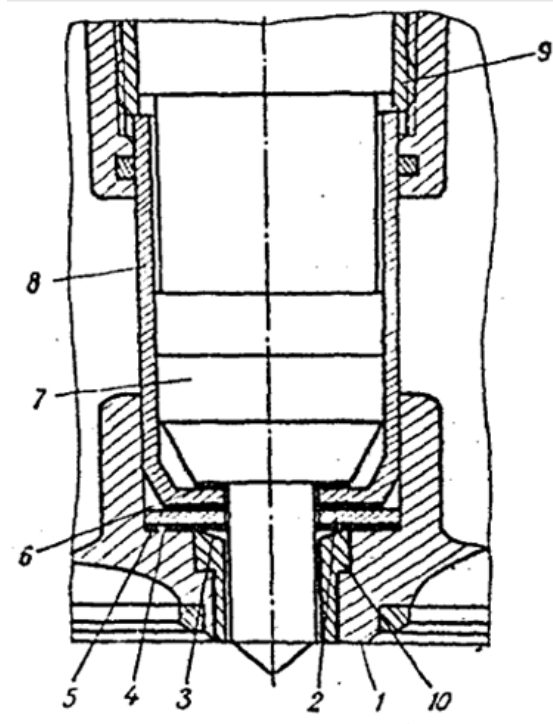


Рис. 1.15. Вузол форсунки відновленої головки циліндрів дизеля ЗІЛ:  
 1 - вогневе днище; 2 - опорна шайба; 3 - конічна фаска; 4, 5, 6 - прокладки; 7 - форсунка; 8 - стакан форсунки; 9 - гайка кріплення склянки форсунки; 10 - ступінчаста теплопровідна втулка

Основними геометричними параметрами, що визначають роботоздатність пропонованої конструкції, є товщина опорної шайби  $h_{ш}$  і кут нахилу конусної фаски  $\alpha_{\phi}$  (рис. 1.16.).

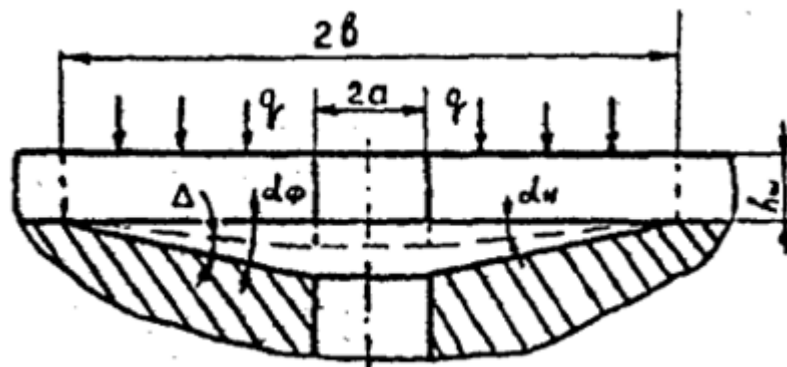


Рис. 1.16. Схема для розрахунку конструктивних параметрів опорної поверхні склянки форсунки

Необхідно щоб шайба витримувала тиск форсунки і форсункового стакану, а кут нахилу твірної фаски під шайбою повинен забезпечити найменший зазор з урахуванням прогину опорної шайби. Тільки при таких умовах буде розвантажена кромка форсункового отвору, Враховуючи, що максимальні окружні: напруги досягають максимуму на внутрішньому контурі, товщину шайби слід прийняти [17]:

$$h_{\text{ш}} = \sqrt{\frac{k_{\theta} q a^2}{[\sigma_{\text{в}}]}}. \quad (1.1)$$

де  $k_{\theta}$  - коефіцієнт інтенсивності окружних напружень;  $q$  – розподілене навантаження,  $a$  - радіус отвору, м;  $[\sigma_{\text{в}}]$  - межа міцності на розтяг матеріалу шайби, МПа.

Кут нахилу твірної конусної фаски  $\alpha_{\text{ф}}$  залежить від величини кута прогину контура опорної шайби

$$\alpha_{\text{ф}} = \alpha_{\text{н}} + \Delta. \quad (1.2)$$

де

$$\alpha_{\text{н}} = \arctg \frac{\omega}{b-a}. \quad (1.3)$$

Прогин внутрішнього контуру опорної шайби  $\omega$ , м, дорівнює

$$\omega = \frac{k_{\omega} q b^4}{E h^3}. \quad (1.4)$$

де  $k_{\omega}$  - коефіцієнт прогину.

У кінцевій формі, з урахуванням (1.3) і (1.4), рівняння (1.2) прийме вигляд:

$$\alpha_{\text{ф}} = \arctg \frac{k_{\omega} q b^4}{E h^3 (b-a)} + \Delta. \quad (1.5)$$

де  $\Delta$  - величина кута, що забезпечує мінімальний зазор при зборці форсуночного склянки і форсунки.

На голівках з такими конструктивними змінами були організовані зрівнювальні дослідження впливу монтажних напружень на динаміку росту термовтомлюваних тріщин. Дослідження показали, що запропонована конструкція форсункового вузла знижує монтажні напруги на 30 ... 40% та швидкість росту тріщин – в 1,2...1,3 рази.

### **1.5. Аналіз технологій відновлення головок циліндрів**

Головки циліндрів дизелів з безпосереднім уприскуванням палива і бензинових двигунів з алюмінієвих сплавів і чавунів, як правило, фрезерують, а головки циліндрів дизелів з форкамерами - шліфують. Обробка ведеться на спеціалізованих дорогих верстатах. Слід зазначити, що допустиме зняття з привалочної площини ГЦ строго регламентований заводом виробником, тому перед обробкою вони встановлюються на верстаті таким чином, щоб кількість матеріалу, що знімається був мінімальним. При обробці треба приділяти увагу спеціальним міткам, які показують допустиму межу знімання матеріалу. Більша кількість матеріалу, що знімається може привести до опускання розподільного вала, що спричинить за собою зміну фаз газорозподілу на більш пізні. Крім цього зменшиться обсяг камери згоряння і підвищиться ступінь стиснення. Це може спричинити за собою небажані процеси детонації.

При перешліфовуванні ГЦ необхідно пам'ятати, що деформація стосується не тільки її площини, а й призводить до порушення геометрії підшипників розподільного вала і привалочних площин колекторів. Великі дефекти площин ГЦ можуть бути усунені наплавленням, ЕІО, сучасними компаундами або газодинамічних напиленням (рис 1.20 і 1.21).



Рис. 1.17. Відновлення привалочної площини з глибокою корозією поверхні.



Рис. 1.18. Відновлення зруйнованих міжклапанних перемичок головок циліндрів.

Дослідженням літературних джерел доведено, що глибина канавок, утворених на головці циліндрів газової ерозією і корозією, можуть доходити до 5 мм і протяжністю - до 100 мм. Тому заповнення таких

каналок при відновленні не вдається зробити одношаровими електроіскрову покриттями.

Один з методів усунення таких дефектів є створення багатошарового композиційного покриття, функціонально придатного для усунення глибоких ерозійних каналок. Необхідно вказати, що ефективних технологій усунення корозійного зносу, газової ерозії і прогорання привалочних поверхонь не розроблено, а технологій викорінення зносу глибиною понад 500 мкм немає [1-4, 6-9, 10-15, 53,72-75, 92-94, 117-118, 149,151, 156-167]. Тому актуально вивчити методи вирішення цього завдання. Накопичений досвід і вдосконалення обладнання і технологій для відновлення деталей дає сьогодні ефективно користуватися для усунення дефектів площині прилягання головки циліндрів електроіскрову обробку, холодне газодинамічне напилення порошків або їх комбінування.

### **1.5. Відновлення головки блока циліндрів полімерними покриттями**

З використанням епоксидних смол проводять відновлення головок циліндрів. Найбільше користується популярністю Епоксидна смола ЕД-16 - прозора в'язка маса світло-коричневого забарвлення. У герметично запечатаній посудині при кімнатній температурі вона може зберігатися тривалий час.

Під дією затверджувача смола твердне .В якості затверджувача служать аліфатичні аміни, ароматичні аміни (АФ-2), низькомолекулярні поліаміди (Л-18, Л-19 і Л-20). Найдоступнішою вважається поліетиленполіамін - в'язка рідина від світло-жовтого до темно-бурого забарвлення[11].

Для збільшення еластичності і ударної міцності затверділої епоксидної смоли, слід вводити до її складу пластифікатор, наприклад дибутилфталат - жовтувату маслянисту рідину.

Покращуються фізико-механічні, фрикційні або антифрикційні властивості, збільшується теплостійкість і теплопровідність і зменшується вартість за допомогою наповнювачів. До них відносяться чавунний, залізний і алюмінієвий порошки, азбест, цемент, кварцовий пісок, графіт, скловолокно та ін.

Ось так створюють епоксидну композицію. Тару з епоксидною смолою ЕД-16 розігрівають в термошафі або ємності з гарячою водою до температури 60...80°C і заповнюють ванночку необхідною кількістю смоли. В останню додають невеликими частинами пластифікатор (дибутилфталат), ретельно змішуючи суміш протягом 5...8 хв. Далі ідентично вводять наповнювач - 8...10 хв[11].

Суміш можна хранити тривалий час. Безпосередньо перед її використанням вливають затверджувач і змішують протягом 5 хв, після чого епоксидна композиція повинна бути використана протягом 20...25 хв.

Від суміші, композиції багато в чому залежить якість епоксидних покриттів. Тріщини довжиною до 20 мм обробляють наступним чином.

За допомогою лупи 8...10 - кратного збільшення визначають межі тріщин і на її кінцях свердлять отвори діаметром 2,5...3,0 мм. Уздовж неї по всій довжині знімають фаску під кутом 60...70°C на глибину 1,0...3,0 мм. Зачищають поверхню на відстані 40...50 мм від тріщини до металевого блиску. Знежирюють поверхні тріщини і зачищеного ділянки, протираючи їх змоченим в ацетоні тампоном.

Під час просушування протягом 8...10 хв поверхню деталі знову знежирюють і вдруге просушують.

Деталь 1 (рис. 1.15., а) Встановлюють так, щоб поверхня з тріщиною 2 Довжиною до 20 мм перебувала в горизонтальному положенні, і наносять шпателем епоксидний склад 3 На поверхні тріщини і зачищеного ділянки.

Тріщину довжиною 20...150 мм (рис. 1.15.,б) зашпаровують так само, але після нанесення епоксидної суміші 3 на неї додатково укладають накладку 4 із склотканини. Остання перекриває тріщину з усіх боків на 20...25 мм. Потім накладку наочують роликком 5. На поверхню наносять шар складу, і накладають другий накладку Б (рис. 1.15., в) з перекриттям першого на 10...15 мм. Далі наочують роликком і наносять остаточний шар епоксидного складу

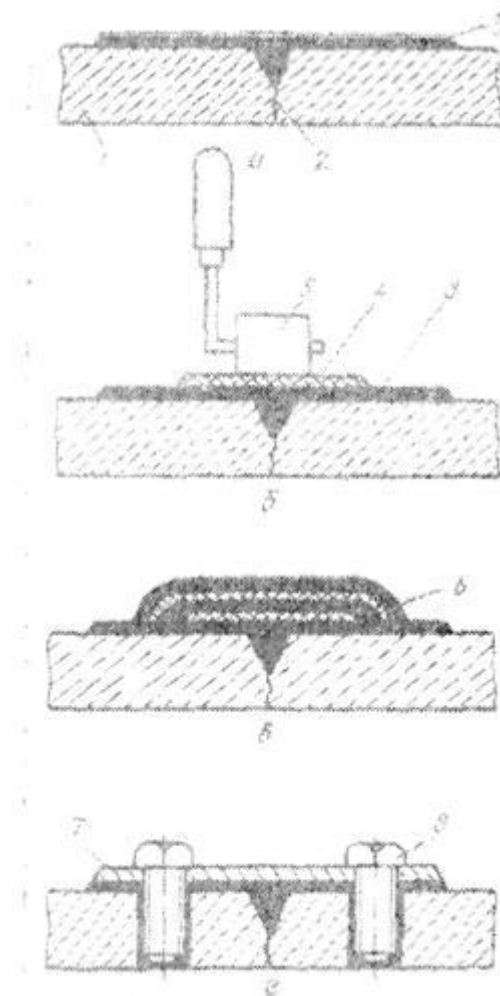


Рис.1.15. Схема обробки тріщин:

1 - деталь; 2 - тріщина; 3 - Епоксидний склад; 4 і 6 - накладки з склотканини; 5 - ролик; 7 - Металева накладка; 8 - болт.

Якщо тріщини довжиною більше 150 мм (рис. 1.15., г), то на них наносять епоксидну суміш з накладанням металевої накладки і

закріпленням її болтами. Підготовка поверхні і розбирання тріщини така ж, що і для тріщини довжиною менше 150 мм[11].

Накладку 7 виготовляють з листової сталі товщиною 1,5...2,0 мм. Вона повинна перекривати тріщину на 40...50 мм. У накладці свердлять отвори діаметром 10 мм. Відстань між їх центрами уздовж тріщини 60...80 мм. Центри повинні відстояти від країв накладки на відстані не менше 10 мм.

Накладку встановлюють на тріщину. Кернять центри отворів на деталі, знімають накладку, свердлять отвори діаметром 6,8 мм і нарізають в них різьбу 1М8Х1. Поверхні деталі і накладки зачищають до металевого блиску і знежирюють.

Потім на них наносять шар епоксидного складу. Розміщують накладку на деталь і загортають болти, попередньо покривши різьбові поверхні тонким шаром епоксидної суміші.

За допомогою цієї ж суміші з накладенням металевих накладок урівень або внахлестку закладають пробоїни на деталях. У першому випадку (рис. 1.16., а) притупляється гострі кромки пробоїни і зачищають поверхню деталі навколо пробоїни до металевого блиску на відстані 10...20 мм.

З листової сталі товщиною 0,5...0,8 мм виготовляють накладку. Вона повинна перекривати пробоїну на 10...20 мм. Знежирюють і просушують протягом 8...10 хв кромки пробоїни і зачищений навколо неї ділянку поверхні.

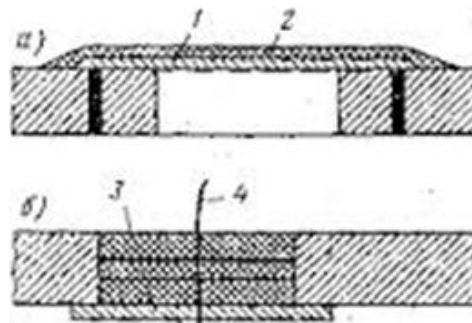


Рис.1.16. Схема закладення пробоїн з накладенням накладок:

*a* - урівень; *б* - внахлестку

Дріт діаметром 0,3...0,5 мм і довжиною 100...150 мм прикріплюють до центру накладки. Виконують із склотканини накладку по контуру пробоїни. Наносять тонкий шар епоксидного складу після вторинного знежирення крамок пробоїни і зачищеного ділянки і просушування.

Накладку 1 встановлюють під пробоїну і закріплюють дротом 3. Далі укладають на накладку 1 накладку 4 із склотканини, накочують її роликком, наносять епоксидний склад, укладають другий накладку з склотканини і накочують її роликком. Операції з нанесення епоксидної суміші і укладанні накладок з склотканини повторюють до тих пір, поки пробоїна не буде заповнена по всій товщині стінки. На верхню накладку наносять шар 2 епоксидної суміші і проводять його затвердіння. У другому випадку (рис. 1.16.,б) притупляється гострі краї пробоїни, зачищають навколо неї на відстані 40...50 мм до металевому блиску поверхню деталі. Накладку виготовляють із сталі товщиною 1,5...2,0 мм. Вона повинна перекривати пробоїну на 40...50 мм. Свердлять в ній отвори діаметром 10 мм. Відстань між ними по периметру пробоїни 50...70 мм. Центри повинні відстояти від країв накладки на відстані 10 мм. Свердлять в деталі отвори діаметром 6,8 мм і нарізають в них різьбу 1М8Х1. Зачищають до металевому блиску поверхню накладки, що стикається з деталлю. Знежирюють поверхні деталі і накладки, а потім наносять на них тонкий шар епоксидного складу. Після цього зачищають підтікання та напливи епоксидної композиції і перевіряють якість ремонту.



Рис. 1.17. Головка циліндрів до ремонту



Рис. 1.18. Головка циліндрів після відновлення полімером

### **1.6. Відновлення головки блока циліндрів зварюванням**

При зварюванні головок циліндрів з'являються значні труднощі, пов'язані із тим, що чавун має обмежену зварюваність. При швидкому охолодженні шва проходить зміна структури чавуну, що надає йому високу твердість і крихкість. Крім того, через нерівномірне нагрівання, охолодження деталі і різних коефіцієнтів усадки матеріалів деталі і шва виникають значні внутрішні напруження - причина утворення нових тріщин в процесі зварювання і після неї. Внаслідок вигорання вуглецю і кремнію

утворюється велика кількість газів і різних шлакових сполук, які не встигають вийти з розплавленого металу: шов виходить пористим і забрудненим неметалевими включеннями.

З виявлення дефектних ділянок та меж тріщин починається підготовка головок циліндрів до зварювання. Кінці тріщин засверлюють свердлом діаметром 4...5 мм, поверхню металу навколо тріщин зачищають до блиску.

Головоки циліндрів можна зварювати як електродуговим, так і газовим зварюванням. При цьому зварювання може вестись з повним підігрівом всієї деталі (гаряча зварка), з місцевим підігрівом і без попереднього підігріву (холодне зварювання).

Під час гарячої зварки головок циліндрів забезпечується найкраща якість зварного з'єднання. Якість зварювання залежить від правильного підігріву деталі перед зварюванням. Потрібно проводити підігрів так, щоб відбулося рівномірне розширення деталі у всіх напрямках. При цьому способом зварювання деталь розігрівають в печі до температури 650...700°C. Рекомендується нагрів з двох стадій, спочатку до 400°C за 1 год і 400...650°C за 30 хв[23].

Тільки в той період, поки деталь має температуру не нижче 500°C може проводитися зварювання. В термос, який має подвійні стінки з листової сталі, футерований азбестом, деталь поміщають після нагрівання для захисту від швидкого і нерівномірного охолодження. В термосі зроблені люки, щоб заварювати типові для даної деталі дефекти. Після зварювання деталі відпалюють при температурі 600...650°C, витримуючи її при цій температурі 10...12 хв і охолоджують разом з піччю або в спеціальних термосах протягом 1,5...2 год[23].

Нейтральним полум'ям з невеликим надлишком ацетилену ведуть газове зварювання чавуну. Чавунні прутки типу П, зношені поршневі кільця з сірого чавуну використовують в якості присадкового матеріалу. Як флюс може застосовуватися технічна бура або суміш, що складається з 50% бури, 47% двовуглекислого натрію і 3% окису кремнію. Для зварювання чавуну

чавунними прутками промисловість випускає флюси марок ФСЧ-1 і ФСЧ-2. Флюс вноситься в зварювальну ванну шляхом занурення в нього кінця присадкового прутка або безпосередньо на зварюваний ділянку після оплавлення основного металу[23].

Міцний і щільний шов дозволяє отримати гаряча зварка чавуну. Факторами, що зменшують можливість застосування цього способу, є складність застосовуваного устаткування, значне викривлення деталей, невелика продуктивність і висока затратність відновлення деталі.

Без попереднього підігріву проводиться холодне зварювання чавунних деталей, тому при цьому способі зварювання повинні застосовуватися такі прийоми, електроди і присадні матеріали, які знижували б до мінімуму можливість відбілу чавуну, загартування зварного шва і появи внутрішніх напружень в деталі.

При холодному газовому зварюванні чавун в місці заварки розплавляють пальником повільно, щоб графіт встиг розчинитися. У той же час не можна перегрівати метал, тому вибирають пальник з меншою витратою ацетилену, ніж при зварюванні сталі; відстань між деталлю і конусом полум'я встановлюють у межах 20...30 мм.

Під час холодного електрозварювання чавуну присутній постійний струм електродами малого діаметра (3...4 мм) для зменшення нагрівання, застосовуючи зворотну полярність. Таким чином незалежно від типу застосовуваного електрода необхідно дотримуватися порядку накладення швів, наведений на рис. 1.19. (послідовність накладення швів показана римськими цифрами).

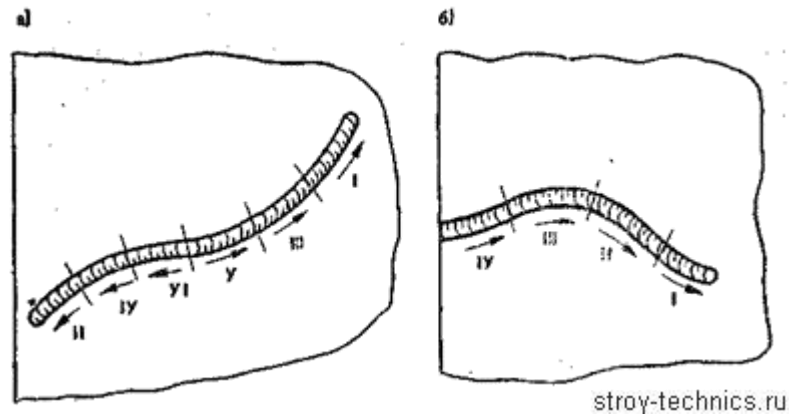


Рис. 1.19. Порядок накладення швів при заварці тріщин невеликої довжини, що не виходять на край деталі (а) і виходять (б)

Ведеться зварювання чавунними прутками або електродами, сталевими електродами (електрозварювання), комбінованими пучковими електродами, монелевими (сплав міді з нікелем) прутками або електродами, латунню або спеціальними припоями (зварювання - паяння газовим полум'ям).

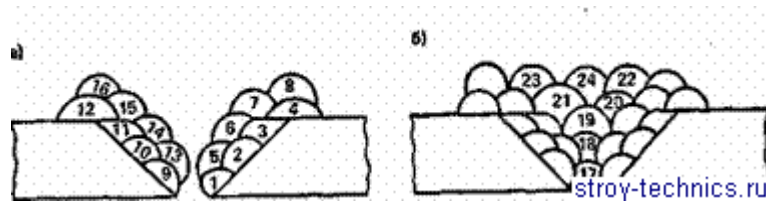


Рис. 1.20. Порядок накладення валиків при заварці тріщин в товстостінних чавунних деталях

а - обварювання кромки (валики 1...4 і 9...12) і накладення відпалюючих валиків (5...8 і 13...16); б - накладення сполучних валиків (17...24)

На ділянках, де є можливість вільного розширення і скорочення деталі при нагріванні і охолодженні, наприклад при приварюванні відламаного частини фланця, лап кронштейнів, використовується зварювання чавунними прутками або електродами. При цьому користуються прутками марок ВЧ, НЧ-1, НЧ-2, а для підвищення

зносостійкості - прутками марок БЧ і ХС. Також можна застосовувати зношені поршневі кільця. Флюси використовуються ті ж, що і при гарячій зварюванні.

Отримати наплавлений шар у вигляді чавуну дає можливість електрозварювання чавунними прутками, покритими обмазкою.

Для цього до складу обмазки вводять вуглеводомісткі і графітоутворюючі компоненти, здатні здійснити графітизацію металу шва в умовах короткочасного існування зварочної ванни. Часто застосовують обмазки наступного складу: графіт (40%), феросиліцій (40...45), алюмінієвий порошок (10%), вуглекислий барій (5...10), графіт і крейда[24].

Набуло широкого поширення зварювання електродами з маловуглецевої сталі. Для отримання хорошої якості зварного шва та зменшення тріщиноутворення застосовують спеціальні способи зварювання, наприклад зварювання накладенням відпалюючих валиків. При цьому способі зазвичай використовують електроди з дроту Св-08 з крейдяною обмазкою або електроди марки УОНІ-13/55. Послідовність накладення валиків наступна: перший валик, що накладається на чавун, внаслідок перемішування електродного матеріалу з основним являє собою сталь з вмістом вуглецю 0,6...0,8%. Накладення на перші валики других відпалюючих валиків обумовлює відпалювання шарів що знаходяться нижче і призводить до отримання відносно м'якого шва.

При заварюванні тріщин в місцях з тонкою стінкою спочатку обварюють кінці тріщин. Потім врозкид на ділянках довжиною 40...50 мм з проміжним охолодженням уздовж тріщини направляють підготовчі валики, після чого наносять сполучні валики, які одночасно є відпалювачами. Можна спочатку нанести на підготовчі валики відпалюючі, а потім вже сполучні. Після нанесення кожного валика рекомендується його прокувати в нагрітому стані легкими ударами молотка.

При зварці місць з товстою стінкою шов перед зварюванням поділяють так, щоб ширина оброблення у верхній частині в 2...3 рази

перевищувала товщину деталі, що зварюється (рис.1.20.). У цьому випадку важливо, щоб відпалюючий валик накладався на підготовчий, а не на чавун.

При відновленні блоків двигунів, картерів, коробок передач, корпусів задніх мостів застосовують спосіб зварювання з нанесенням відпалюючих валиків . При використанні такого способу маємо змогу отримати шов, піддається механічній обробці при порівняно високій міцності і щільності.

Спеціальні сталеві електроди ЦЧ-Ч і залізонікелеві ЦЧ-ЗА випускаються для зварювання чавуну. Цими електродами можна проводити зварювання одним швом без відпалюючих валиків зворотньооступінчатим способом.

Хороші результати дає зварювання чавуну монель-металом (мідно-нікелевий сплав: мідь 30% нікель 65, марганець 1,5...2% і залізо 3...3,5). Відбувається зварювання як газовим полум'ям, так і електричною дугою. Під час електрозварювання застосовуються електроди, що складаються з монелевого стержня з обмазкою УОНИ-13/55 (електроди МНЧ-1). Електрозварювання ведуть на постійному струмі при зворотній полярності короткими ділянками, врозкид, з проміжним охолодженням і проковуванням кожного валика. Монель задовільно сплавляється з чавуном, відбілювання чавуну не відбувається. Щільність зварного з'єднання цілком задовільна, а міцність шва кілька знижена. Недолік - порівняно дорогий і дефіцитний монель-метал[23].

При зварюванні чавуну довжина дуги повинна дорівнювати діаметру електрода. Чим коротше довжина дуги, тим менше глибина провару, і, навпаки, з подовженням дуги зростає напруга струму, збільшується глибина розплавленого металу, зростають його обсяг і ширина шва.

Заварка тріщин проводиться в середовищі захисного газу (аргону) із застосуванням напівавтомата А-547 або без нього. Режими заварки тріщин при застосуванні захисного газу (аргону): сила зварювального струму-125-150 А; напруга - 27-30 В. Тиск аргону в зоні зварювальної дуги 0,3-0,5 МПа; електродний дріт марки МНЖКТ; діаметр електродного дроту 1,2 мм.

Електродами зі спеціальною обмазкою, що захищає зону зварного шва від окислення при її плавленні у вигляді оболонки проводиться заварка тріщин без застосування захисного газу.

Існують такі режими заварки тріщин без застосування захисного газу: сила зварювального струму - 130 А; напруга - 36 В; марка електродів: МНЧ-1, ОЗЧ-1, Анч-1, ЦЧ-3 або ЦЧ-4.

Заварка тріщин цими електродами забезпечує утворення аустелітової структури наплавленого металу, яка здатна протистояти виникненню зварних тріщин. Шов після наплавлення цими електродами легко обробляється ріжучим інструментом.

В інституті електрозварювання ім. Є. О. Патона АН УРСР розроблено ефективний спосіб зварювання дротом ПАНЧ-11.

Для напівавтоматичного зварювання дротом ПАНЧ-11 придатні шлангові напівавтомати А-547, А-547У, А-825, що подають дріт діаметром від 1 до 1,6 мм в комплекті з випрямлячами ВС-200, ВС-300 або зварювальними перетворювачами з жорсткою характеристикою. Напівавтоматичне зварювання дротом ПАНЧ-11 не вимагає спеціального обладнання.



Рис. 1.21. Головка циліндрів до ремонту



Рис. 1.22. Головка циліндрів після відновлення зварюванням

### **1.7. Відновлення головки блока циліндрів напиленням матеріалу**

Розпилюванні металевого порошку в полум'ї горючих газів в суміші з киснем і нанесенні його на попередньо підготовлену поверхню деталі або виробу полягає сутність процесу газополуменевого напилення і наплавлення. Балонний або генераторний ацетилен, а також пропан і водень застосовують у якості горючого газу.

Використання як напилюваних матеріалів порошків дає можливість змінювати в широкому діапазоні фізико-механічні властивості покриттів, отримувати не тільки зносостійкі, тверді і щільні покриття, але і пористі, що забезпечує надійне змащування поверхонь ковзання, збільшує термін служби сполучень.

Газопорошкову наплавку або газополуменеве напилення з одночасним опалювальнням використовують для головок блоків циліндрів, а також використовують для відновлення деталей з сірого чавуну, сталевого литва, конструкційних і нержавіючих хромонікелевих сталей, що працюють при ударних навантаженнях і підвищених температурах.

Під час відновленні деталей, що піддавалися хіміко-термічній обробці, з поверхні спочатку видаляють шар підвищеної твердості, потім проводять газопорошкового наплавку.

За для відновлення деталей цим методом серійно випускаються пальники для наплавлення ГН-1, ГН-2, ГН-3 і ГН-4, установки газополуменеві для порошкового напилення УГПЛ (для матеріалів з температурою плавлення до 800°C) і УПН-8 (для матеріалів з температурою плавлення до 2200°C). Для організації ділянок газопламеневого напилення і наплавлення необхідні також газові балони (кисневий, ацетиленовий або пропановий), відповідні гази й редуктори, шланги, камери струменевої обробки, порошки. [13].

Порошки наплавочних твердих сплавів ПГ-10Н-01, ПГ-10Н-03, ПГ-10Н-04, ПГ-12Н-01 застосовують для газопламеневого напилення і наплавлення і порошки хромонікелевих самофлюсуючих сплавів ПН80Х13С2Р, ПН77Х15С3Р2[13].

Подібні операції ремонту деталей включає в себе технологічний процес: підготовку поверхні деталі і порошкових матеріалів, газополуменеве напилення або наплавку, механічну обробку нанесеного покриття, контроль якості відновлюваної поверхні.

Прогресивний засіб відновлення головок циліндрів - плазмове напилення і напилення порошкових матеріалів. Цей спосіб має значні переваги якщо рівняти його з газополуменевим нанесенням покриттів: можливість напилення покриттів практично з будь-яких матеріалів; більш висока продуктивність процесу; більш високі щільність і міцність зчеплення покриття з основою.

В результаті напилення порошкових або дротяних матеріалів, що подаються в газоелектричний струмінь плазмотрона створюється металопокриття. Плазмове напилення виконують на установках УМП-6, УМП-5, УПУ-3М та ін.

Технічний азот, аргон, водень, аміак або їх суміші служать робочими газами. При цьому застосовують вольфрамові лантановані катоди. Якщо робочим газом служить повітря, то використовують гафнієвої або

цирконієві катоди. При ремонті деталей користуються порошками на нікелевої основі грануляцією 5-160 мкм.

Перед нанесенням покриття поверхня деталі після очищення та мийки піддають струменево-абразивній обробці.

Незначний термічний вплив на поверхню деталі високотемпературного плазмового струменя при задовільній міцності зчеплення покриття з основою дає можливість ефективно використовувати цей процес при ремонті великогабаритних деталей, наприклад колінчастих валів.

Мінусами процесу являється недостатня стійкість плазмотрона, значна витрата газів, малий коефіцієнт використання порошку, особливо при відновленні деталей малих діаметрів.

Процес плазмового напилення можна використовувати і з подальшим оплавленням покриття, як при газопорошковим наплавленні.

Плазмову наплавку порошковими матеріалами використовують при відновленні відповідних деталей. При плазмовому наплавленні деталь неелектронеутральна, на відміну від напилення. Тому плазмові пальники при наплавленні працюють в більш комфортних умовах і їх стійкість значно вище, ніж плазмотронів плазмового напилення.

Порошкові присадкові матеріали на нікелевій і залізних основах, а також різні дротяні матеріали застосовують в якості присадних матеріалів. Порошки на залізній основі (сормайт, ФБХ-6-2, УС-25) доцільно наплавляти в середовищі азоту, а на нікелевої основі - в середовищі аргону.

При відновленні тарілок клапанів двигунів використовують плазмову наплавку.



Рис. 1.23. Головка циліндрів до ремонту



Рис. 1.24. Головка циліндрів після відновлення напиленням

### **1.8. Відновлення головок блока циліндрів механічною обробкою**

Тріщини, злами та пробоїни не допускаються при дефектації головок циліндрів. Лише дрібні тріщини допускаються на привалочній поверхні між

отворами під розпилювач форсунки і клапани, які не захвачують робочі фаски впускного клапана і не порушують герметичність.

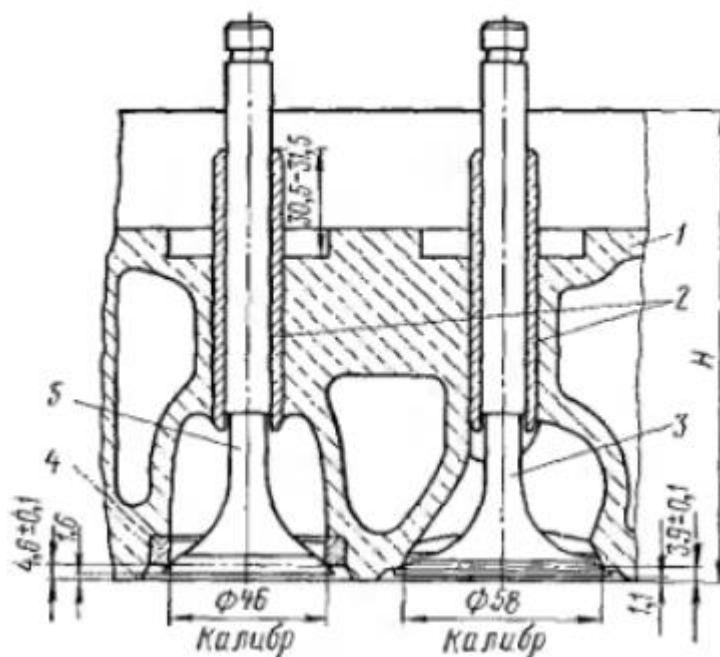


Рис. 1.25. Схема встановлення клапанів в головку циліндрів:

1 – головка циліндрів; 2 – направляючі втулки клапанів; 3 – впускний клапан; 4 – сідло впускного клапану; 5 – впускний клапан.

Кільця ущільнювачів склянок підлягають заміні при капітальному ремонті двигуна. Після випресування склянки оглядають отвір під склянку і в разі поганого прилягання мідної ущільнювальної шайби торець підрізають перпендикулярно осі отвору під склянку, причому відстань від торця гнізда під склянку до привалочної поверхні головки повинно бути не менше 14,7 мм. Після заміни склянки форсунки (момент затягування гайки 9-11 кгс·м) головку знову перевіряють на герметичність. Якщо головка циліндрів знаходиться в задовільному стані, то потрібно перевірити неплоскість поверхні прилягання до блоку циліндрів; стан робочих поверхонь сідел клапанів; знос робочих фасок сідел клапанів; знос поверхонь напрямних втулок клапанів; стан різьби шпильок кріплення впускних колекторів, водяних труб і форсунок, а у разі заміни шпильок і стан різьби під шпильки.

До складання без ремонту головки блоку циліндрів допускаються, якщо неплюскість поверхні, що прилягає до блоку, не більше 0,1 мм на всій довжині і не більше 0,05 на довжині 100 мм; якщо ширина робочої фаски сідла впускного клапана становить 2,0-2,8 мм, випускного - 1,5-2,3 мм; утопання впускного клапана щодо нижньої площини головки циліндрів - не більше 2,2 мм, а випускного - не більше 2,7 мм; якщо діаметр внутрішніх поверхонь напрямних втулок клапанів - не більше 12,060 мм і якщо в різьбі для шпильок не більше двох зірваних ниток. Перевищення перерахованих похибок тягне до необхідності ремонту головки. Неплюскість поверхні, що прилягає до блоку, виправляють шліфуванням: забезпечують неплюскість не більше 0,02 мм на довжині 100 та 0,05 мм на всій довжині і висоту головки  $H$  (рис. 1.25.) до кільцевого ребра не менше 131,5 мм; номінальний розмір  $H=132_{-0,26}$  мм[7].

Зенкуванням або шліфуванням відновлюють фаску сідла при наявності вм'ятини або рисок на робочій поверхні сідла, забезпечуючи мінімально необхідне знімання металу до отримання чистої поверхні фаски сідла. Ріжучий інструмент повинен мати фіксацію по внутрішньому діаметру направляючої втулки 2 клапана для забезпечення співвісності фаски і внутрішнього діаметра направляючої втулки клапана в межах 0,025 мм (биття 0,05 мм). Граничне утопання тарілки нового клапана від плоскості головки при відремонтованих фасках сідла головки допускається 2,5 мм для впускного клапана і 3,0 мм для випускного клапана.

Під нижню тарілку пружин необхідно підкласти регулювальну шайбу зовнішнім діаметром  $43,5_{-0,5}$  мм і внутрішнім діаметром  $19,2^{+0,1}$  мм для забезпечення сили затяжки клапанних пружин. Товщина  $h$  шайби визначається за формулою для впускного клапана  $h = (\Delta-1,3)$ , мм, для випускного клапана  $h = (\Delta-1,8)$ , мм, де  $\Delta$  - фактична величина штопання тарілки клапана від площини головки, заміряна після ремонту фаски сідла.

Трьома зенкерами фрезерують сідло впускного клапана. Спочатку робочу фаску зенкером з кутом  $120^\circ$  до отримання чистої рівної поверхні, потім нижню кромку робочої фаски зенкером з кутом  $150^\circ$ , витримуючи початок робочої фаски в межах  $\varnothing 54,9 \pm 0,7$  мм (рис. 1.25, б), і, нарешті, верхню кромку фаски зенкером з кутом  $60^\circ$  до отримання ширини  $\Gamma$  робочої фаски 2,0-2,5 мм. Ризики і незначна вироблення на сідлах впускних клапанів усуваються шліфуванням сідел і подальшим притиранням клапанів[7].

Сідло необхідно замінити при наявності прогару, тріщин, раковин та інших дефектів, що не були усунені шліфуванням.

Двома зенкерами фрезерують сідло впускного клапана: спочатку робочу фаску зенкером з кутом  $90^\circ$  (див. Рис. 1.26., в) до отримання необхідної чистоти, а потім нижню кромку фаски зенкером з кутом  $150^\circ$ . Ширина робочої фаски повинна дорівнювати 1,5 - 2,0 мм. Якщо знос фаски сідла впускного клапана перевищує максимально допустимий, головка циліндрів може бути відновлена шляхом розточування і установки ремонтного вставного сідла. Обробка головки під ремонтне сідло впускного клапана, розміри сідла і обробка фаски сідла в зборі з головкою показані на рис. 1.27. Після розточення биття поверхні  $D$  щодо отвору під втулку клапана має бути не більше 0,1 мм неперпендикулярність торця поверхні  $D$  не повинна перевищувати 0,03 мм на крайніх точках.

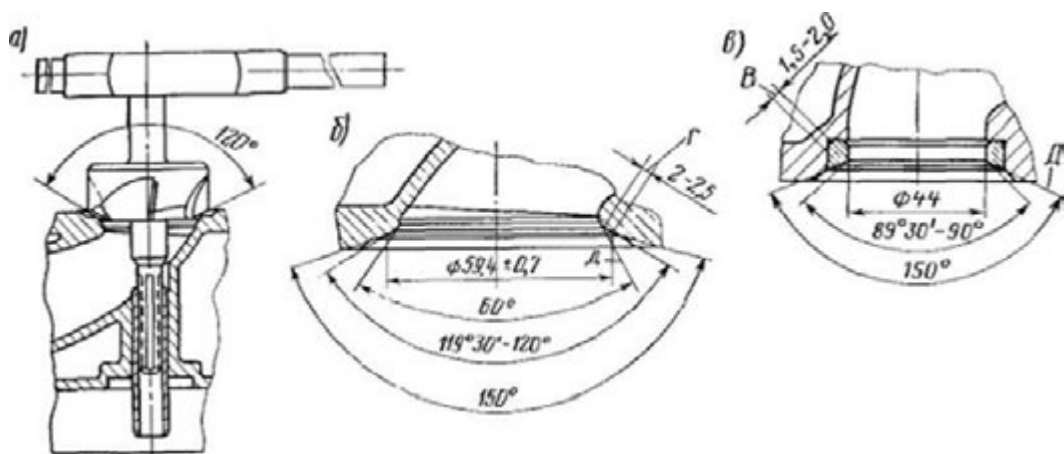


Рис. 1.26. Обробка сідел клапанів: *а* - зенкер; *б* - сідло впускного клапана; *в* - сідло випускного клапана.

Перед тим як запресувати сідло головки попередньо нагрівають до температури 90°C. Торець запресованого сідла повинен щільно прилягати до торця розточення в голівці. Після запресовування сідло впускного клапана обробляють згідно рис. 1.26.

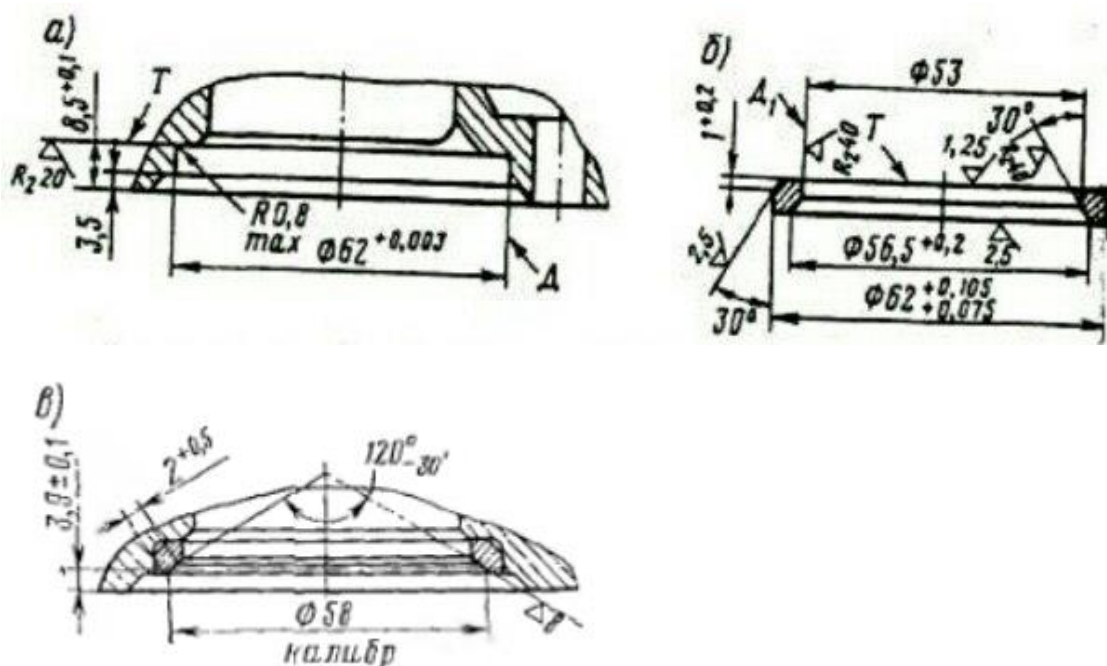


Рис. 1.27. Ремонтне сідло впускного клапана: *а* – розміри отворів під сідло; *б* – сідло; *в* – розміри обробленого сідла після запресовки.

При капітальному ремонті двигуна направляючі втулки клапана підлягають заміні на нові. Нові втулки запресовують згідно рис. 1.27. і розгортають до діаметра  $12^{+0,019}$  мм. Направляючі втулки клапанів, що поставляються в запасні частини, мають внутрішній діаметр 11,6 мм.

Якщо відбувся зриву різьблення на шпильках кріплення впускного і ви-випускним колекторів, водяних труб і форсунки (зірвано більше двох ниток від торця) шпильки вивертають і оглядають різьблення в отворі. При задовільному стані різьблення вкручують нові шпильки. Якщо різьблення

зірване або викришиться, головка циліндрів підлягає ремонту, причому можливі два способи ремонту:

1. Отвір у голівці розсвердлюється, нарізується різьба більшого розміру, в нього закручується ремонтна різьбова втулка, а у втулку закручується шпилька номінального розміру.

2. Отвір у голівці розсвердлюється, нарізується різьба більшого діаметру і в нього закручується ремонтна шпилька.

Отвір під шпильку кріплення форсунки відновленню не підлягає.

**Впускний клапан.** Поглиблення, раковини та риски на робочій поверхні тарілки клапана не допускаються. При наявності таких дефектів клапан ремонтують шляхом перешліфовки робочої фаски, витримавши товщину циліндричної поверхні тарілки не менше 0,75 мм, кут  $121^{\circ+30'}$ , чистоту поверхні не нижче  $\nabla 7$ , биття робочої фаски щодо стрижня не більше 0,03 мм. Стрижень клапана перевіряють на прямолінійність утворюють, яка допускається не більше 0,01 мм. Мінімальний діаметр стрижня без ремонту допускається 11,92 мм[7].

**Випускний клапан.** Все попередньо сказане про впускний клапан відноситься і до випускного. Випускний клапан ремонтують шляхом перешліфовки робочої фаски, витримавши товщину пояса циліндричної поверхні тарілки не менше 1,0 мм, кут  $91^{\circ+30'}$ , чистоту поверхні не нижче  $\nabla 8$ , биття робочої поверхні фаски щодо стрижня не більше 0,03 мм . Відхилення від прямолінійності твірних стрижня клапана не повинне перевищувати 0,01 мм. Мінімальний діаметр стержня без ремонту 11,88 мм[7].

**Пружини клапанів.** Якщо довжина при усадці 56 мм відповідає навантаженню не менше 22 кгс, а довжина 42 мм - навантаженні не менше 41 кгс, тоді зовнішня пружина клапана допускається до установки на двигун. Внутрішня пружина придатна до експлуатації, якщо довжина її при

усадці 50 мм відповідає навантаженні не менше 11 кгс, а довжина 37 мм - навантаженні не менше 22 кгс[7].

З двигунів ЗІЛ довжина  $A$  (див. Рис. 1.28., б) осей коромисел зменшена з  $38^{+0,17}$  мм до  $33,1^{+0,17}$  мм. Тому при ремонті після хромування з наступною обробкою необхідно витримати довжину  $A$  в осі нової конструкції  $33,1^{+0,17}$  мм, в осі старої конструкції  $38^{+0,17}$  мм.

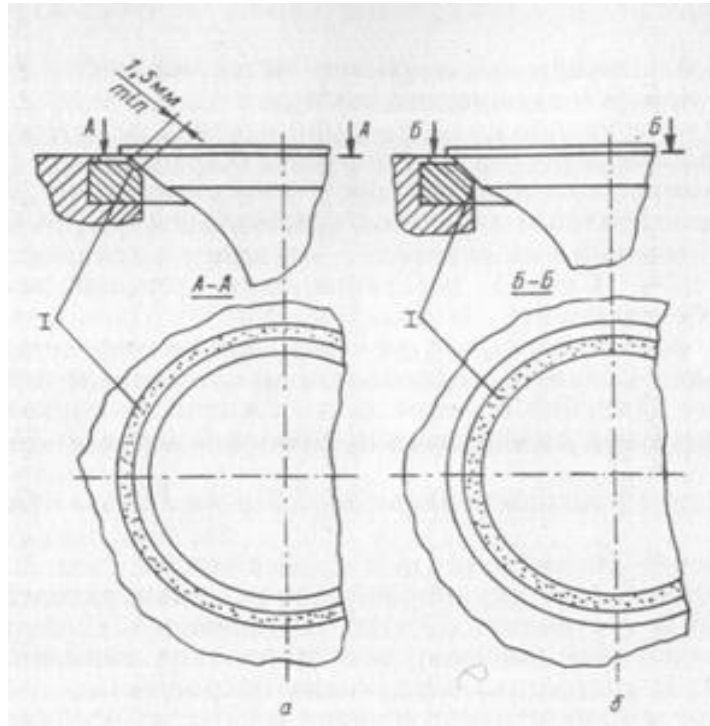


Рис. 1.27. Матовий пояс на сідлі клапана: *а* – правильно; *б* – неправильно.

**Притирання клапанів.** Необхідно провести притирання клапанів до їх сідел перед складанням головки циліндрів. Для притирання використовується спеціальна притиральна паста, що складається з суміші трьох частин (за об'ємом) мікропорошку КЗ-28 ОСТ 2-117-71 з однією частиною освітлювального гасу ГОСТ 4753-68 і однією частиною олеїнової кислоти ГОСТ 7580-55, розмішаної до сметаноподібного стану. Перед вживанням притирочну пасту ретельно перемішують, так як мікропорошок з часом осідає.

На фаску клапана наносять пасту тонким рівномірним шаром, змащують стрижень клапана чистим дизельним мастилом і ставлять клапан

на місце. Процес притирання полягає в зворотньо-обертальному русі клапана. Необхідно, злегка натискуючи, повернути клапан на 1/3 оберту в одну сторону, потім на 1/4 обороту в зворотному напрямку. Не можна виконувати притирання круговими рухами. Періодично піднімаючи клапан і наносячи на фаску нові порції притирочної пасти, притирання продовжують до тих пір, поки на фасках клапана і сідла не з'явиться безперервний матовий поясок шириною не менше 1,5 мм. Розриви матової смужки і риси на ній не допускаються. Після закінчення притирання клапани слід вийняти, отвори у втулках закрити тампонами, а голівку і клапани промити.

### **1.9. Відновлення сідел клапанів із застосуванням технології NEWAY**

Фірма США, її інструмент "NEWAY MANUFACTURING INC." використовує при відновленні головок блоку циліндрів двигунів легкових і вантажних автомобілів. Необхідною умовою якісного відновлення пошкоджених або зношених деталей є виконання технічних вимог (допуски на зазори в сполученнях, точність обробки поверхонь, що сполучаються і т.п.) заводу-виробника і технології ремонту двигуна внутрішнього згорання.

За технологією ремонту ГБЦ необхідно дотримуватись трьох умов:

- Забезпечити співпадання осі робочої фаски сідла клапана ГБЦ з віссю отвору направляючої втулки клапана;
- Створити геометрично правильну конічну поверхню робочої фаски на сідлі і клапані (максимально допустиме радіальне биття фасок вказується в ТУ на ремонт);
- Забезпечити розмір і кут робочої фаски на сідлі клапана ГБЦ відповідно до вимог заводу-виготовлювача.

Забезпечує дотримання цих вимог при ремонті ГБЦ як вітчизняних, так і імпортованих двигунів комплект інструменту «NEWAY». Основний комплект інструмента «NEWAY» для ремонту сідел ГБЦ включає:

- направляючий пілот "легкоконусний" або з цанговий втулкою. Направляючий пілот самоцентруючийся і жорстко фіксується в направляючої втулці клапана;

- фреза з твердосплавними пластинами.

- ножі (наприклад, типу TC251) в стандартній комплектації фрез якісно працюють при обробці сідел клапанів з твердістю до 45 HRC. Ножі (наприклад, типу TC251LC) застосовуються для обробки сідел з твердістю від 45 до 55 HRC.

- ножі типу "LC" можуть поставлятися в комплекті з фрезами або додатково (за бажанням Замовника). Фреза обертається на пілота з зазором 3...5 мкм. Фрези можуть бути одно- і двосторонніми;

- ключі для обертання фрези.

Компанія "NEWAY MANUFACTURING INC." виробляє фрези двох типорозмірів:

- Фрези з номерами від 200 до 699, що комплектуються пілотами з цанговий втулкою серії 150 або "легкоконусними" пілотами серії 140, призначені для обробки сідел діаметром від 28 до 72 мм.

- Фрези з номерами від 100 до 150, що комплектуються пілотами з цанговою втулкою серії 120 або "легкоконусними" пілотами серії 100, призначені для обробки сідел діаметром від 16 до 35 мм.

Обробка сідел для створення однієї фаски достатньо 3-5 оборотів фрези. Залежно від типу і розміру фрези, на неї встановлюється від 3 до 7 ножів, ножі мають більше 10 різальних крайок, спеціальним чином заточених. При обробці сидла, одночасно здійснюють різання більше 10 різальних крайок.

Під час використання інструменту «NEWAY» виконання трьох необхідних умов якісного ремонту сидла досягається за рахунок[27]:

- фіксованою базування пілота в направляючої втулці клапана, що забезпечує збіг осі обертання фрези і осі отвору направляючої втулки;

- прецизійної посадки фрези на направляючий пілот;

- фіксованого базування ножів на фрезі, під строго певним кутом, заданих при виготовленні фрези.

Застосувати конструкцію фрез з регулюванням положення ножів залежно від діаметра оброблюваного сідла клапана ГБЦ, дозволила фірмі "NEWAY MANUFACTURING INC" висока точність виготовлення інструментів.

Геометрія робочої поверхні сідла і клапана має дві особливості після обробки фрези «NEWAY»:

1) Інтерференція кутів: кут робочої фаски клапана і кут робочої фаски сідла відрізняються на  $1^\circ$ . Після перших 10-15 хвилин роботи двигуна, клапан самостійно «прихлопувати» до сідла.

2) Мікрорельєф робочої поверхні. Утворення мікрорельєфу після обробки клапана і сідла забезпечується геометрією різальної крайки фрез - типу «гребінка».

Швидко і ефективно відбувається приробітка клапана завдяки цим особливостям.

Для перевірки радіального биття фаски сідла клапана при проведенні ремонту сідел клапана ГБЦ фірма "NEWAY MANUFACTURING INC." рекомендує використовувати спеціальне пристосування. Для вимірювання биття фаски сідла клапана необхідно вставити конічний пілот або пілот з цанговим затискачем в направляючу втулку клапана, акуратно встановити на нього прилад, налаштувати його щуп так, щоб він упирився в робочу фаску сідла, і повільно провертати прилад навколо осі пілота. За індикатором визначити величину биття сідла клапана, ціна поділки 0,025 мм. Після ремонту сідел і клапанів ГБЦ фрезами "NEWAY" подальша тривала притирання цих деталей не потрібно.

Застосовувати абразивну (водорозчинну) пасту рекомендується тільки в якості контрольно-фінішній операції, яка не повинна перевищувати 10 сек. Слід пам'ятати, що більш тривала притирання клапана до сідла істотно знижує ресурс відремонтованих деталей.

Компанією «NEWAY» виробляється 6 основних типорозмірів фрез, для сідел. Всі фрези комплектуються змінними твердосплавними ножами з карбіду вольфраму, твердість по HRC становить близько 85 одиниць. Ресурс ножів - більше 2000 сідел. У кожному типорозмірі фрези виготовляються з наступними кутами нахилу ножів[27]:

15°, 20°, 30°, 45°, 60°, 70°, 75°, 80°.

Для вантажного ремонту застосовуються пілоти серії 200 із загальною довжиною до 200 мм і, що дуже важливо, збільшеною довжиною цанги (до 50 мм; у пілотів меншою серії 150 довжина цанги не більше 37 мм), по якій фіксується пілот у втулці. Це дає збільшення площі настановної поверхні при базуванні і, відповідно, більш жорстку фіксацію. Разом з тим, не забуваємо, що жорсткість пілота збільшується зі збільшенням його діаметра.

Забезпечивши рівномірність розподілу навантаження на матеріал, можна виключити ефект дроблення. І саме для цього ріжучі кромки на різцях Neway розташовані по типу «гребінка», в результаті чого в процесі обробки беруть участь три і більше кромки на кожному ножі, сприяючи цієї самої рівномірності розподілу навантаження. Neway має спеціальні ножі для обробки твердих сідел (серія LC), ріжучі кромки на яких розташовані з більш великим кроком, тим самим забезпечуючи більш високі питомі тиску різальних крайок на матеріал сидла.

Працюючи з твердими поверхнями з'являються підвищені вимоги до матеріалу різців. Матеріал ножів на фрезах Neway - надтвердий карбід вольфраму, твердістю до 85 HRC.

Ремонт сідел головки блоку ЗІЛ

Розпочнемо ремонт з підготовки «бази».

З боку сидла встановлюємо направляючий цанговий пілот. Жорстко зафіксуємо пілот у втулці, підібгавши із зусиллям нижній гвинт цанги. На пілот встановлюється фреза № 653 з кутом нахилу твердосплавних різців 60°. Спочатку обробляються допоміжні фаски, потім - робоча.

Нижню допоміжну фаску сідла обробляємо. При обробці потрібно намагатися чітко контролювати зусилля, «відчути» процес різання.

Після 5...6-ти оборотів перевіряємо ширину і якість отриманої фаски. Хороша якість обробки - відсутність огранки обробленої поверхні сідла.

Далі обробка верхньої допоміжної фаски. Для цього перевертаємо ту ж фрезу № 653 на різці  $15^\circ$ .

Виліт різців потрібно скорегувати так, щоб вони різали тільки сідло, не зачіпаючи голівку блоку. Обробка проводиться з середнім натиском. Пам'ятайте: головне - відчути «зворотну реакцію».

Після цього проводимо обробку робочої фаски - заключна фаза обробки сідла. Наша фреза - № 660 з кутом нахилу ножів  $30^\circ$ .

Більш зручний привід фрези - «TWEZ». Він дозволяє рівномірніше обертати фрезу і краще контролювати процес різання.

Зняття з поверхні сідла всіх нерівностей - мінімальна тривалість обробки робочої фаски інструментом NEWAY. Максимальна - досягнення необхідної ширини робочої фаски. За технічним вимогам на ремонт двигунів ЯМЗ це 2,0...2,5 мм на впускному, і 1,5...2,0 мм на випускному сідлі. Відповідність ширини смужки контакту клапана з сідлом найкраще визначити по сліду маркера на фасці клапана. При необхідності можна змістити смужку чи змінити її ширину, обробляючи допоміжні фаски[27].

Притирання клапана використовується в якості контрольної, але необов'язковою операції. Смужка контакту на сідлі повинна бути матовою і не повинна перериватися. Такі ж вимоги і на поверхні контакту тарілки клапана. Смужка контакту не повинна виходити за краї робочої фаски клапана, а ширина смужки повинна відповідати необхідній величині.

Виходячи з даних досліджень будуємо задачу – розробити технологічний процес з відновлення роботоздатності головки циліндрів двигуна ЗІЛ з розробкою пристосування для її розбирання.

## **РОЗДІЛ 2. ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВІДНОВЛЕННЯ ГОЛОВКИ БЛОКУ**

### **2.1. Дослідження ремонтного фонду головок циліндрів**

Зносами, деформаціями, втомним змінами та старінням матеріалу визначається технічний стан головок циліндрів двигунів ЗІЛ. Подальший аналіз виявляє причини досягнення деталями граничного стану. Цими причинами можуть бути «вузькі» місця в процесах виготовлення і відновлення деталей (недоліки конструкції, незадовільний вибір матеріалів, механічної і термічної обробки).

Неремонтнопридатними є головки блоку циліндрів з тріщинами, що поширюються від однієї поперечної перегородки до іншої або з виходом на

оброблену площину. Найпоширенішими пошкодженнями є тріщини їх елементів (15...27% від усіх ушкоджень двигуна), найчастіше тріщини виникають в стінках водяних сорочок (5...19%), в перемичках клапанів (до 16%), площині під блок циліндрів (до 6%) і бобишках під шпильки кріплення головок циліндрів (до 5%). Тріщини від циклічних або разових динамічних навантажень (наскрізні і нескрізні) мають довжину від 2 до 500 мм. Також досить поширеною поломкою є знос отвору під напрямні втулки клапанів (до 24%). [25].

Розробляємо схему ремонтування найпоширеніших пошкоджень.



Рис.2.2. Рішення про способи відновлення головки циліндрів ЗІЛ-130

Таблица 2.1.

### Причини виникнення дефектів

Дефекти	Підлягають ремонту	Причини
---------	--------------------	---------

1. Тріщина в сорочці охолодження 2. Тріщина в міжклапанній перегородці	Глибина: До 7,4мм;  До 7,4мм;	Ударні навантаження
3. Знос отвору під напрямні втулки клапанів	Діаметр внутрішньої поверхні втулки від 12,060мм;	Ударні навантаження, нехватка мастила.
4. Знос сідел під головку клапана	Глибина утопання клапана від 2,2 мм.	

## 2.2. Аналіз напружень, що діють в головках циліндрів

Під час роботи вогневе днище головок і кришок циліндрів відчуває механічні (монтажні) і термічні навантаження. Схема дії сил в небезпечному перерізі представлена на рис. 2.3.

Напруження розтягування, термічні деформації по товщині вогневого днища викликають вигин, а по площині - деформацію стиску це викликають механічні навантаження. При охолодженні деформації і відповідно напруги змінюють знак.

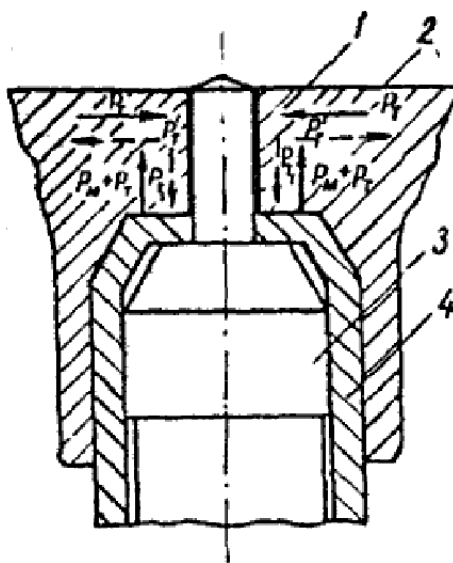


Рис.2.3. Схема дії сил на вогневе днище головок і кришок циліндрів: 1 - перетин вогневого днища по отвору форсунки; 2 - площина днища з боку камери згоряння; 3 - форсунка; 4 - склянка форсунки;  $P_T$  і  $P_T$  - сили, що виникають від температурних градієнтів по площині і товщині вогневого днища при роботі дизеля і при його охолодженні;  $P_M$  - сили, що виникають від зтяжки форсунки і форсункової склянки.

За кожним циклом (нагрів - охолодження) накопичуються пластичні деформації, які в підсумку призводять до руйнування вогневого днища.

На рис. 2.4. представлена діаграма пружнопластичної деформації від діючих сил . Кількість циклів (нагрівання - охолодження) до утворення тріщин  $N_{eo}$  або до повного руйнування  $N_{ec}$  та розмах пластичної деформації  $e_p$  можна представити степеневим рівнянням Менсона-Коффіна[10].

$$N_{eo}^{m_{eo}} e_p = C_{eo} \quad (2.1)$$

$$N_{ec}^{m_{ec}} e_p = C_{ec} \quad (2.2)$$

де  $m_{eo}$ ,  $m_{ec}$ ,  $C_{eo}$ ,  $C_{ec}$ , - характеристики матеріалу. Індекс  $o$  у величин  $m$  і  $C$  позначає навантаження з постійною амплітудою деформації; індекс  $o$  - утворення тріщин; індекс  $C$  - руйнування.

З рівняння (2.2) кількість циклів до руйнування можна визначити[10]:

$$N_{ec}^{m_{ec}} = \frac{C_{ec}}{e_p} \quad (2.3)$$

Сумарна накопичена пластична деформація визначиться з виразу:

$$e_p^{(k)} = \sum_{k=1}^{N_{eo}} \left( \frac{\sigma_M + \sigma_{тер} + \sigma_{o2}}{E_T} \right) F(k) \quad (2.4)$$

при  $\sigma_M + \sigma_{тер} \leq \sigma_{o2}$ ,  $e_p=0$ .

де  $\sigma_{o2}$  - напруження текучості;  $\sigma_M$  - механічні напруження;

$\sigma_{тер}$  - термічні напруження.

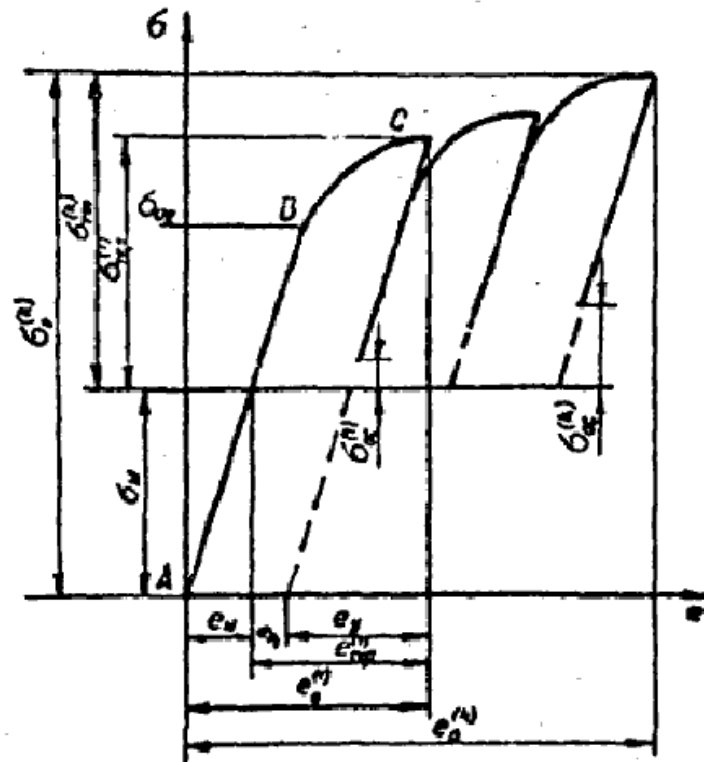


Рис. 2.4. Діаграма напружено-деформаційного стану вогневого днища головок циліндрів в процесі експлуатації

За результатами розрахунків проведених дослідниками, отримані температурні поля, що дозволяють аналізувати розподіл температур і температурних градієнтів в будь-якому місці вогневого днища (рис. 2.5.). Експериментальна перевірка отриманих розрахункових даних показала, що відносна похибка визначення температур розрахунковим методом склала не більше 6,5%. З аналізу результатів розподілу температур видно, що максимальні значення температур досягаються на поверхні що тримає тепло в зоні перемички між отвором під форсунку і гніздом випускного клапана. Величина їх складала 620...635 К.

Температурні перепади по товщині вогневого днища в радіусі  $2 \cdot 10^{-3}$  м також несе нерівномірний характер і становить  $11 \cdot 10^{-3} \dots 12 \cdot 10^{-3}$  К/м.

На периферії днища перепади значно нижче а складають  $6 \cdot 10^{-3} \dots 6,5 \cdot 10^{-3}$  К/м.

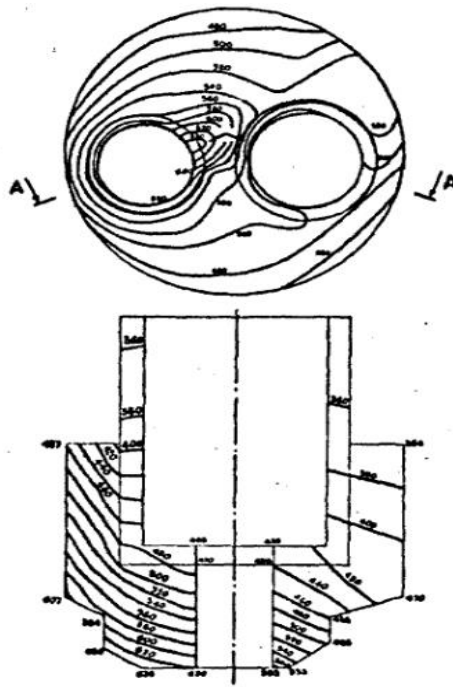


Рис. 2.5. Температурні поля на поверхні що сприймає тепло огневого днища і в перетині А-А серійної головки циліндрів дизеля ЗІЛ

Виявлено також, що перепади до глибини в перемичках між форсунковим отвором і гніздами клапанів понижуються з віддаленням від теплопровідної поверхні вогневого днища. Тут перепади температур складають  $9,5 \cdot 10^{-3} \dots 10 \cdot 10^{-3}$  К / м, на глибині  $7 \cdot 10^{-3} \dots 8 \cdot 10^{-3}$  м вони рівні  $7 \cdot 10^{-3} \dots 7,5 \cdot 10^{-3}$  К / м, а у опорній площині форсунової склянки -  $5 \cdot 10^{-3} \dots 5,5 \cdot 10^{-3}$  К / м [10].

Разом з термічними напруженнями діють механічні. Найбільш навантажена центральна зона вогневого днища навколо отвору форсунки, внаслідок зусиль, докладених при установці форсунки і форсунової склянки в головку циліндрів.

З результатами прикладеного навантаження в плиті виникають радіальний момент  $M_r$ , окружний  $M_\theta$  і поперечна сила  $Q$ .

Радіальні напруги  $\sigma_r$  і окружні напруги  $\sigma_\theta$  змінюються по товщині плити по лінійному закону, їх максимальні значення в поверхні визначаються з виразу:

$$\sigma_r = \frac{6M_r}{h^2}; \quad (2.5)$$

$$\sigma_{\theta} = \frac{6M_{\theta}}{h^2}; \quad (2.6)$$

За формулами (2.5) і (2.6), отримаємо значення напруг на різних ділянках нижньої сторони кільцевої плити, прийнятої в якості розрахункової схеми для центральної частини вогневого днища головки циліндрів.

Величина еквівалентної напруги  $\sigma_{екв}$  визначається через  $\sigma_{\theta}$  та  $\sigma_r$

$$\sigma_{екв} = \sigma_{\theta} - K\sigma_r; \quad (2.7)$$

де  $K = \frac{\sigma_{BD}}{\sigma_{BC}}$ ;  $\sigma_{BD}$  - межа міцності чавуну при розтягуванні;  $\sigma_{BC}$  - межа

міцності чавуну при стисканні.

Механічні напруги  $\sigma_M$ , що виникають в міжклапанній перемичці, визначаються з виразу:

$$\sigma_M = k_1\sigma_{екв}; \quad (2.8)$$

де  $k_1$  - коефіцієнт концентрації напружень, що враховує геометричні параметри міжклапанної перемички.

Опір термічної втоми N (рис. 2.7.) значно знижується зі збільшенням монтажних напружень  $\sigma_M$ . Інтенсивніше відбувається зростання термовтомлюваних тріщин в міжклапанних перемичках.

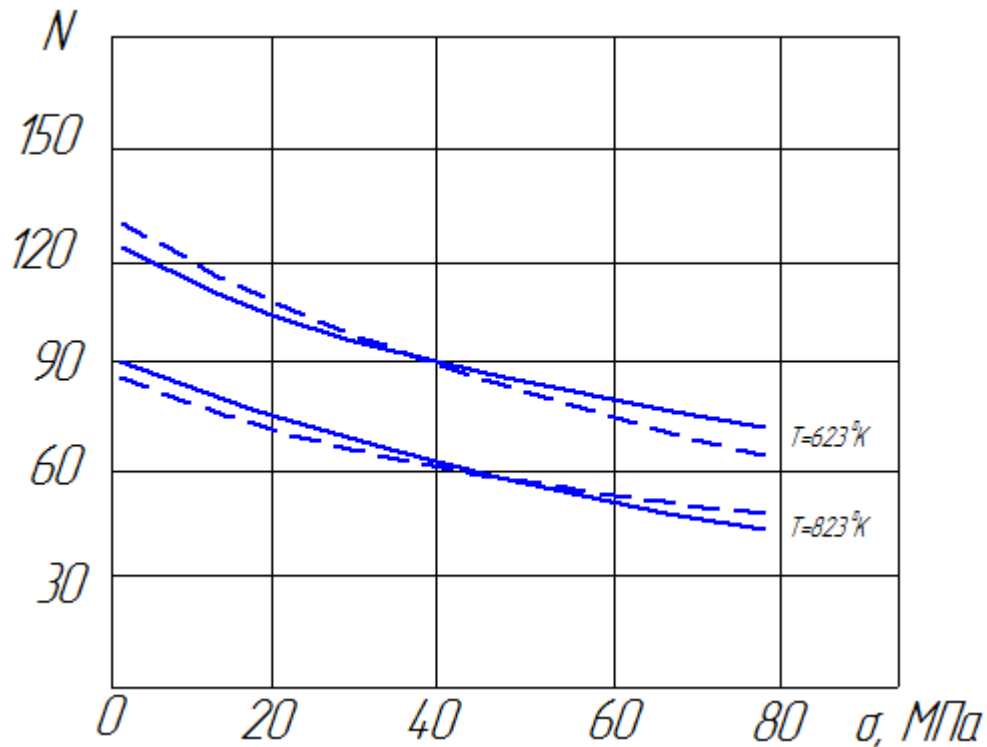


Рис. 2.7. Залежність опору термічної втоми  $N$  від монтажних напружень  $\sigma_M$ :

----- - теоретична; - · - - - - - експериментальна.

За для визначеності значущості факторів, що впливають на величину опору термічної втоми, була використана методика планування факторного експерименту.

Рівняння регресії отримали в результаті обробки матриці, яке пише показник опору термодинамічної втоми:

$$y = 55,75 - 22,25X_1 - 13,25X_2 + 2,5X_1X_2 \quad (2.9)$$

де  $X_1$  - температура вогневого днища;  $X_2$  - монтажні напруження.

Видно з рівняння (2.9), що температура нагріву впливає на зростання опору термовтомлюваності більшою мірою, ніж механічні напруги.

На рис. 2.5. бачимо, що найвищі температури (620...635K) локалізуються в центральній частині вогневого днища. У цій зоні нагрівається поверхні проходить 8 ізотермічних ліній, тоді як на периферії днища в зоні  $\tau=60 \cdot 10^{-3}$  м - всього 4 (520, 500, 480, 460 K). Це підтверджує, що теплонапруженість центральної частини вогневого днища в 2 рази вища, ніж периферії. Тому для підвищення термовтомлюваної міцності необхідні заходи, спрямовані на зниження термічного опору центральної зони

вогневого днища. Відомо, що термічний опір плоскої стінки визначається відношенням:

$$S_T = \frac{\delta}{\lambda}, \quad (2.10)$$

де  $S_T$  – термічний опір стінки,  $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ ;  $\delta$  – товщина стінки,  $\text{м}$ ;

$\lambda$  - коефіцієнт теплопровідності,  $\text{Вт} / (\text{м} \cdot \text{К})$ .

Зменшити товщину вогневого днища в цій зоні, або збільшити теплопровідність даної зони необхідно для зниження термічного опору в зоні перегріву. Найбільш ефективне рішення – встановлення ступінчастої втулки з більш теплопровідного металу в форсунковий отвір. Це призведе до зниження температури поверхні вогневого днища в зоні міжклапанної перемички, в також знизить до мінімуму перепад температур по товщині днища.

Необхідно знати характер і кінетику росту тріщин при експлуатації для визначення максимальної глибини тріщин, з якими можна відновлювати головки циліндрів ступінчастими втулками. З цією метою на контроль між капітальними ремонтами було поставлено 20 головок циліндрів дизеля ЗІЛ.

Після математичної обробки результатів і експлуатаційних випробувань досліджень були отримані параметри теоретичних функцій розподілу глибини термовтомлюваних тріщин в міжклапанних перемичках.

Згідно вихідних даних та даних повторних вимірів визначені прирости глибини тріщин за конкретний період експлуатації. Найбільшою глибиною, після якої необхідно вибракувати головки, слід вважати глибину 7,0...7,4 мм при середньому прирості 2,8...5,87 мм між капітальними ремонтами.

### **2.3. Розробка схеми розбирання головки циліндрів**

Після того як провели діагностування двигуна, якщо виникає необхідність у його ремонті, двигун демонтують та розбирають. Розбирають

спочатку на агрегати, потім - на деталі. Розбирання на агрегати починають з видаленням забруднень і зливанням мастила й охолоджувальної рідини з місткостей агрегатів. Для знімання агрегатів використовують різне підйомно-транспортне обладнання: підйомні талі з електромеханічним приводом, консольні поворотні крани, кран-балки, мостові крани тощо. Ці дії виконуються у наступній послідовності. Процес розбирання головки циліндрів відбувається наступним чином.

Знімають водяні, труби відвернувши гайки. З кожної водяної труби вивертають чотири болта кріплення кришок термостатів і витягують термостати для перевірки. Потім відкручують гайки кріплення впускних і випускних колекторів, знімають колектори та встановлюють головку циліндрів привалочною площиною на чистий стіл, забезпечуючи збереження площині від пошкодження і подряпин. За допомогою пристосування (рис. 2.8.) знімають клапани. Для цього потрібно: вкрутити гвинт 1 пристосування в отвір під болт кріплення осі коромисла; натискаючи на рукоятку 3, стиснути пружини і вийняти сухарі кріплення тарілки пружини; зняти тарілку пружин з втулкою, зовнішню і внутрішню пружини і шайбу пружин.

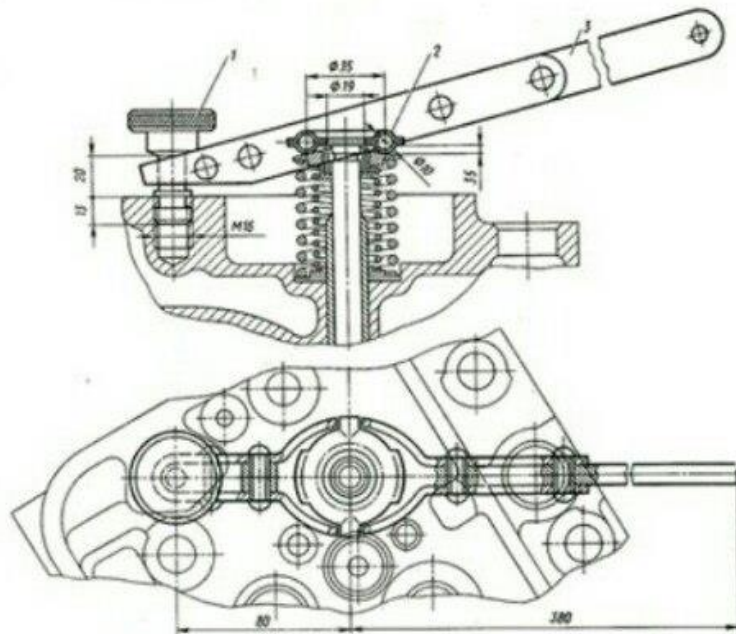


Рис. 2.8. Пристосування для установки клапанів: 1 - упорний гвинт; 2 - нажимна тарілка; 3 – рукоятка

Переставляючи пристосування, знімають пружини та деталі з усіх клапанів, за допомогою пристосування (рис.2.9) і самі клапани в послідовності вказаній на рис. (2.10)

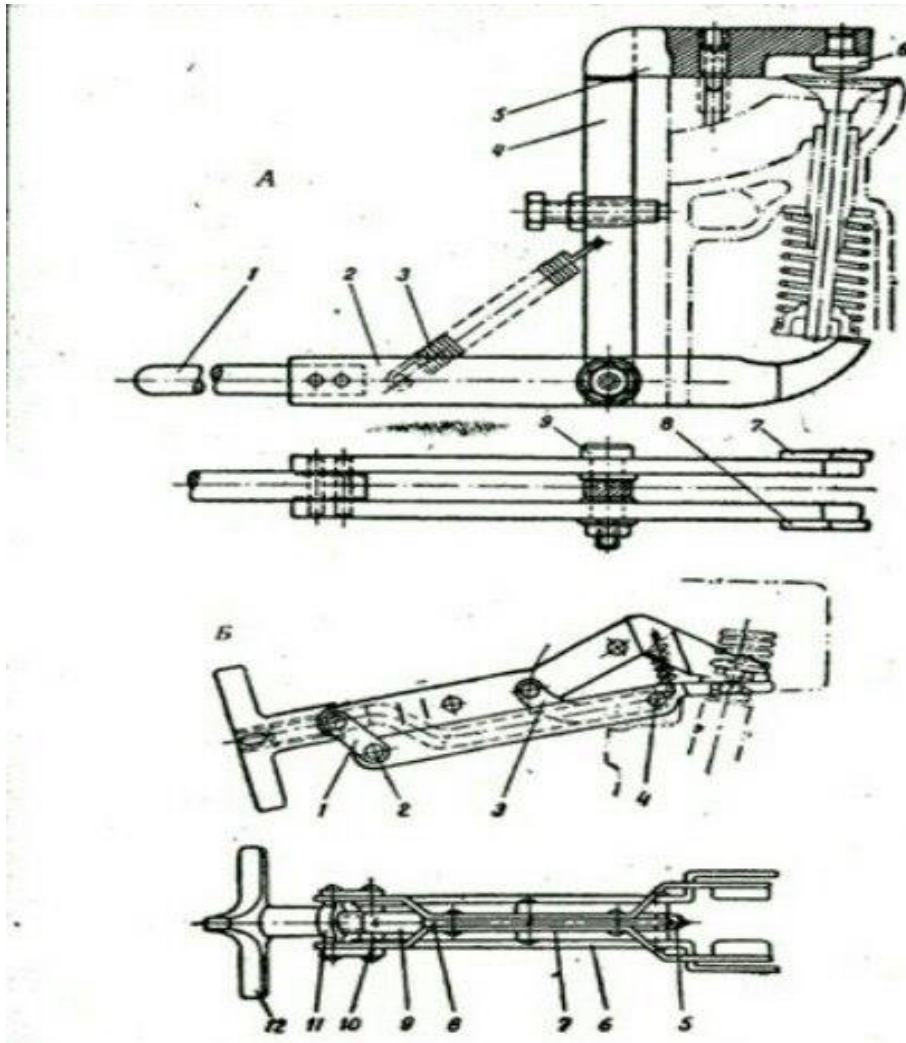


Рис.2.9. Пристосування для зняття і установки пружин клапанів:

А-при знятій головці циліндра: 1-рукоятка; 2,4,5-планка; 3-пружина; 6-опора; 7,8-права і ліва щоки; 9-вісь. Б-без зняття впускного і випускного трубопровода і головки циліндрів: 1,3-тяги; 2,4-заклепки; 5-пружина; 6-планка нижнього ричага; 7-планка нижнього ричага; 8-планка; 9-гвинт; 10-втулка; 11-опора; 12-зірочка.

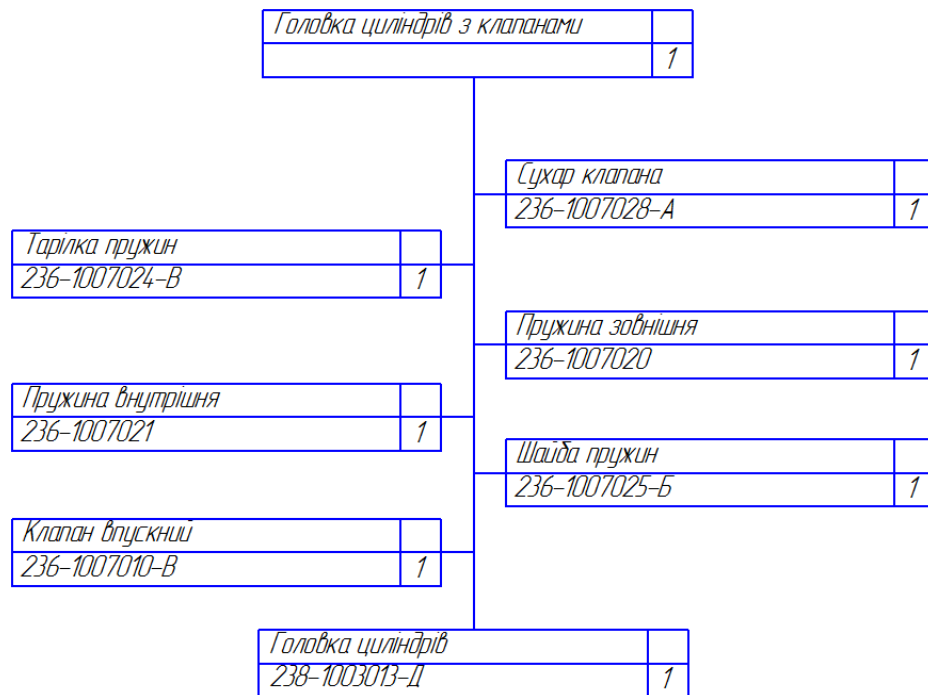


Рис. 2.10. Схема розбирання головки циліндрів

За необхідності випресовують втулки та знімають сідла клапанів для подальшої заміни і відновлення отворів в які вони встановлюються.

#### 2.4. Розробка ремонтного креслення

У відповідності з ДСТУ 2.604-88 "Креслення ремонтні" виконуються ремонтні креслення, відповідно до яких передбачені такі правила виконання ремонтних креслень:

- 1) Місця деталі, підлягають ремонту (відновленню), чи обробці виділяються суцільною товстою лінією, інші - суцільною тонкою лінією.
- 2) Розміри та їх граничні відхилення, значення шорсткостей слід вказувати лише на відновлюваних елементах деталі.
- 3) На ремонтних кресленнях зображуються ті види, розрізи, перерізу, що необхідні для проведення відновлення деталі.
- 4) Для поверхні, що піддається механічній обробці перед нарощуванням (гальванопокриттям, наплавкою тощо.), необхідно вказувати розмір, де виконується обробка.

5) Під час розробки ремонтного креслення на складальну одиницю в специфікацію мають бути записані деталі, які відновлюють, додаткові деталі, і навіть деталі, що підлягають заміні.

6) При відновленні поверхні деталі застосуванням додаткової деталі, ремонтне креслення оформляється як складальне. Додаткова деталь креслиться на цьому ж кресленні чи для неї розробляють своє креслення.

7) Категоричні і пригоночні розміри поверхонь надаються буквенними позначками, чисельні значення наводяться в таблиці. Таблиця міститься у правій верхній частині креслення.

8) Поле ремонтного креслення, крім таблиці ремонтних розмірів, поміщають в таблицю, у якій наводять номери, найменування дефектів, коефіцієнти повторюваності дефектів, основний рахунок і дозволений методи їхнього усунення. Основним приймають обгрунтований раніше раціональний спосіб відновлення. При відновленні деталей зварюванням, наплавкой, напилюванням та інших. в таблиці слід зазначити найменування і позначення (марку) матеріалу і захисної середовища. Під таблицею дефектів вказують умови і дефекти, при яких деталь не приймають на відновлення. Розміри граф і рядків таблиці дефектів визначаються обсягом текстової частини і наявністю вільного місця на кресленні.

9) Над основним написом викладають технічні вимоги, які стосуються поверхонь, що відновлюються: термічна обробка і твердість; граничні відхилення розмірів, форм і взаємного розташування поверхонь та інше; вимоги до якості поверхонь (наявність пір, раковин, відшарувань тощо. буд.) та інші.

10) За необхідності на вільному полі креслення наводять вказівки з базування.

11) Ремонтні креслення рекомендується виконувати на аркушах форматів А1-А3.

12) При позначенні ремонтного креслення до позначення робочого креслення деталі додають букву "Р" (ремонтний). Що стосується застосування додаткових деталей додають також літери "РБ".

## 2.5. Розробка технічної послідовності операцій маршруту відновлення

За критеріями застосування вибираємо способи відновлення деталі

Таблиця 2.2.

Вибір способів відновлення деталі за критеріями застосовності

Позначення способів ремонту деталей	Обґрунтування вибору способів ремонту			
	Дефект № 1		Дефект № 2	
	Позначення	Обґрунтування	Позначення	Обґрунтування
Обробка під ремонтний розмір;	-	Не доцільно	+	технологічно
Постановка додаткової ремонтної деталі;	-	Не доцільно	+	технологічно
Пластичне деформування;	-	Не технологічно	-	Не технологічно
Ручне електродугове зварювання;	-	Не технологічно	-	Не технологічно
Ручне газове зварювання;	-	Не технологічно	-	Не технологічно
Аргонно-дугове зварювання;	+	технологічно	-	Не технологічно
Наплавлення під шаром флюсу;	-	Не доцільно	-	Не доцільно
Наплавлення в середовищі вуглекислого газу;	-	Не доцільно	-	Не доцільно
Вібродугове наплавлення;	-	Не доцільно	-	Не доцільно
Пайка;	-	Не технологічно	-	Не технологічно
Напилювання:	-	Не технологічно	-	Не доцільно
Хромування;	-	Не технологічно	-	Не доцільно
Залізування (відслоювання);	-	Не технологічно	-	Не доцільно
Застосування полімерних матеріалів.	+	технологічно	-	Не технологічно

Розробляємо схеми технологічного процесу відновлення деталі можливими способами

## Схема технологічного процесу відновлення деталі зварюванням

Найменування дефектів	№ операції	Найменування і зміст операції	Установочні бази	Обладнання	Інструмент, матеріали.
Тріщина в рубашці охолодження	005	Накернити отвір	Тиски	Стенд для розбирання головок циліндрів	Кернер, молоток
	010	Засвердлити кінці тріщини			Свердло
	015	Зачистити поверхню біля тріщини			Папір шліфувальний
	020	Нагріти деталь (при гарячому зварюванні)		Плита цехова	
	025	Заварити тріщину		Стенд для розбирання головок циліндрів	Зварювальний апарат
	030	Зачистити поверхню			Папір шліфувальний

Таблиця 2.4.

Схема технологічного процесу відновлення деталі полімерними матеріалами.

Найменування дефектів	№ операції	Найменування і зміст операції	Установочні бази	Обладнання	Інструмент, матеріали.
Тріщина в рубашці охолодження	005	Зачистити під кутом 70°	Тиски	Стенд для розбирання головок циліндрів	Папір шліфувальний
	010	Знежирити			Щітка волосяна, ацетон
	015	Нанесення епоксидної композиції			Шпатель, формуючі оправки.
	020	Зачистити поверхню			Папір шліфувальний

Як бачимо, трудомістким та енергозатратним є відновлення полімерними матеріалами. Виходячи з цього, а також з показників довговічності та економічності вибираємо цей спосіб відновлення.

Таблиця 2.5.

Вибір способу відновлення деталі за критеріями довговічності і економічності

Найменування дефектів	Спосіб відновлення за критеріями застосовності	Значення критерію		Прийняти для ремонту
		Довговічності	Економічності	
1. Тріщина в сорочці охолодження	ПМ АДС	0,62 0,49	83,8 30,5	ПМ
2. Знос отворів під втулки клапанів	РР ДРД	0,86 0,81	27,5 24,2	РР

Спосіб обробки під ремонтний розмір та проводимо вдосконалення головки циліндрів вибираємо відновлення отворів під втулки клапанів. Складаємо план технологічних операцій та маршрутну операційну карту.

Таблиця 2.6.

## План технологічних операцій відновлення та покращення деталі

№ операції	Найменування і зміст операції	Обладнання	Пристосування	Інструмент	
				Робочий	Вимірювальний
005	<u>Слюсарна</u> Зняти з головки впускні та впускні клапани	Стенд для розбирання головок циліндрів	Пристосування И 803.09.000.;	Ключ S14	
010	<u>Дефектувальна</u> Провести перевірку наявності пошкоджень	Стенд для розбирання головок циліндрів			Нутромір індикаторний НИ-50; Лінійка.
015	<u>Підготовча</u> Зачистити під кутом 70° Знежирити	Стенд для розбирання головок циліндрів Ванни для знежирення		Папір шліфувальний	
020	<u>Полімерна</u> Нанести епоксидну композицію	Стенд для розбирання головок циліндрів	прес форма	епоксидна суміш	лінійка
025	Зачистити поверхню	Стенд для розбирання головок циліндрів		Папір шліфувальний	
030	<u>Слюсарна</u> Випресувати старі втулки	Гідравлічний прес П-6326	Підставка	Оправки	
035	<u>Свердлильна</u> Розточити отвір під ремонтний розмір	Алмазно-розточний верстат 278	3-х кулачків. в центрі	ельборовий різець	Нутромір індикаторний НИ-50
040	Розточити форсунковий отвір під ремонтний розмір	Алмазно-розточний верстат 278	3-х кулачків. в центрі	ельборовий різець	Нутромір індикаторний НИ-50
045	<u>Слюсарна</u> Запресувати і роздати нові втулки під клапани	Гідравлічний прес П-6326	Підставка	Оправки	
050	Запресувати і роздати нові	Гідравлічний прес П-6326	Підставка	Оправки	

	втулки під форсунки				
055	<u>Свердлильна</u> Розвернути втулки до номінального розміру	Вертикально - свердлильний верстат 2A150	Кондуктор	Циліндрична машинна развертка P18	Гранична пробка Ø38-0,02 0,06
060	Провести зенкування торця втулки форсункового отвору під шайбу	Вертикально - свердлильний верстат 2A150	Кондуктор	Зенкер	
065	<u>Слюсарна</u> Встановити на головку впускні та випускні клапани	Стенд для розбирання головок циліндрів	Пристосування И 803.09.000.;	Ключ S14	
070	<u>Контрольна</u> Провести огляд виконаних робіт	Стіл дефектувальника ОРГ 1468-01-090			

## 2.6. Розрахунок режимів різання і технічне нормування операцій

Проводимо технічне нормування операції з розточування отворів направляючої втулки клапана під ремонтний розмір.

операція 025

Вихідні дані

1. Найменування деталі - Головка блоку циліндра
2. Матеріал - спеціальний чавун НВ 183-235
3. Твердість - НВ 183-235
4. Маса деталі - 67 кг
5. Устаткування - Алмазно-розточний верстат 278
6. Ріжучий інструмент - Різець

Зміст операції

1. Встановити деталь
2. Розточити отвір
3. Виміряти діаметр отвору
4. Зняти деталь

Визначення припусків на обробку

Розраховуємо припуски на обробку, мм .:

$$h = \frac{D-d}{2}; \quad (2.11.)$$

$$h = \frac{30 - 29,5}{2} = 0,5 \text{ мм.}$$

Розрахунок режимів на обробку

1. Визначаємо довжину обробки:

$$L = l_1 + l_2 + l + l_3; \quad (2.12.)$$

Де  $l$  - довжина оброблюваної поверхні;

$l_1$  - довжина врізання інструменту, 0,5 мм .;

$l_2$  - перебіг різця при обточуванні на прохід, 2мм;

$l_3$  - взяття пробної стружки 2мм.

$$L = 0,5 + 2 + 60 + 2 = 64,5 \text{ мм.}$$

2. Визначаємо число проходів:

$$i = \frac{h}{t}; \quad (2.13.)$$

де  $h$  - припуск на обробку;

$t$  - глибина різання.

$$i = \frac{0,5}{0,5} = 1$$

3. Визначаємо теоретичну подачу:  $S_T = 0,156$  мм/об.

4. Визначаємо фактичну подачу за паспортом верстата  $S_\phi = 0,2$  мм/об

5. Визначаємо швидкість різання табличну, мм/хв:

$$V_{PE3} = \frac{C_V}{t \cdot S_\phi} \cdot K; \quad (2.14.)$$

де  $C_V$  – коефіцієнт, що залежить від умов роботи і механічних якостей оброблюваного матеріалу і метала інструменту;

$K$  - поправочний коефіцієнт;

$t$  - глибина різання, мм;

$S_\phi$  - подача, об/хв.

$$V_{PE3} = \frac{68}{0,5 \cdot 0,2} \cdot 0,85 = 44,8 \text{ мм / хв}$$

6. Коректуємо швидкість з урахуванням обробки деталі, мм/хв.;

$$V_{PE3}^{CK} = V_{PE3}^T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4; \quad (2.15.)$$

де  $K_1$  - поправочний коефіцієнт враховує матеріал деталі;

$K_2$  - поправочний коефіцієнт враховує стійкість різця;

$K_3$  - поправочний коефіцієнт, що враховує діаметр деталі;

$K_4$  - поправочний коефіцієнт враховує кут різця.

$$V_{PE3}^{CK} = 44,8 \cdot 0,85 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 1 = 33,1 \text{ мм/хв.}$$

7. Визначаємо число обертів шпинделя, об/хв.:

$$n = \frac{V_{CK} \cdot 1000}{\pi \cdot D}; \quad (2.16.)$$

де  $V_{CK}$  - скоректована швидкість, м / хв;

$D$  - діаметр деталі до обробки, мм.

$$n = \frac{33,1 \cdot 1000}{3,14 \cdot 28,5} = 370 \text{ об / хв.}$$

8. Визначаємо фактичне число оборотів за паспортом верстата:

$$n = 450 \text{ об / хв.}$$

### РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТУВАННЯ ПРИСТОСУВАННЯ ДЛЯ РОЗБИРАННЯ ГОЛОВОК ЦИЛІНДРІВ.

#### 3.1. Патентний пошук пристосування з ремонту головок циліндрів.

Патент № 781007 Пристосування для розбирання головок циліндрів.

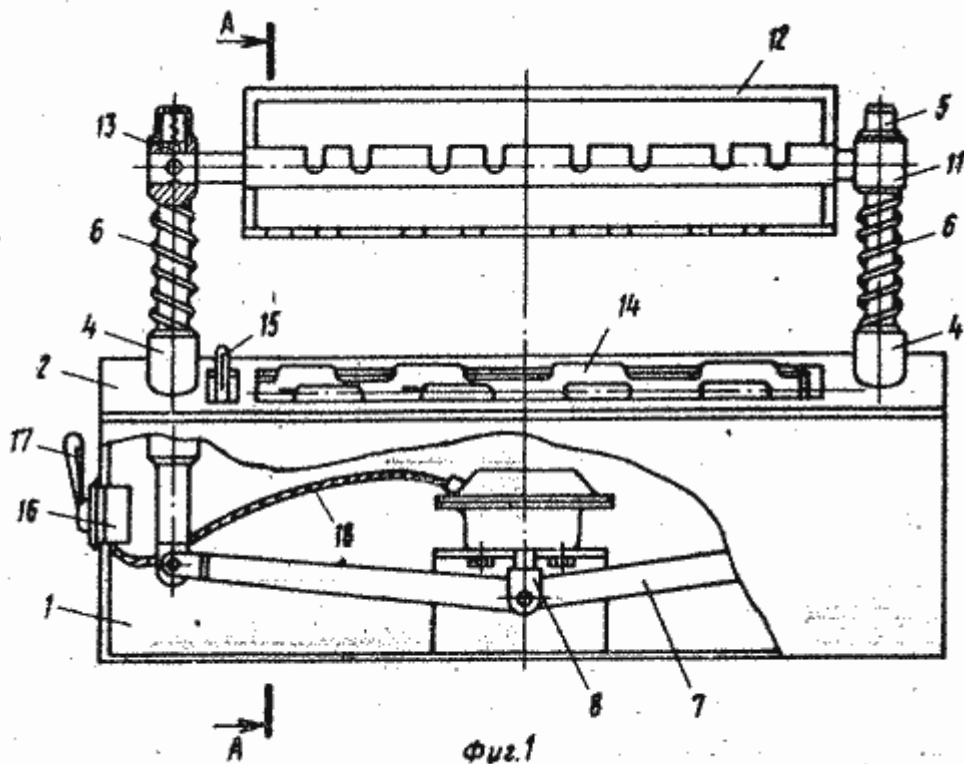


Рис. 3.1. Пристосування для розбирання головок циліндрів № 781007  
 Переваги: висока продуктивність розбирання і збирання головок циліндрів.

Недоліки: складність у виготовленні.

Патент № 521111 Стенд для розбирання та збирання клапанної групи головок циліндрів двигунів внутрішнього згоряння.

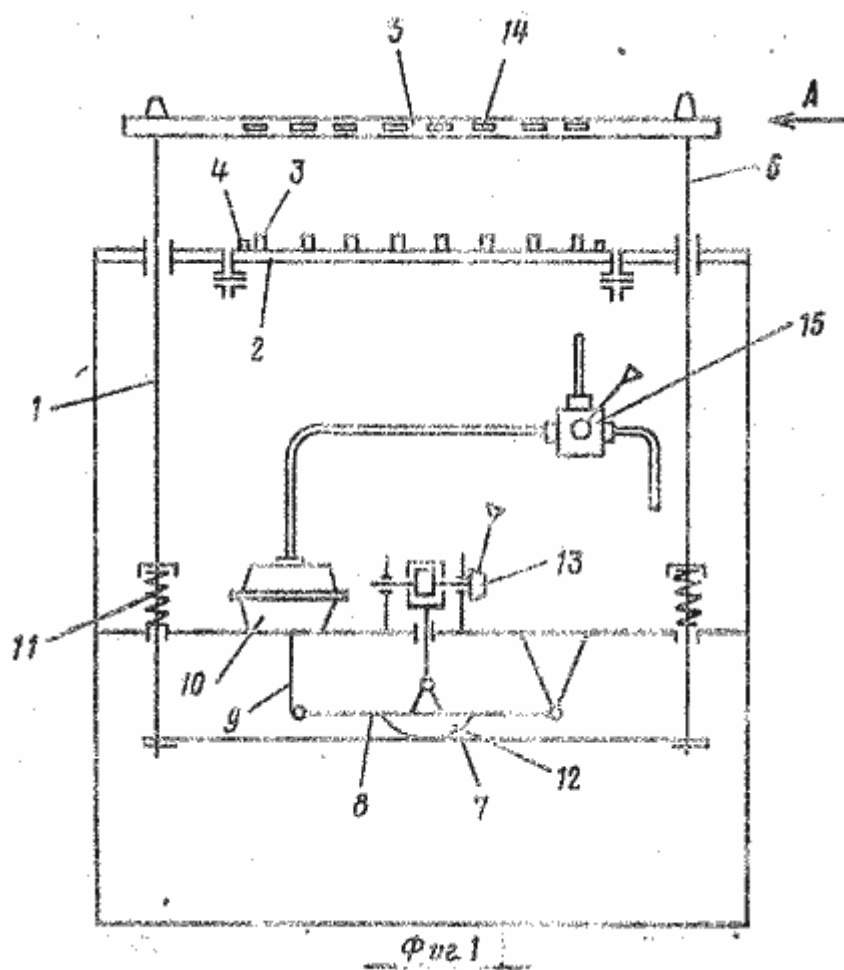


Рис. 3.2. Стенд для розбирання та збирання клапанної групи головок циліндрів двигунів внутрішнього згоряння № 521111

Переваги: висока продуктивність розбирання і збирання головок циліндрів.

Недоліки: складність у виготовленні, висока вартість конструювання.

Патент № 519312 Стенд для розбирання та збирання головок циліндрів двигунів внутрішнього згоряння.

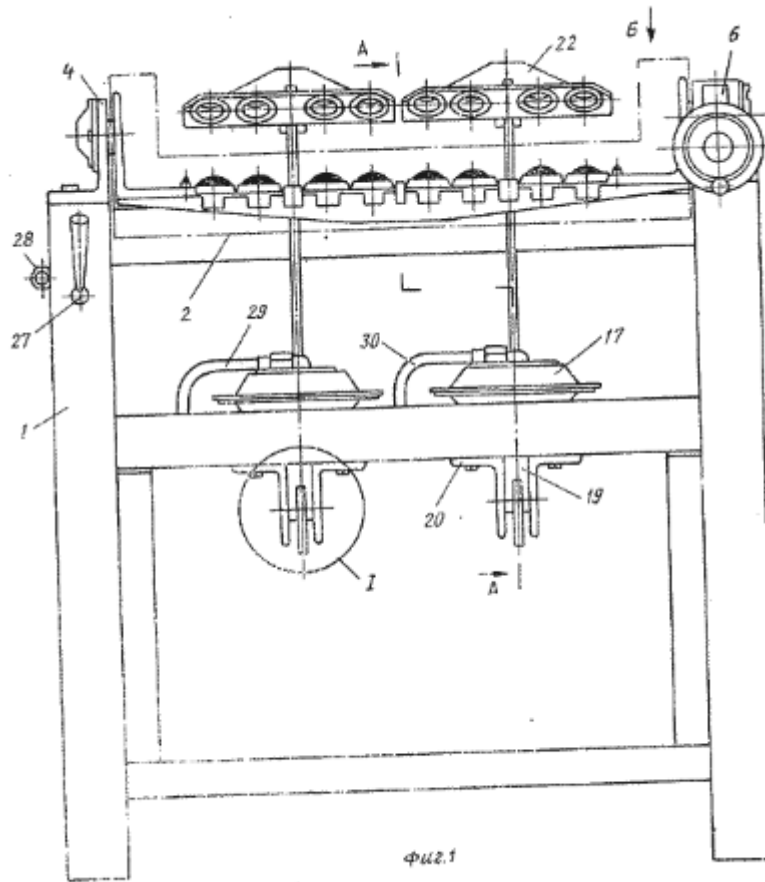


Рис. 3.3. Стенд для розбирання та збирання головок циліндрів двигунів внутрішнього згоряння № 519312

Переваги: висока продуктивність розбирання і збирання головок циліндрів.

Недоліки: складність у виготовленні, висока вартість конструювання.

Спостерігаємо, що більшість пристосувань не підходять нашому підприємству та поставленій нам задачі, у створенні пристосування яке б було призначене для розбирання та збирання головок, було б одночасно економічним та відносно зручним у роботі. Тому для удосконалення було вибрано пристосування для розбирання головок циліндрів СМД-14.

### 3.2. Аналіз конструкції пристосування

Таким чином об'єктом розбирання на пристосуванні, що проектується є двигуни внутрішнього згоряння -ЗІЛ, але пристосування дозволяє ремонтувати такі двигуни - ЯМЗ-236, ЯМЗ-740, ЯМЗ-741.

Таблиця 3.1.

Характеристика пристосування для розбирання головок циліндрів

№	Назва показника	Значення показника
1	Тип стенда	Стаціонарний
2	Привід	Ручний привід
3	Габаритні розміри: Довжина; Ширина; Висота;	1570 925 1035
	Маса, кг	165

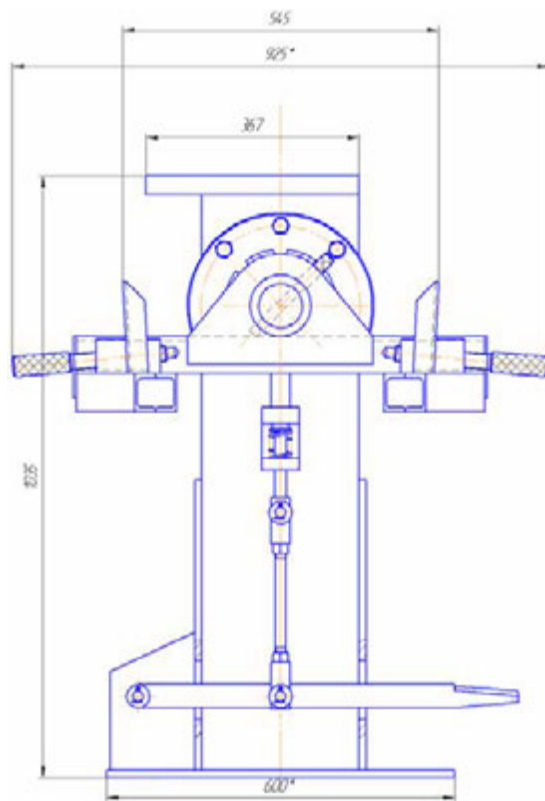


Рис. 3.4. Пристосування для розбирання головок циліндрів

Набір змінних планшайб входить до стенду. Головка циліндрів у стенді фіксується болтами.

Станина станда 3 зварена із П-подібного швелера 270x95мм. Який установлюється на платформу із сталевій плити товщиною 12мм. Стійкість досягається шляхом фіксації швелера двома сталевими пластинами товщиною 12мм. Кронштейн 1 виготовлений з швелерів 6.5П що зварюються між собою. На його кінцях знаходяться направляючі виконані з швелерів та дві втулки в яких кріпляться затискачі. Сам кронштейн закріплюється на кінці валу 6: вал вставляється у втулку приварену до кронштейна. Сам вал приєднується до вертикального швелера станини за допомогою підшипникового вузла, корпус 7 якого кріпиться болтами 25 і закривається кришкою 5. Також на валу жорстко закріплений сталевий, фіксуєчий диск 4.

З іншого боку валу встановлене черв'ячне колесо 12 на яке передається крутний момент від черв'яка 13 за допомогою рукоятки 14. Стійки черв'яка 18, 19 кріпляться до полиці 2 стійкість якій надають опори 15,16. Крім цього до станини кріпиться фіксатор 8, з направляючою 11, що приводиться в дію педаллю через тягу 9 і повертається у вихідне положення пружиною 22.

Сама головка циліндрів, що підлягає ремонту, встановлюється на кронштейн і фіксується двома болтами на одному кінці та двома затискачами на іншому. Натиснувши на педаль фіксатора, кронштейн з головкою циліндрів можна обертати на  $360^{\circ}$  у вертикальній площині за допомогою черв'ячної передачі. Диск з шліцами дозволяє фіксувати кут положення кронштейна у восьми положеннях, через кожні  $45^{\circ}$ .

### 3.3. Силовий розрахунок пристосування

Потрібно врахувати надійність та безпеку умов роботи, окрім економічних та експлуатаційних якостей пристосування для розбирання головок циліндрів. Відштовхуючись від цього проводимо розрахунок валу на стійкість проти навантажень.

Розрахунковий крутний момент на черв, яку:

$$M_{кр1} = R_h \cdot F_p \cdot L \quad (3.1)$$

Де  $R_h$  - коефіцієнт нерівномірності прикладеного навантаження,  $R_h=1$ ;  
 $F_p$ -зусилля робітника ( $F_p=0,1 \dots 0,25$ кН), приймаємо  $F_p= 0,1$ кН=100Н.  
 $L$  - довжина рукоятки,  $L=0,15$ м.

$$M_{кр1} = 1 \cdot 100 \cdot 0,15 = 15\text{Нм}$$

$L$  - довжина рукоятки,  $L=0,15$ м.

$$M_{кр1} = 1 \cdot 100 \cdot 0,15 = 15\text{Нм}$$

Крутний момент на колесі

Вже коли знаємо масу кронштейна та вузлів, що будуть закріплюватись на ньому можна дізнатись сили що діють на кінець вала та потрібний крутний момент для того щоб повернути головку циліндрів в потрібне положення. Шляхом простих розрахунків отримуємо:

$$M_{кр2} = R_h \cdot F_{p2} \cdot L; \quad (3.2)$$

$$M_{кр2} = 1 \cdot 1070 \cdot 0,118 = 126,26\text{Нм}$$

Вважаємо, що в середньому робітник робить 3 оберти в секунду тобто 180 обертів за хвилину. На виході буде достатньо 6 обертів за хвилину, виходячи з цих даних можемо визначити потрібне передаточне число:

$$U = \frac{n_1}{n_2};$$

$$U = \frac{180}{6} = 30 \text{ об/хв}; \quad (3.3)$$

За для того, щоб спростити розрахунки та розробку пристосування за основу беремо пару черв'як – зубчасте колесо які використовуються при виготовленні стандартних редукторів. За попереднім розрахунком під ці параметри підходить редуктор РЧ – 00 з такими параметрами:

Число заходів черв'яка:  $z_1=2$ ;

Передаточне число редуктора:  $U=32$

Міжосьова відстань:  $a_w = 98\text{мм}$ ;

Модуль передачі:  $m=2,5\text{мм}$ ;

Коефіцієнт діаметра черв'яка:  $q=14,4$ ;

Ділильний діаметр черв'яка:  $d_l=36\text{мм}$ ;

Діаметр вершин черв'яка:  $d_{a1}=41\text{мм}$ ;

Діаметр впадин черв'яка:  $d_{f1}=30\text{мм}$ ;

Кут підйому витка черв'яка:  $\gamma_w = 7^\circ 54'$ ;

Довжина нарізної частини черв'яка:  $b_1=30\text{мм}$ ;

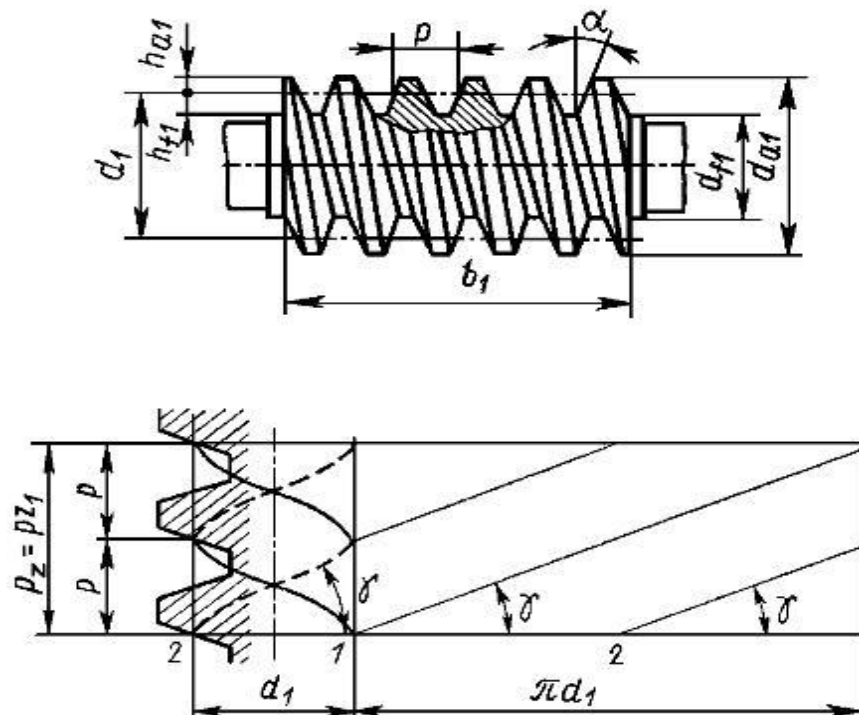


Рис. 3.5. Геометричні параметри черв'яка

Параметри черв'ячного колеса:

Число зубів колеса:  $z_2=64$ ;

Ділильний діаметр  $d_2=160$ мм;

Найбільший діаметр:  $d_{am2}=168,75$ мм;

Діаметр вершин:  $d_{a2}=165$ мм;

Діаметр впадин:  $d_{f2}=154$ мм;

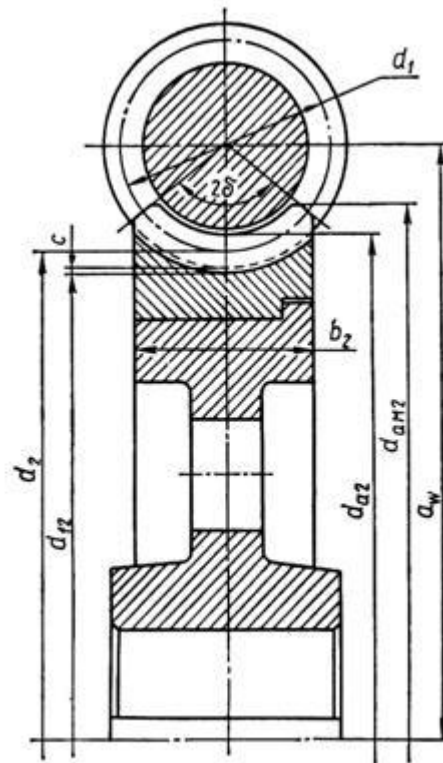


Рис. 3.6. Геометричні параметри черв'ячного колеса

Матеріал черв'яка приймаємо сталь Сталь 45

Допустиме напруження сталі з твердістю НВ 195:

З визначення коефіцієнту навантаження починається перевірочний розрахунок черв'ячної передачі на міцність згину

$$K = K_V K_\beta \quad (3.4)$$

де  $K_V$  – коефіцієнт динамічного навантаження, що враховує динамічне навантаження в зачепленні; внаслідок плавності роботи черв'ячного редуктора динамічне навантаження в ній порівняно невеликі і можна прийняти  $K_V=1$ ;

$K_\beta$  – коефіцієнт концентрації навантаження; враховує нерівномірність розподілу навантаження в зоні контакту, викликану деформацією черв'яка

$$K = 1 \cdot 1,097 = 1,097$$

Допустиме напруження згину зубів черв'ячного колеса, МПа

$$\sigma_{FP} = \sigma_{в зг} \cdot K_{FC} \cdot K_{FL} \quad (3.5)$$

$$\sigma_{FP} = 320 \cdot 1 \cdot 1$$

Де  $\sigma_{FP}^0$  - допустиме базове навантаження згину; для СЧ 15  $\sigma_{в зг} = 320$  МПа; [2].

$K_{FC}$  - коефіцієнт, що враховує вплив двостороннього прикладання навантаження на зуб;  $K_{FC} = 1$ ;

$K_{FL}$  - коефіцієнт довговічності; для чавунів

$K_{FL}$  - коефіцієнт довговічності; для чавунів

$$K_{FL} = \sqrt[9]{\frac{10^6}{N_{FE}}} \quad (3.6)$$

$N_{FE}$  – еквівалентне число циклів напруження згину на зубах черв'ячного колеса

$$N_{FE} = \mu_F \cdot N_\Sigma \quad (3.7)$$

$\mu_F$  - коефіцієнт, що характеризує інтенсивність типового режиму навантаження при розрахунку на витривалість зубів по згину; для третього режиму навантаження  $\mu_F = 0,063$

$$N_{FE} = 0,063 \cdot 16032000 = 1010016$$

Приймаємо  $N_{FE} = 10 \cdot 10^6$ ,  $K_{FL} = 1$

Перевірочний розрахунок черв'ячної передачі на витривалість зубів на згин.

Дійсне напруження згину зубів черв'ячного колеса, МПа

$$\sigma_F = \frac{1400 \cdot T_2 \cdot K \cdot Y_F}{d_2 \cdot b_2 \cdot m \cdot \cos \gamma} \leq \sigma_{FP} \quad (3.8)$$

Де  $Y_F$  – коефіцієнт форми зуба черв'ячного колеса;  $Y_F = 1,61$ .

$$\sigma_F = \frac{1400 \cdot 15 \cdot 1,097 \cdot 1,61}{160 \cdot 30 \cdot 2,5 \cdot \cos 7,54} = 3,11 \text{ Па};$$

Умова виконується

Сили в зачепленні черв'ячної передачі зображені на рисунку

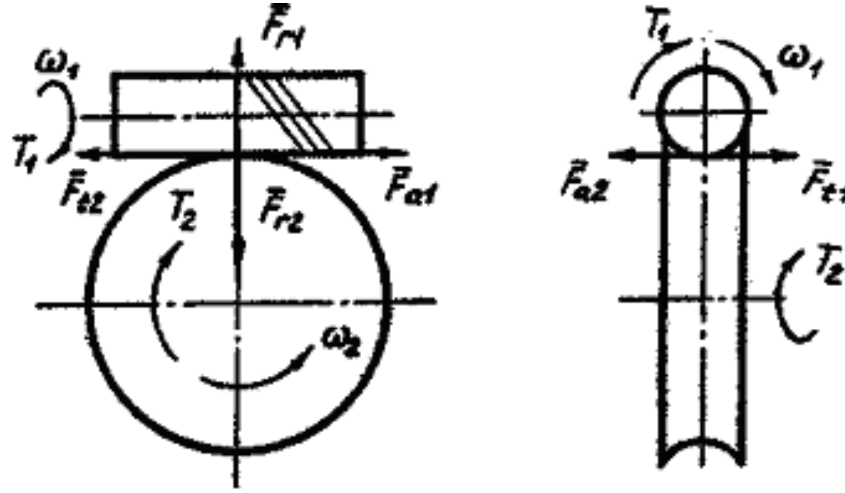


Рис. 3.7. Сили в зачепленні черв'ячної передачі

Колова сила черв'яка

$$F_{t1} = |F_{a2}| = \frac{2000 \cdot T_1}{d_1} \quad (3.9)$$

$$F_{t1} = F_{a2} = \frac{2000 \cdot 15}{36} = 830 \text{ Н};$$

Колова сила колеса

$$F_{t2} = |F_{a1}| = \frac{2000 \cdot T_2}{d_2} \quad (3.10)$$

$$F_{t2} = F_{a1} = \frac{2000 \cdot 85}{160} = 1060 \text{ Н};$$

Радіальна сила

$$F_{r1} = |F_{r2}| = F_{t2} \cdot \text{tg} \alpha \quad (3.11)$$

$$F_{r1} = F_{r2} = 1060 \cdot \text{tg} 20^\circ = 385.8 \text{ Н}$$

### Перевірка на міцність валу приводу

Матеріал – Сталь 45;

Крутний момент

$$-T_2 = 10^3 \frac{P_1 \cdot \eta}{\omega_2}; \quad (3.12)$$

$$T_2 = 10^3 \frac{0,1 \cdot 0,75}{0,785} = 95,54 \text{ Нм}$$

Зусилля які діють в зачепленні:

$$F_{t2} = 1060 \text{ Н};$$

$$F_{\text{вант.}} = 1070 \text{ Н};$$

$$F_{a2} = 830 \text{ Н};$$

$$F_{r2} = 385,8 \text{ Н};$$

$$d_{f2} = 154 \text{ мм}$$

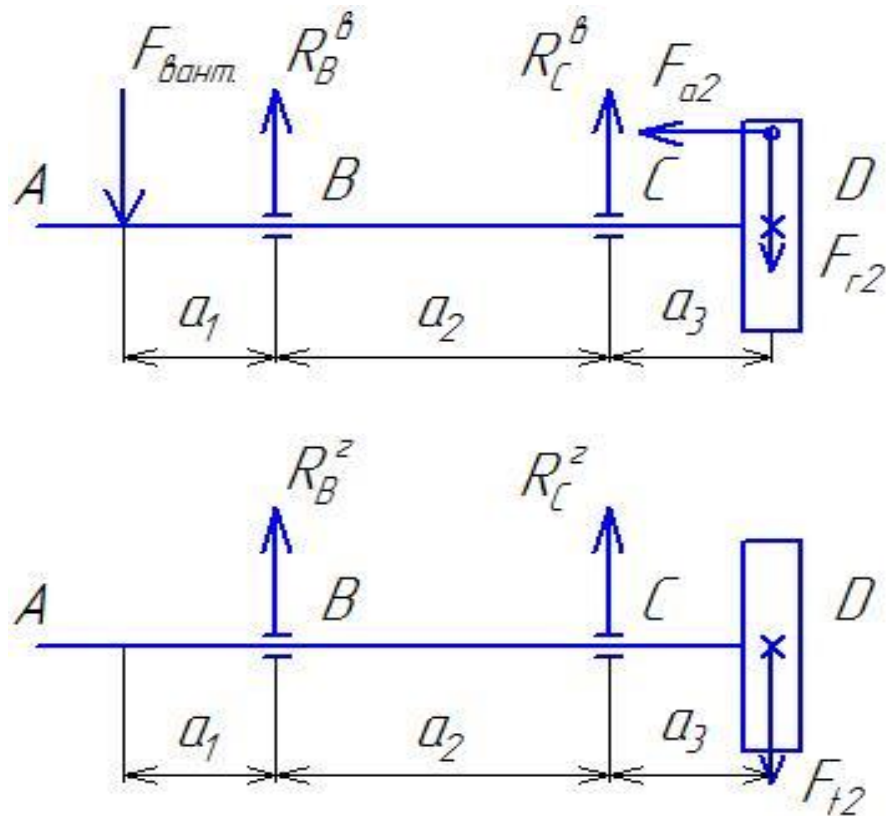


Рис. 3.8. Сили що діють на валу

Визначення допустимих напружень:

$$\sigma_p = \frac{\sigma_{-13r}}{n_{-1}}; \quad (3.13)$$

$$\sigma_p = \frac{210}{3,5} = 60 \text{ МПа}$$

Границя витривалості  $\sigma_{-13r}$  для Сталі 45  $\sigma_{-13r} = 210 \text{ МПа}$ ;

$n_{-1} = 3,2 \dots 3,5$  – коефіцієнт запасу міцності, приймаємо  $n_{-1} = 3,5$ .

Перевіряємо вал на міцність.

Горизонтальна площина.

$$\sum M_B^r = -R_C^r \cdot a_2 + F_{t2} \cdot (a_2 + a_3) = 0; \quad (3.14)$$

$$\sum M_C^r = R_B^r \cdot a_2 + F_{t2} \cdot a_3 = 0; \quad (3.15)$$

Звідки

$$R_C^r = \frac{F_{t2} \cdot (a_2 + a_3)}{a_2}; \quad (3.16)$$

$$R_C^r = \frac{1060 \cdot (0,1348 + 0,128)}{0,1348} = 2066,528 \text{ Н};$$

$$R_B^r = \frac{-F_{t2} \cdot a_3}{a_2}; \quad (3.17)$$

$$R_B^r = \frac{-1060 \cdot 0,128}{0,1348} = -1006,528 \text{ Н};$$

Перевірка

$$R_C^r - R_B^r - F_{t2} = 0; \quad (3.18)$$

$$2066,528 - 1006,528 - 1060 = 0;$$

Вертикальна площина.

$$\sum M_B^b = -F_{\text{вант.}} \cdot a_1 - R_C^b \cdot a_2 - F_{a2} \cdot \frac{d}{2} + F_{r2} \cdot a_3 = 0; \quad (3.19)$$

$$\sum M_C^b = -F_{\text{вант.}} \cdot a_1 + R_C^b \cdot a_2 - F_{a2} \cdot \frac{d}{2} + F_{r2} \cdot (a_2 + a_3) = 0; \quad (3.20)$$

Звідки

$$R_C^B = \frac{-F_{\text{вант.}} \cdot a_1 + F_{a2} \cdot \frac{d}{2} + F_{r2} \cdot (a_2 + a_3)}{a_2}; \quad (3.21)$$

$$R_C^B = \frac{-1070 \cdot 0,142 + 830 \cdot \frac{0,154}{2} + 385,8 \cdot (0,1348 + 0,128)}{0,1348} = 522,63 \text{Н};$$

$$R_C^r = \frac{F_{\text{вант.}} \cdot a_1 + F_{a2} \cdot \frac{d}{2} - F_{r2} \cdot a_3}{a_2}; \quad (3.22)$$

$$R_B^B = \frac{1070 \cdot 0,142 + 830 \cdot \frac{0,154}{2} - 385,8 \cdot 0,128}{0,1348} = 933,17 \text{Н};$$

Перевірка

$$-F_{\text{вант.}} + R_C^B + R_B^B - F_{r2} = 0; \quad (3.23)$$

$$-1070 + 522,63 + 933,17 - 385,8 = 0;$$

Будуємо епюри згинаючих моментів

Горизонтальна площина

$$M_A^r = 0 \text{Нм};$$

$$M_B^r = 0 \text{Нм};$$

$$M_C^r = -R_B^r \cdot a_2 = 1006,528 \cdot 0,136 = -138,69 \text{Нм};$$

$$M_D^r = 0 \text{Нм};$$

Вертикальна площина

$$M_A^B = 0 \text{Нм};$$

$$M_B^B = -F \cdot a_1 = -1060 \cdot 0,142 = -181,94 \text{Нм};$$

$$M_C^E = -F \cdot (a_1 + a_2) + R_B^E \cdot a_2 = -1060 \cdot (0,142 + 0,136) + 933,17 \cdot 0,136 = -167,75 \text{ Нм};$$

$$M_D^E = F_{a2} \cdot \frac{d}{2} = 385,8 \cdot 0,154/2 = 49,38 \text{ Нм};$$

Сумарний момент у вказаних вище перевірках

$$M_A = 0;$$

$$M_B = \sqrt{0^2 + (-181,94)^2} = 181,94 \text{ Нм};$$

$$M_B = \sqrt{(-138,69)^2 + 167,75^2} = 217,66 \text{ Нм};$$

$$M_B = \sqrt{0^2 + 49,38^2} = 49,38 \text{ Нм};$$

Накреслимо схематичне зображення епюр моментів, що діють на валу

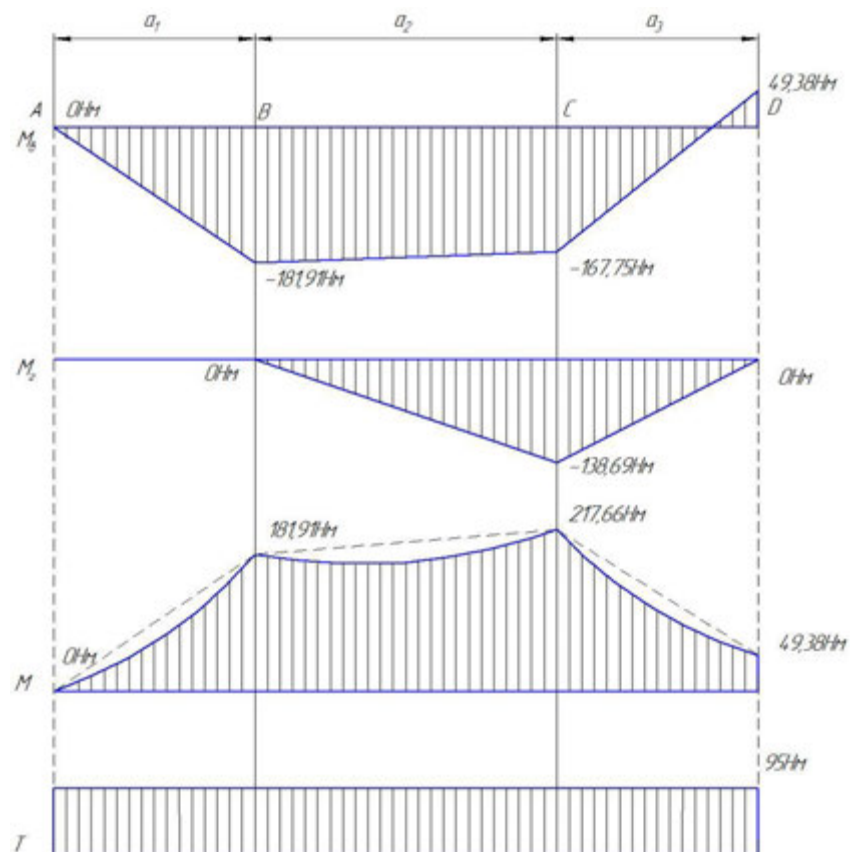


Рис. 3.9. Епюри згинаючих та крутного моменту що діють на валу

Переріз В є найнебезпечнішим.

Сумарний згинаючий момент діє в цьому перерізі

$$M = 217,66 \text{ Нм};$$

Та крутний

$$T = 95 \text{ Нм};$$

Тоді еквівалентний момент

$$M_{\text{екв}} = \sqrt{217,66^2 + 0,75 \cdot 95^2} = 232,68 \text{ Нм};$$

Діаметр валу у цьому перерізі

$$d = 10^3 \sqrt{\frac{32 \cdot M_{\text{екв}}}{\pi \cdot \sigma_p}}; \quad (3.23)$$

$$d = 10^3 \sqrt{\frac{32 \cdot 232,68}{3,14 \cdot 60}} = 73,26 \text{ мм};$$

Оскільки в перерізі встановлюється підшипник, приймаємо

$$d = 75 \text{ мм}.$$

## РОЗДІЛ 4. ПРОЕКТУВАННЯ ДІЛЯНКИ ВІДНОВЛЕННЯ ГОЛОВКИ ЦИЛІНДРА

### 4.1. Режим роботи і фонди часу

Фонди часу обладнання бувають: календарні, номінальні та ефективні.

Календарний фонд дорівнює добутку числа годин в добі на кількість календарних днів в розрахунковому році[9]:

$$\Phi_k = 24 \cdot D_k \quad (4.1.)$$

де  $D_k$  - кількість календарних днів в році,  $D_k=365$  днів.

Тоді

$$\Phi_k = 24 \cdot 365 = 8760 \text{ год.}$$

Номінальний фонд часу роботи обладнання відрізняється від календарного на величину часу неробочих днів, змін та годин на протязі розрахункового періоду[9]:

$$\Phi_n = D_p \cdot n_{зм} \cdot t_{зм} - D_{рс} \cdot t_{скор} \quad (4.2.)$$

де  $D_p$  - кількість робочих днів в розрахунковому періоді;  $D_p$  дорівнює:

$$D_p = D_k - D_v - D_c \quad (4.3.)$$

де  $D_v$  - кількість вихідних днів. В розрахунковому 2014 році  $D_v=105$  днів;

$D_c$  - кількість святкових днів. В 2014 році  $D_c$  складає 7 днів.

Тоді:

$$D_p = 365 - 105 - 7 = 253 \text{ дні}$$

$n_{зм}$  - кількість змін на дільниці,  $n_{зм}=1$ ;

$t_{зм}$  - тривалість зміни, год.,  $t_{зм}=8$  годин;

$D_{рс}$  - кількість робочих днів скороченої тривалості в розрахунковому році,  $D_{рс}=4$  дня;

$t_{\text{скор}}$  - кількість годин, на яку скорочена робоча зміна;  $t_{\text{скор}}=2$  години.

Тоді:

$$\Phi_n = 253 \cdot 1,8 - 4 \cdot 2 = 2016 \text{ год.}$$

Ефективний фонд часу роботи обладнання дорівнює номінальному, зменшеному на час перебування обладнання в планово-попереджувальному ремонті, який враховується коефіцієнтом  $\beta$ :

$$\beta = 1 - \frac{\Delta P}{100} \quad (4.4.)$$

де  $\Delta P$  - відсоток втрат від номінального фонду часу роботи обладнання,  $\Delta P=12\%$ .

$$\beta = 1 - \frac{12}{100} = 0,88$$

Тоді:

$$\Phi_{\text{э}} = \Phi_n \cdot \beta \quad (4.5.)$$

$$\Phi_{\text{э}} = 2016 \cdot 0,88 = 1774 \text{ год.}$$

Ефективний фонд часу робітника визначається по тій же схемі, що і для устаткування. Спочатку календарний, потім номінальний і ефективний фонд часу.

Календарний фонд часу робітника рівний календарному фонду обладнання  $\Phi_{\text{к.р.}} = \Phi_{\text{к.о.}} = 8760$  годин.

Календарна річна кількості днів і днів відпочинку в році визначається номінальний фонд часу робітника.

Ефективний фонд часу одного працівника дорівнює номінальному, зменшеному на число днів невиходів на роботу, пов'язаних з основним і додатковими відпустками, виконанням державних і суспільних обов'язків з хворобами і іншими поважними причинами.

В табличній формі доцільно виконувати розрахунок ефективного річного фонду часу одного робітника (табл. 4.1.).

Таблиця 4.1

## Розрахунок фондів часу робітників

Склад робочого часу	Баланс робочого часу 2014 року
Календарне число днів	365
Неробочий час всього, днів	112
В тому числі: вихідні	105
Святкові	7
Номінальний фонд робочого часу, днів	253
Неявки на роботу всього, днів	29
В тому числі: чергові та додаткові відпустки	24
Виконання суспільних обов'язків	5
Дійсний фонд часу робочого, днів	224
Номінальна тривалість робочого часу, год	8
Середня тривалість робочого дня, год	7,96
Ефективний фонд часу одного робочого, год	1783

1. Допоміжний час, хв. ;

$$t_{BC} = t_{BV} + t_{BП} + t_{BЗ}; \quad (4.6.)$$

де  $t_{BC}$  - час на установку і зняття деталі, хв. (залежне від маси і конфігурації виробу, конструкції пристосування, характеру і точності установки на верстаті);  $t_{BП}$  - час, пов'язане з переходами, хв. (час витрачається робітником на підведення і відведення різального інструменту, включення і виключення верстата, подач і швидкостей);

$t_{BЗ}$  - час, пов'язаний з розмірами деталі, хв.

$$t_{BC} = 3 + 0,8 + 0,6 = 4,4_{\text{хв.}}$$

2. Основний час[9]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S_\phi \cdot n}; \quad (4.7.)$$

де  $L$  - довжина обробки, мм;

$i$  - число проходів;

$S_\phi$  - подача, об/хв;

$n$  - число оборотів шпинделя, об/хв.

$$T_o = \frac{64,5 \cdot 1}{0,2 \cdot 370} = 0,9_{\text{хв.}}$$

3. Оперативний час, хв .:

$$t_{оп} = t_{BC} + t_o;$$

де  $t_{BC}$  - допоміжний час, хв;

$t_o$  - основний час, хв. (воно може бути: машинним -  $t_M$ , машинно-ручним -  $t_{MP}$ , ручним -  $t_P$ ).

$$t_{оп} = 4,4 + 0,9 = 5,3_{\text{хв.}}$$

4. Додатковий час, хв .:

$$t_{доп} = \frac{K \cdot t_{оп}}{100}; \quad (4.8.)$$

де  $K$  - відсоток від оперативного часу.

$$t_{доп} = \frac{10 \cdot 5,3}{100} = 0,53_{\text{хв.}}$$

5. Штучний час, хв:

$$T_{ш} = t_{оп} + t_{доп}; \quad (4.9.)$$

де  $t_{оп}$  - оперативний час, хв;

$t_{доп}$  - додатковий час, хв. (час на обслуговування робочого місця, відпочинок і особисті потреби).

$$T_{ш} = 5,3 + 0,53 = 5,83_{\text{хв.}}$$

6. Додатково заключний час, хв:

$$t_{ПЗ} = t_{доп} + T_{ш};$$

$$t_{ПЗ} = 0,53 + 5,83 = 6,36 \text{ хв.}$$

7. Нормований час, хв .:

$$T_H = T_{ш} + \frac{t_{ПЗ}}{N} \quad (4.10.)$$

де  $T_H$  - нормований час, хв;

$T_{ш}$  - штучний час, хв;

$t_{ПЗ}$  - підготовчо-заключний час, хв;

$N$  - число деталей в партії, шт.

$$T_H = 5,83 + \frac{6,36}{12} = 6,4 \text{ хв.}$$

Дана операція буде проводитись для кожного отвору під клапан та форсунку то:

$$T_H = 6,4 \cdot 12 = 76,8 \text{ хв.}$$

Норми часу технологічного процесу відновлення полімерними матеріалами.

На 20...30%, собівартість ремонту на 15...20%, витрату матеріалів на 40...50% дозволяє знизити трудомісткість відновлення при ремонті матеріалів полімерним способом. Результат того, що: не вимагається складного обладнання, можливість відновлення деталей без розбирання агрегатів, відсутність нагріву деталі.

Визначаємо оперативний час, пов'язане з виконанням ремонтного впливу, хв[9]:

$$T_{оп} = T_{оп.1} + T_{оп.2} + 10^{-3} \cdot f \cdot L \cdot \gamma (T_{оп.3} \cdot G_1 + T_{оп.4} / G_2) + T_{оп.5} + T_{оп.6}; \quad (4.11.)$$

де  $T_{оп.1}$  - оперативний час на підготовку тріщин - 18 хв;

$T_{оп.2}$  - час на знежирення тріщини - 0,2 хв;

$f$  - площа поперечного перерізу шва, мм<sup>2</sup>;

$\gamma$  - щільність композиції, 1,4 г/см<sup>2</sup>;

$T_{оп.3}$  - час на попереднє приготування композиції;

$G_3$  - маса попередньо приготованої композиції, кг;

$T_{оп.4}$  - час на остаточне приготування суміші;

$G_2$  - маса остаточно приготовленої композиції

$T_{оп.5}$  - час нанесення композиції на тріщину і її ущільнення, 0,55 хв .;

$T_{оп.6}$  - час на накладення накладок з склотканини закатане роликком, 5,4 хв.

$$T_{оп} = 18 + 0,2 + 10^{-3} \cdot 8 \cdot 100 \cdot 1,4(8,1 \cdot 0,5 + 5,4 / 0,2) + 0,55 + 5,4 = 59_{хв.}$$

#### 4.2. Обсяг робіт на робочих місцях

Таблиця 4.2.

Найменування і обсяг робіт на робочому місці

Найменування робіт	Обсяг робіт		Норма відновлення деталей за зміну
	в чол-год	в штуках	
Розточити отвір під ремонтний розмір	832	650	6,25
Відновлення полімерними матеріалами	639,16	650	8,1

Обсяг робіт розточної операції  $Q_{ш1}$ , люд/год

$$Q_{ш1} = \frac{NK_{MP}n}{60} \cdot T_H \cdot P; \quad (4.12.)$$

де  $N$  - річна виробнича програма, 500 дет;

$K_{MP}$  - маршрутний коефіцієнт ремонту;

$n$  - кількість однойменних деталей,  $n = 1$  дет.

$T_H$  - технічна норма часу на операцію, 6,4 хв

$P$  - кількість робітників на робочому місці, приймається 1 чол.

$$Q_{u1} = \frac{500 \cdot 1,3 \cdot 1}{60} \cdot 76,8 \cdot 1 = 10,83$$

Обсяг робіт у штуках  $Q_{u2}$  [6].

$$Q_{u1.1} = N \cdot K_{MP} \cdot n \quad (4.13.)$$

$$Q_{u1.1} = 500 \cdot 1,3 \cdot 1 = 650$$

Норма відновлення  $H_{B1}$ , дет.

$$H_{B1} = \frac{60t_{CM}}{T_H}, \quad (4.14.)$$

де  $t_{CM}$  - тривалість зміни в годинах, приймається 8 годин;

$$H_{B1} = \frac{60 \cdot 8}{76,8} = 6,25$$

Обсяг робіт полімерної операції  $Q_{u2}$ , люд/год

$$Q_{u2} = \frac{NK_{MP}n}{60} \cdot T_H \cdot P;$$

де  $N$  - річна виробнича програма, дет;

$K_{MP}$  - маршрутний коефіцієнт ремонту;

$n$  - кількість однойменних деталей.

$T_H$  - технічна норма часу на операцію, 59хв

$P$  - кількість виконавців на робочому місці, приймається 1 чол.

$$Q_{u2} = \frac{500 \cdot 1,3 \cdot 1}{60} \cdot 59 \cdot 1 = 639,16 \text{ люд/год}$$

Обсяг робіт у штуках  $Q_{u2}$  [6].

$$Q_{u2.1} = N \cdot K_{MP} \cdot n$$

$$Q_{ш2.1} = 500 \cdot 1,3 \cdot 1 = 650$$

Норма відновлення  $HB2$ , дет.

$$HB2 = \frac{60t_{см}}{T_H},$$

де  $t_{см}$  - тривалість зміни в годинах, приймається 8 годин;

$$HB2 = \frac{60 \cdot 8}{59} = 8,1$$

Таблиця 4.3.

Режим роботи на робочому місці

Найменування витрат часу	Час, хв		
	загальний	початок	закінчення
1 Тривалість зміни	468	08:00	17:00
2 Обідня перерва	60	12:00	13:00
3 Регламентовані перерви	15	10:00	10:15
	15	15:00	15:15
4 Здача продукції ВТК	10	16:40	16:50
5 Обслуговування робочого місця	10	16:50	17:00

Таблиця 4.4.

Технологічне обладнання і оснащення на робочому місці

Найменування	Тип, модель	Кількість	Габаритні розміри, мм	Займана площа, м <sup>2</sup>
1 Алмазно-розточний верстат	278	1	2915x1275	3,48
2 Гідравлічний прес	П-6326	1	1060x1845	1,85
3 Стенд для розбирання головок циліндрів	Власн. виг.	1	1500x925	1,38
4 Підставка під ноги	Власн. виг.	3	1400x800	1,12

5 Тумбочка для інструменту	06.50015	1	750x400	0,30
6 Контрольний стіл	ОРГ 1468-01-090	1	1500x1000	1,5
Всього				8,13

### 4.3. Розрахунок кількості постів

Кількість виробничих постів прибирально-мийних робіт (попередніх ТО і ПР), постів ТО, діагностики, розбірно-складальних і регулювальних робіт, кузовних і фарбувальних робіт ПР, а також допоміжних постів для прийому і видачі визначається по формулі[9]:

$$П = \frac{T_p \cdot \varphi}{D_{роб} \cdot C \cdot T_{зм} \cdot P \cdot \eta_{вик}}, \quad (4.15.)$$

де  $T_p$  – річний обсяг постових робіт, люд.-год.;

$\varphi$  – коефіцієнт нерівномірності завантаження постів;

$D_{роб}$  – число робочих днів на рік;

$C$  – число змін роботи на добу;

$T_{зм}$  – тривалість зміни, год.;

$P$  – чисельність одночасно працюючих на одному посту, чол.;

$\eta_{вик}$  – коефіцієнт використання робочого часу поста.

При визначенні кількості постів за видами робіт приймається:

– коефіцієнт нерівномірності завантаження постів  $\varphi=1,15$ ;

– коефіцієнт використання робочого часу поста  $\eta_{вик}=0,95$  при одній зміні роботи СТОА,  $\eta_{вик}=0,94$  при двозмінній роботі СТОА;

Для операції відновлення отворів під втулку та покращення форсункового отвору

$$П = \frac{832 \cdot 1,5}{224 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,95} = 0,73$$

Приймаємо один пост.

Для операції відновлення тріщин полімерами

$$П = \frac{639,16 \cdot 1,5}{224 \cdot 1 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 0,95} = 0,56$$

Приймаємо один пост.

#### 4.4. Розрахунок виробничих площ

По сумарній площі горизонтальної проекції обладнання, яке розташоване на даній ділянці і коефіцієнту щільності його розташування розраховують площу ділянці. Визначається за формулою[9]:

$$F_{д} = f_{об} \cdot K_{щ} \quad , \quad (4.16.)$$

де  $f_{об}$  – сумарна площа горизонтальної проекції по габаритним розмірам обладнання,  $m^2$ ;

$K_{щ}$  – коефіцієнт щільності розстановки обладнання.  $K_{щ}=3,5$

$$F_{д}=8,13 \cdot 3,5=28,4 \text{ м}^2$$

Площу ділянці приймаємо  $F_{д}=30 \text{ м}^2$

#### 4.5. Розрахунок вентиляції, освітлення

В автовідновлювальних виробничих приміщеннях підприємств потрібно підтримувати чистоту.Обов'язково повинно здійснюватися вологе прибирання, миття підлоги від слідів масла, бруду та води. потрібно щоб підлоги були рівними і міцними, мали відкриті з гладкою,але не ковзаючою поверхнею, щоб зручно було проводити прибирання. В тих ділянках де використовуються луи, кислоти, нафтопродукти підлога необхідно

виготовлювати з матеріалу стійкого до впливу цих речовин і не поглинати їх. Для збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці особливе значення має стан повітря: чистота повітря, метеорологічні умови в робочих приміщеннях. Однак багато технологічних процесів на авторемонтних підприємствах супроводжуються виділенням у повітря робочої зони шкідливих речовин, до яких відносяться різні гази, пари і пил, шкідливі речовини при зварювальних роботах, мийки деталей автомобілів, пайку, обробці металу і дерева, забарвленню, і в ряді інших випадків. Ці речовини проникають в організм людини через дихальні шляхи, а також через шкіру і травний тракт і можуть викликати роздратування і травмування слизових оболонок дихальних шляхів, хвороби шкірного покриву, опіки, отруєння та інші зміни в організмі людини. Ступінь і характер змін залежить від кількості, тривалості впливу, шляхів проникнення, хімічної структури шкідливої речовини, температури середовища, стану організму та багатьох інших факторів.

Визначаємо площі вікон

$$F_{\text{вік}} = F_{\text{підлоги}} \cdot a; \quad (4.17.)$$

де  $F_{\text{підлоги}}$  - площа підлоги;

$a$  - світловий коефіцієнт.

$$F_{\text{ок}} = 30 \cdot 0,35 = 15,75 \text{ м}^2$$

$$F_{\text{ок}(1)} = \frac{F_{\text{ок}}}{F_1} \quad (4.18.)$$

$$F_{\text{ок}(1)} = \frac{15,75}{6,6} = 3 \text{ шт.}$$

Визначаємо потужність електроосвітлення затрачуваної на рік

$$W_{\text{осв}} = RQP_y, \text{ ВТ} \quad (4.19.)$$

де  $R$  - норма витрати електроенергії

$Q$  - тривалість роботи електричного освітлення протягом року

$P_y$  - площа підлоги ділянки.

$$W_{\text{осв}} = 20 \cdot 2100 \cdot 30 = 1890000 \text{ Вт}$$

Визначаємо число ламп денного освітлення необхідної в даній зоні технічного обслуговування

$$P_n = \frac{F_y \cdot R}{P} ; \quad (4.20.)$$

де  $P$  - потужність лампи.

$$P_n = \frac{20 \cdot 45}{200} = 5 \text{ шт}$$

Визначаємо продуктивність вентилятора[20].

$$W = V \cdot K; \quad (4.21.)$$

де  $V$  - обсяг визначення;

$k$  - кратність об'єму повітря.

$$V = F \cdot h; \quad (4.22.)$$

де  $F$  - виробнича площа приміщення;

$h$  - висота приміщення;

$$V = 30 \cdot 6 = 180 \text{ м}^3$$

$$W = 180 \cdot 6 = 1080 \text{ м}^3/\text{л}$$

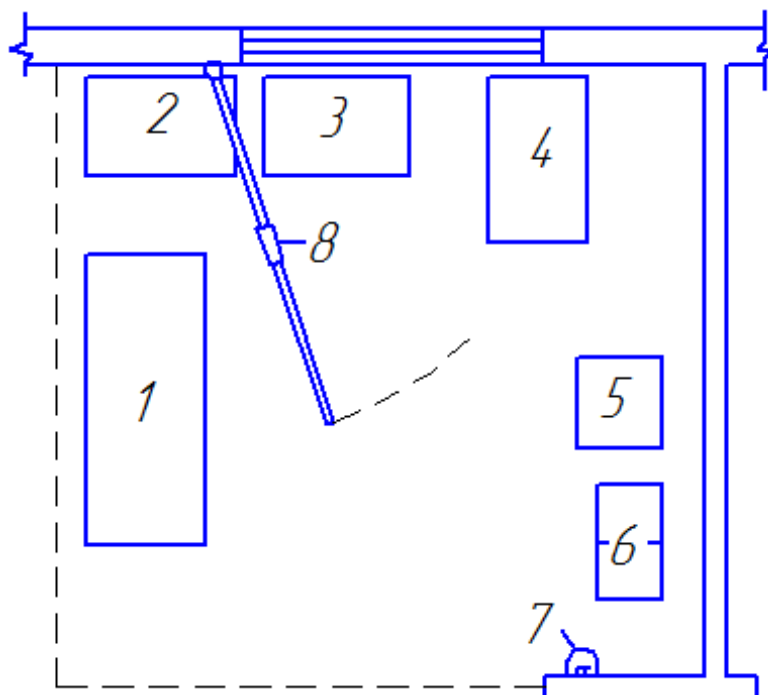


Рис.4.1. План дільниці з відновлення головок циліндрів: 1 - алмазно-розточний верстат; 2 - контрольний стіл; 3 – стенд для розбирання головок циліндрів; 4 - гідравлічний прес; 5 – тумбочка для інструменту; 6 – шафи для кодежі; 7 – раковина з водою; 8 – консольний кран.

## РОЗДІЛ 5. ОХОРОНИ ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

### 5.1. Техніка безпеки при роботі на ділянці

Під час відновлювальних робіт забороняється користуватися зламаними пристосуваннями (знімачами) і інструментами. Гайкові ключі мають відповідати розміру гайок і головок болтів і не мати тріщин, забоїн, задирок. Використовувати гайкові ключі для відкручування (закручування) гайок і головок болтів дозволяється тільки в тих випадках, коли неможливе використання торцевих і накидних ключів. Для відкручування і закручування гайок і болтів не дозволяється використовувати зубило, молоток, підкладати між гайковим ключем і гайкою (головкою болта) металеві пластини і тому подібне, подовжувати ключ іншим ключем або трубою. [22].

При розбиранні і складанні нарізних з'єднань гайковими ключами робочий рух руки повинен бути "до себе", а не навпаки. Відкручувати і закручувати гвинти потрібно викрутками, ширина леза яких дорівнює діаметру головки гвинта.

Під час використання електро-пневмоінструментами кабеля або шланги по можливості підвішуються. Заміну інструментів (насадок) виконувати тільки при відключеному кабелі (шланги) від електромережі (повітропроводу).

Повітропровід не повинен перехрещуватися з електрокабелями або розташовуватися ближче від них ніж на 0,5 м. Вмикати вентиль подачі стисненого повітря можна тільки тоді, коли інструмент у робочому положенні. Не допускається перегинання під час роботи пневмоінструмента. Просочування повітря не через шланг і загальну магістраль не допускається. Тиск повітря в ресивері не повинен бути вищим встановленого технічними вимогами.

Проводити роботи з електроінструментами дозволяється в гумових рукавицях, стоячи на гумовому килиму. При продувці деталей, складальних

одиниць стисненим повітрям потрібно бути в захисних окулярах, повітряний струмінь потрібно направляти від себе.

Роботи, що несуть із собою виділення пилу при зачистці зварних швів, припасуванні деталей і т. ін., електро- або пневмошліфуванням, слід проводити у спецодязі, рукавицях, окулярах і респіраторі.

Перед використанням пристроїв (знімачів) потрібно перевірити їх на відсутність тріщин, сколів, зам'ятості різі тощо. При виявленні цих дефектів використовувати їх забороняється. При розбиранні і складанні нерухомих спряжень з використанням знімача потрібно, щоб гвинт знаходився на одній осі з віссю деталі, яка спресовується (напресовується), а захвати (лапки) міцно охоплювати деталь. Деформація гвинта, захватів і інших деталей знімача не допускається. [22].

При розпресуванні і запресуванні деталей на пресі необхідно, щоб вісь деталі і надставки співпадали з штоком преса. Забороняється підтримувати руками оправки і підкладки.

Фланці, стакани підшипників і інші подібні деталі з нарізними отворами необхідно знімати тільки з допомогою пристосувань або технологічних (демонтажних) болтів. Забороняється застосовувати молотки, зубила, клини і т.п.

Встановлювати і знімати пружини необхідно спеціальними знімачами з запобіжними пристроями (кожух) або технологічними гвинтами, що дозволяють плавно послабити або стиснути пружину.

Для знімання і установки деталей і вузлів масою більше 200Н слід використовувати вантажопідйомні засоби з використанням схваток, захватів, скоб, що надійно тримають вантаж.

Розбирати і складати агрегати, складальні одиниці можна тільки тільки тоді коли вони надійно закріплені на стенді, пристосуванні і т.п.

Не дозволяється розбирати і складати складові одиниці, що підвішені на підйомних механізмах. При зніманні і установці габаритних і важких деталей, складальних одиниць користуються спеціальними схватками з

закріпленням їх не менше, чим в чотирьох точках, а двигуни, коробки передач і т. ін. – не менше, як в двох точках. Захват потрібно виконувати за визначені місця конструкцією складальної одиниці.

На конвеєрах, транспортерах складальні одиниці закріплюють не менше, чим в двох точках. На стендах, поворотних механізмах повинні бути справними фіксуючі пристрої, щоб уникнути самовільного повороту або зміщення закріплених на них складальних одиниць.

В сезагальні вимоги техніки безпеки при роботі на металорізних верстатах.

Поруч з верстатом повинна бути дерев'яна решітка під ногами такої висоти, щоб лікті робітника знаходились на висоті лінії центру верстата. Не допускається, щоб підлога була слизькою. Забороняється самовільно проводити ремонт електроживлення верстата. [22].

При роботі на токарно-гвинторізних верстатах забороняється підтримувати руками частину деталі, що відрізається, зачищати деталь шліфувальним папером вручну, залишати ключ в патроні верстата і працювати на верстаті в рукавицях.

Забороняється гальмувати патрон руками: обробляти довгі деталі без люнета; знімати з верстата огороження та запобіжні пристрої, прибирати стружку з верстата руками або здувати її стисненим повітрям; закріплювати деталь або свердло під час роботи верстата. Забороняється працювати без захисних окулярів.

Під час роботи на свердлильних верстатах деталь потрібно міцно закріплювати в машинних лещатах, а дрібні деталі утримувати плоскогубцями або кліщами. Заборонено притримувати деталь, що свердлиється, руками; закріплювати деталь або свердло під час роботи верстата; зупиняти шпиндель руками; перевіряти пальцем вихід свердла знизу деталі; свердлити без використання охолодної рідини; працювати тільки у рукавицях.

Розмір деталей вимірюється тільки після виведення фрези за межі деталі та при відключеному верстаті. Працюючи з охолодною рідиною,

потрібно встановити щит, який би запобігав її розбризкуванню. Забороняється працювати без захисних окулярів.

Органи керування електромагнітним, пневматичним і гідравлічним пристосуваннями (затискачами на верстатах і стендах) слід розташовувати так, щоб виключати можливість їх випадкового увімкнення або вимикання.

Технічне обслуговування верстата, його очищення, змащування, наладка (регулювання) виконується тільки після повної зупинки і при вимкненому двигуні.

Стружка видаляється спеціальними щітками, гачками, дерев'яною лопаткою. Видаляти стружку руками або здувати забороняється. У першому випадку трапляється пошкодження рук, а в другому – засмічуються очі.

Заходи безпеки при відновленні деталей полімерними матеріалами.

При роботі забороняється працювати без гумових рукавиць і без вмикання витяжного пристрою при виготовленні клею і склеюванні деталей. Після закінчення роботи з клеєм потрібно мити руки теплою водою з милом. Всі шкідливі речовини, що використовуються для склеювання деталей повинні зберігатися в добре закупореному посуді з позначкою на етикетці “Отрута” і написом назви речовини в металевих ящиках, що закриваються на замках.

Забороняється невідомі речовини пробувати на смак і запах, а також брати голими руками. Перед початком роботи руки слід змастити спеціальною пастою і працювати в гумових рукавицях. Через кожні 2 години роботи руки миють теплою водою з милом, а при відсутності спеціальної пасти, руки змазують вазеліном або касторовим маслом. При обробці затверділих полімерних матеріалів необхідно працювати в респіраторі.

## 5.2. Виробнича санітарія

Виробнича санітарія – це сукупність організаційних, гігієнічних та санітарно-технічних заходів та засобів, що передбачають вплив шкідливих виробничих факторів на працюючих.

Виробничі фактори діляться на небезпечні та шкідливі:

- хімічні;
- фізичні;
- біологічні;
- психофізичні.

Повітря робочої зони

Повітря робочої зони – це метеорологічні умови (вологість, температура, рухомість повітря) та виділення шкідливих речовин, ДВЗ в складі газів, зарядки акумуляторів, зварювальних робіт, мийки деталей та заправку автомобілів. Допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі вказані у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1.

Найбільші допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі в робочій зоні

№ пп	Найменування речовин	Величина найбільш допустимої концентрації, мг/м <sup>2</sup>
1	Бензин паливний	100
2	Окис вуглецю	20

Водопостачання та каналізація

Відстань між питними пристоями і робочими місцями не повинна перевищувати 75 м.

Температура води повинна бути не вище 20°C і не нижче 8°C

Витрата води на одного робітника 10-15л.

Витрата гарячої води 40-50л.

Коефіцієнт годинної нерівномірності водовикористання – 2

Якість води повинна відповідати вимогам ГОСТів на питну воду.

Стічні виробничі води, які містять нафтопродукти, кислоти повинні очищуватися до потрапляння їх в центральну каналізаційну мережу.

Місцеві очисні споруди повинні розміщуватися поза будівель на відстані від навантажених стін не менш 6м.

В СТО використовується каналізація для виробничих стічних вод.

Самостійний трубопровід для відводу стічних вод від постів мийки до міських очисних споруд або установок повинні бути діаметром не менш 200мм та укладений з уклоном не менш ніж 0,03.

Своєчасний відбір нафтопродуктів, експлуатація водоочисних споруд, що потрапляють в ці споруди в великій кількості, як з території стоянок так і з мийки. В процесі експлуатації щомісяця проводять лабораторний аналіз води, яку відбирають на виході очисного спорудження

Опалення робочого місця

Нормами опалення передбачають для підтримання в холодну пору року температуру повітря в робочій зоні в межах санітарно-гігієнічних норм. Вона відшкодовує втрату тепла через ворота, двері та нещільності в огороженні. На дільниці для обслуговування та ремонту автомобілів температура повинна бути 16°C.

Вплив на організм робітника шуму та вібрацій

Шум – коливання частинок навколишнього середовища, що сприймається органами слуху людини як небажані сигнали. В СТО шум виникає при роботі обладнання. Можливо допустимі рівні звукового тиску[19]:

– низькочастотні шуми – 90-100 дБ

– середньо частотні – 85 дБ

– високочастотні – 75-80дБ.

Вібрація – це механічні коливання пружних тіл, яке виникає внаслідок перенесення центра її ваги або осі.

Індивідуальними засобами захисту від шуму та вібрації являються навушники.

Забезпечення робітників спецодягом, індивідуальними засобами захисту, миючими засобами

За діючими нормами робітникам моторного відділення повинно періодично видаватися спецодяг. Також робітникам видаються захисні окуляри, та миючі засоби у вигляді соди та мила. Видача спецодягу робиться 1 раз на 1-1,5 року.

#### Медичне обслуговування робітників на СТО

Одним із головним завданням медпункту є проведення заходів по зниженню захворювань, покращенню санітарно-гігієнічних умов праці, медичні огляди, диспансерне обслуговування, надання психологічної допомоги при травмах, гострих отруєннях.

Під час прийому на роботу та періодичні медичні огляди обов'язково проходять робітники, які піддаються впливу шкідливих та несприятливих умов праці. Згідно з законодавством України моторне відділення вважається не шкідливим.

#### Електробезпека

Основними технічними засобами та заходами від уражень електрострумом є огорожі, блокування та заземлення обладнання, також гумові рукавиці та окуляри.

#### Естетичне оформлення приміщення та обладнання

Технічна естетика вивчає закономірності художнього проектування предметів та їх асамблей. Її ціль створення гарної зовнішньої обстановки, яка сприяє безпеці праці, збільшення якості та більшої продуктивності, естетичному сприяю, гарному настрою робітників.

Раціональне кольорове рішення виробничого інтер'єру сприяє покращенню зорового комфорту, збільшення загального тону робіт.

При виборі кольорового рішення враховуються такі фактори: загальний характер робіт, ступінь точності зорової роботи, кліматичні особливості

розміщення СТО, санітарно-гігієнічні умови в приміщенні, ступінь оснащення обладнанням та комунікаціями.

Проекція кольору окрасу інтер'єру СТО, слід мати на увазі, що при однакових умовах освітлення на сприйття розмірів та пропорцій приміщення впливає відношення кольорових характеристик основних поверхонь інтер'єра. Простір сприймається великим, якщо основні поверхні відділенні світлим матеріалом. Для фарбування стін рекомендовано використовувати жовті та помаранчеві кольори.

Як правило, стелі фарбують в білий колір.

Фарбуванню поверхонь будівних конструкцій рекомендується надавати матову фактуру, щоб виключити відбиток.

При фарбуванні обладнання треба врахувати кольорову гаму інтер'єра. Для поверхні конструкцій, пристрої та елементів виробничого обладнання, які можуть служити джерелом небезпеки для робітників, для поверхні огорож та інших захисних пристроїв, а також для пожежної безпеки слід використовувати сигнальні кольори: червоний, жовтий, зелений, синій. Червоний колір сигналізує о безпосередній небезпеці, жовтий колір попереджує о можливій небезпеці. Значення зеленого кольору – наказ; синього – інформація. Цвітові рішення повинно відповідати загальній кольоровій композиції інтер'єру

### **5.3. Пожежна безпека**

Невід'ємна складова частина діяльності по охороні життя та здоров'я людства та оточуючого природнього середовищ є забезпечення пожежного захисту.

Начальники дільниць, цехів, відділень та інші відповідальні лиця несуть відповідальність за пожежний інвентар та первинні засоби пожежогасіння, які знаходяться в виробничих приміщеннях, складах.

Категорично забороняється використання пожежного інвентарю та обладнання, не пов'язане з пожежегасінням.

У всіх приміщеннях повинні бути пожежні крани оснащені рукавами та стволами, замкнені в шафи, які повинні бути закриті та опломбовані. Приміщення для ремонту обслуговування та зберігання автомобілів повинні бути забезпечені пінними та вуглекислотними вогнегасниками з розрахунку один вогнегасник на  $100\text{м}^2$  площі приміщення, крім того в цих приміщеннях встановлюються ящики з піском з розрахунку один ящик місткістю  $0,5\text{м}^3$  на  $100\text{м}^2$  площі, або не менше одного ящика на кожне приміщення.

Категорично забороняється загроможувати територію СТО сторонніми речовинами: ворота, під'їзні шляхи до пожежних кранів, до місць пожежного інвентарю та обладнання, збільшувати кількість автомобілів більше норми.

#### **5.4. Охорона навколишнього середовища**

Раціональне використання природних ресурсів, охорона природи, одна з найважливіших соціальних задач.

Розвиток автотранспорту негативно впливає на оточуюче середовище. Це пов'язано з виходом шкідливих речовин в атмосферу, шумом та різноманітними електромагнітними випромінювачами. Один вантажний автомобіль середньої вантажопідйомності з карбюраторним двигуном щодня викидає Окису вуглецю – 3150кг, вуглеродів – 410кг[21].

Непрямий вплив автомобільного транспорту на оточуюче середовище пов'язано з тим, що автомобільні шляхи, стоянки займають все більшу площу. Важливим засобом у рішенні цієї задачі є покращення технічного стану рухомого складу.

За для захисту атмосфери на підприємствах передбачається встановлення для очистки повітря у малярних відділеннях, на

деревообробних станках, в акумуляторних відділеннях. Для цього використовуються прилади, які можна розділити на групи:

1. Механічні пристрої, в яких пил відділяється під впливом сил тяжіння, інерції. В якості осаджувальних камер інерційних пиловловлюючих пристроїв, центробіжних пристроїв;

2. Мокрі або гідравлічні апарати, в яких тверді частини вловлюються рідиною;

3. Прості фільтри, в яких частини осаджуються за рахунок іонізації газу.

Ефективність роботи газонаповнюючих споруд та пило перевіряють шляхом відбору проб повітря та їх лабораторного аналізу, результатом якого порівнюють з нормативами допустимих викидів.

Фактори шкідливого впливу виробництва ТО, ремонту рухомого складу та експлуатації автомобілів на лінії на оточуюче середовище:

1.Забруднення атмосфери токсичними компонентами відпрацьованих газів, сажею, випарами палива, мастильних та інших матеріалів;

2. Забруднення стічними водовідходами виробництва;

3. Забруднення ґрунту на території підприємства;

4. Створення шуму при його русі, робота двигуна.

Атмосферне повітря забруднюється автомобілями токсичними елементами, сажею їх відпрацьованих газів. Тому операції по передбаченню токсичності треба виконувати своєчасно і якісно.

Забруднення стічних вод може бути мастилом, паливом, що змивається з підлоги, отруйними речовинами.

Щоб запобігти забруднення передбачаються вимоги до постів змазки, утилізація горючих відходів, нейтралізація отруйних речовин, забезпечення герметичності систем живлення, змазки та ін.

Збільшений шум при русі автомобіля, роботі двигуна може бути з за неякісного виконання прикріпних робіт, спалахів в глушникові, поганого переключення передач та ін.

## РОЗДІЛ 6. ТЕХНІКО – ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ

### 6.1. Економічний ефект удосконалення пристосування для розбирання головок циліндрів

Найбільше нас цікавить економічний ефект від модернізації пристосування для розбирання головок блоку циліндрів двигунів внутрішнього згорання визначається за наступною формулою:

$$E_{\phi} = (C_{\delta} - C_n) \cdot H_p - E_n \cdot Z_m, \quad (6.1)$$

де:  $C_{\delta}$  - собівартість одиниці роботи (в нашому випадку – собівартість розбирання-складання головки блоку циліндрів до і після модернізації, (приєднання черв'ячної передачі);

$H_p$  - програма ремонту головок циліндрів;

$E_n$  - нормативний коефіцієнт економічної ефективності;

$Z_m$  - додаткові витрати в зв'язку з установкою черв'ячного редуктора на пристосування для розбирання головок циліндрів.

### 6.2. Розрахунок собівартості монтажу деталі до і після удосконалення пристосування для розбирання головок блоку циліндрів

Розрахунки собівартості монтажу головок циліндрів до і після покращення пристосування. Час на демонтаж деталі без пристосування становить  $t_{\delta n} = 0,96 \text{ год}$ .

Час на демонтаж деталі з використанням удосконаленого пристосування для розбирання головок блоку циліндрів становить  $t_{\gamma n} = 0,75 \text{ год}$ .

$$C_{уст.} = Z_o + Z_{\delta} + B_{с.сmp.} + B_{в.}, \quad (6.2)$$

де:  $Z_o$  – основна заробітна плата за операцію, грн.;

$Z_d$  – додаткова заробітна плата за операцію, грн.;

$H_g$  - накладні витрати, грн.;

$B_{c.з.}$  - страхові відрахування, грн.

Вартість демонтажу головки блоку циліндрів розрахуємо двома способами:

а) демонтаж без використання удосконаленого пристосування буде становити:

- основна заробітна плата:

$$Z_o = Z_{\text{год.}} \cdot t_y, \quad (6.3)$$

$$Z_o = 8,4 \cdot 0,96 = 8,06 \text{ грн.},$$

- додаткова заробітна плата:

$$Z_d = 0,3 \cdot Z_o, \quad (6.4)$$

$$Z_d = 0,3 \cdot 8,06 = 2,42 \text{ грн.},$$

- відрахування на страхування:

$$B_{c.стп.} = K_c \cdot (Z_o + Z_d), \quad (6.5)$$

$$B_{c.стп.} = 0,37 \cdot (8,06 + 2,42) = 3,88 \text{ грн.},$$

- відрахування на накладні витрати:

$$B_n = \frac{250}{100} (Z_o + Z_d), \quad (6.6)$$

$$B_n = \frac{250}{100} (8,06 + 2,42) = 26,2 \text{ грн.}$$

б) демонтаж з використанням удосконаленого пристосування для розбирання головок блоку циліндрів буде становити:

$$Z_o = 8,4 \cdot 0,75 = 6,3 \text{ грн.},$$

$$Z_o = 0,3 \cdot 6,3 = 1,89 \text{ грн.},$$

$$V_{c.стр.} = 0,37 \cdot (6,3 + 1,89) = 8,56 \text{ грн.},$$

$$V_n = \frac{250}{100} (6,3 + 1,89) = 20,48 \text{ грн.},$$

Без використання удосконаленого пристосування для розбирання головок циліндрів собівартість демонтажу головок циліндрів буде становити:

$$C_{дем.ручн.} = 8,06 + 1,89 + 3,88 + 26,2 = 40,03 \text{ грн.},$$

Собівартість демонтажу деталей з використанням удосконаленого пристосування для розбирання головок циліндрів буде становити:

$$C_{дем.знімач.} = 6,3 + 1,89 + 8,56 + 20,48 = 37,23 \text{ грн.},$$

При використанні удосконаленого пристосування при відповідній програмі розбирання-складання головок циліндрів річна економія буде становити [5, 7]:

$$E_{річн.} = (C_{дем.ручн.} + C_{дем.прист.}) \cdot H_p, \quad (6.7)$$

де,  $H_p$  – програма ремонту (кількість головок циліндрів, які демонтуються з використанням пристосування, штук.)

$$E_{річн.} = (40,03 + 37,23) \cdot 500 = 38500 \text{ грн.},$$

Отже, річна економія при проведенні демонтажних робіт 500 головок циліндрів двигунів буде становити 38500 грн.

### **6.3. Розрахунок додаткових витрат на удосконалення пристосування для розбирання головок блоку циліндрів**

За формулою наступною формулою визначаємо витрати на удосконалення пристосування для розбирання головок циліндрів:

$$B_T = B_{np.} + B_M + B_{од} + B_{соц.сmp.} + H_{вц} + H_{вз}, \quad (6.8)$$

де:  $B_{np.}$  - витрати на проектування пристосувань, грн.;

$B_M$  - витрати на матеріал, грн.;

$B_{од}$  - заробітна плата основна і додаткова, грн.;

$B_{соц.сmp.}$  - відрахування на соціальне страхування, грн.;

$H_6$  - накладні витрати, грн.

### 6.3.1. Розрахунок витрати на проектування пристосування для розбирання головок блоку циліндрів

За такою формулою можна провести розрахунок витрат на проектування пристосування:

$$B_{np.} = T_{np.} \cdot Z_{год.} \cdot K_{\partial} \cdot K_n \cdot K_{від}, \quad (5.9.)$$

де:  $T_{np.}$  – трудомісткість проектування, люд.-год.;

$Z_{год.}$  – середня тарифна ставка, грн./люд.-год.;

$K_{\partial}$  – коефіцієнт додаткової оплати;

$K_n$  – коефіцієнт накладних витрат;

$K_{від}$  – коефіцієнт відрахувань до пенсійного фонду, соціального страхування, фонду Чорнобиллю та фонду зайнятості.

Підставимо вихідні дані у формулу (5.9) і розрахуємо витрати на проектування пристосування:

$$B_{np.} = 6,4 \cdot 8,4 \cdot 1,25 \cdot 1,37 \cdot 3,5 = 322,2 \text{ грн.}$$

Витрати на придбання матеріалів для виготовлення черв'ячної передачі представимо в таблиці 6.1.

Таблиця 6.1.

Витрати на матеріал для виготовлення відкритої черв'ячної передачі

Назва деталі	Маса, кг	Матеріал	Ціна грн. за 1 кг	Всього, грн.
Стійка 1	0,98	Сталь 45	27,5	27,0

Стійка 2	0,98	Сталь 45	27,5	27,0
Перемичка	1,12	Сталь 45	27,5	31,0
Опора 1	0,96	Сталь 45	27,5	26,4
Опора 2	0,96	Сталь 45	27,5	26,4
Кришка підшипника 1	0,31	Сталь 45	27,5	8,5
Кришка підшипника 2	0,43	Сталь 45	27,5	12,0
Кришка підшипника глуха	0,32	Сталь 45	27,5	8,8
Рукоятка	0,44	Сталь 45	27,5	11,1
Кожух	0,64	Сталь 45	27,5	17,6
Вал	13,20	Сталь 45	27,5	363,3
Всього	20,01			559,1

Витрати на деталі і вузли, які можна придбати для виготовлення редуктора представимо в таблиці 6.2. Вони включають придбання наступних деталей: 16 болтів, 6 гайок, 16 стопорних кілець.

Таблиця 6.2.

Витрати на деталі і вузли, які можна придбати для виготовлення пристосування

Назва деталі	Кількість, штук	Ціна, грн.	Всього, грн.
Болт	16	0,80	12,8
Гайки	6	0,55	3,3
Стопорні кільця	16	0,25	4,0
Черв'як	1	386	386
Черв'ячне колесо	1	493	493
Підшипник	2	40	80
Всього			979,1

### 6.3.2 Розрахунок заробітної плати за удосконалення пристосування

Розрахунок заробітної плати за виготовлення черв'ячної передачі можна провести за наступною формулою:

$$Z_{од} = t_{ni} \cdot Z_{зод_i} \cdot K_{д}, \quad (6.10)$$

де:  $t_{ni}$  - трудомісткість окремих видів робіт, люд.-год.;

$Z_{зод_i}$  - погодинна тарифна ставка і- го розряду роботи, грн./люд.-год.

Таблиця 6.3.

Витрати на роботи, які треба виконати для удосконалення пристосування

Назва операції	Трудомісткість робіт, люд.-год.	Розряд роботи	Тарифна ставка, грн.
T <sub>с</sub> - свердлильні	0,68 год.	II	15,1
T <sub>ш</sub> - шліфувальні	0,63 год.	IV	16,5
T <sub>т</sub> - токарні	0,64 год.	IV	16,4
T <sub>р</sub> - різальні	0,69 год.	III	15,2

Виходячи з представлених в таблицях даних, основна і додаткова заробітна плата буде становити:

$$Z_{од} = (0,68 \cdot 15,1 + 0,63 \cdot 16,5 + 0,64 \cdot 16,4 + 0,69 \cdot 15,2) \cdot 1,3 = 323,5 \text{ грн.},$$

Відрахування на соціальне страхування будуть становити:

$$B_{соц.стр.} = K_c \cdot Z_{од},$$

$$B_{соц.стр.} = 0,37 \cdot 323,5 = 119,7 \text{ грн.}$$

Накладні заводські витрати:

$$B_n = \frac{250}{100} \cdot Z_{од},$$

$$B_n = \frac{250}{100} \cdot 323,5 = 808,75 \text{ грн.},$$

Накладні витрати (загальногосподарські):

$$B_n = \frac{350}{100} \cdot 3_{од}. \quad (6.11)$$

$$B_n = \frac{350}{100} \cdot 323,5 = 1132,25 \text{ грн.}$$

### 6.3.3. Розрахунок загальних витрат на удосконалення відкритої черв'ячної передачі

Розрахунок загальних витрат на удосконалення пристосування для розбирання головок циліндрів можна провести за наступною формулою:

$$B_m = 322,2 + 522,3 + 900,5 + 323,5 + 119,7 + 808,15 + 1132,25 = 7037,6 \text{ грн.}$$

Ціна удосконалення пристосування буде становити:

$$C_n = B_m + ПДВ, \quad (6.12)$$

де ПДВ – податок на додану вартість = 20%  $B_m$ .

$$C_n = 7037,6 + 0,2 \cdot 7037,6 = 8445,12 \text{ грн.}$$

Всього економічний ефект удосконалення пристосування буде становити:

$$E_c = E_{річн} - 0,15 \cdot C_n,$$

$$E_c = 38500 - 0,15 \cdot 8445,12 = 37233,232 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових капіталовкладень буде становити:

$$T_{ок} = \frac{E_{річн}}{C_n}.$$

$$T_{ок} = \frac{8445,12}{38500} = 0,21 \text{ роки.}$$

Отже, за результатами розрахунків, термін додаткових капіталовкладень на проектування і виготовлення удосконалення пристосування буде становити 0,21 роки.

Результати техніко-економічного аналізу удосконалення удосконалення пристосування для розбирання головок блоку циліндрів зведемо в таблицю 6.4.

Таблиця 6.4.

Результати техніко-економічного аналізу удосконалення пристосування для розбирання головок циліндрів

Назва показника	Значення показника
Річна економія від проведення робіт, грн.	38500
Основна і додаткова заробітна плата, грн.	323,5
Накладні заводські витрати, грн.	808,75
Накладні витрати (загальногосподарські).грн.	1132,25
Ціна пристосування, грн.	8445,12
Економічний ефект, грн.	37233,2
Термін окупності додаткових капіталовкладень, рік	0,21

## ВИСНОВКИ

Під час виконання магістерської роботи нами було зроблено дослідження основних поломок головки циліндрів двигунів ЗІЛ різних модифікацій. Особлива увага була приділена дослідженню напружень що створюються у вогневому днищі головок, була проаналізована математична модель їх розрахунку та запропоновані способи їх зменшення. В ході досліджень дійшли висновку що найпоширенішими пошкодженнями є знос отворів під направляючі втулки клапанів, тріщини в стінках водяних рубашок та тріщини в перемичках клапанів, відповідно 25%, 19%, 16% від усіх поломок двигуна.

Ми вивчили способи усунення найпоширеніших поломок головок циліндрів та розроблено технологічний процес ремонту за найоптимальнішим – ремонт тріщин полімерними матеріалами та розточку отворів направляючих втулок під ремонтний розмір. Також введено покращення головки шляхом встановлення мідної ступінчастої втулки в форсунковий отвір, що має збільшити напрацювання головки циліндрів до відмови з 2,4 до 12,6 тисяч мотогодин.

Щоб підвищити продуктивності розбирання головки циліндрів було вдосконалено конструкцію спеціального пристосування.

В магістерській роботі наведені ремонтне креслення головки циліндрів, ескізи технологічного процесу реставрації, розбирання та складання, а також маршрутні та операційні карти відновлення та покращення головок циліндрів двигуна ЗІЛ

В організаційно-економічній частині представлено техніко-економічне обґрунтування вибраного способу розбирання та ремонту деталі, очікуваний економічний ефект - 37233,2 грн.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Павлице В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин. / В.Т. Павлице - Львів: Афіша, 2003 - 557с.
2. Шишанов, М. О., О. Чеченкова у І. В. Павловський. "Техніко-економічна оцінка модернізації бронетанкової техніки при її капітальному ремонті". *Озброєння та військова техніка* Чабанний В.Я. Ремонт автомобілів/ В.Я. Чабанний, С.О. Магопєць, О.Й. Мажейка та ін. - М.: Кіровоград: Кіровоградська районна друкарня, 2007 -720с.
3. Кононов, V., О. Кононова у Yu Musairova. "Обґрунтування вимог до сучасних способів та засобів визначення загального технічного стану бензинових та дизельних двигунів силових установок зразків озброєння та військової техніки" ОНТП-01-91 Загальносоюзні норми технологічного проектування підприємств автомобільного транспорту. - М.: Гіпроавтотранс, 1991. - 184с
4. Ющенко К.А., Борисов Ю.С., Кузнецов В.Д., Корж В.М. Інженерія поверхні.-Київ: НВП «Видавництво «Наукова думка» НАН України», 2007.-558с.
5. Корж В.М., Кузнецов В.Д., Борисов Ю.С., Ющенко К.А. Нанесення покриття: Навчальний посібник/ За редакцією академіка НАН України К.А. Ющенка.-К.: Аристей, 2005.-204 с.
6. Корж В.М. Технологія та обладнання для напилення: навч. посібник. К.: НМЦ ВО, 2000. – 152 с.
7. Газотермические покрытия из порошковых материалов: Справочник / Ю.С. Борисов, Ю.А. Харламов, С.Л. Сидоренко, Е.Н. Ардатовский. – Киев: Наук. думка, 1987. – 544 с.
8. Карагодин В.И., Митрохин Н.Н. Ремонт автомобилей и двигателей. М., «Академия», 2002. – 496с.
9. Makogon, H., D. Vasylenko, I. Bazilevskij, M. Tkachenko, O. Onoprienko у R. Volobueff. "Використання математичного алгебри логіки для розроблення автоматизованої системи передпускового контролю

- двигунів внутрішнього згорання" Справочник технолога авторемонтного производства. Под ред. Малышева А.Г. М., Транспорт, 1977.
10. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці. – Львів: Афіша, 2002.-318с.
  11. Коваль В.И. Разработка и расчет систем вентиляции: Методические указания к дипломному проектированию. – Николаев: НКИ, 1990. - 37 с.
  12. Білявський Г.О., Падун М.М., Фурдуй Р.С. Основи загальної екології. – К.: Либідь, 1995.-368 с.
  13. Я.Ю.Білокінь, А.І. Окоча Трактори і автомобілі
  14. Ковтунов, Юрій Олександрович, Євген Петрович Буряк у Володимир Володимирович Троценко. "Нейромережеві технології в системах діагностики складних систем БТОТ". Thesis, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", 2019.
  15. Автомобильный справочник. Под общей редакцией чл.-корр. РАН В.М.Приходько. Авторы: Б.С.Васильев, М.С.Высоцкий, К.Л.Гаврилов, А.В.Дмитриевский, и др. 2004.
  16. Скворчевський, Олександр Євгенович. "Сучасний стан розвитку гідрогазових підвісок бронетанкової техніки та озброєння". Thesis, Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана Петра Сагайдачного, 2019. Техническое обслуживание и ремонт машин. П.В. Луаш, Н.В. Власенко, И.П. Столяров, В.Я. Чабанный. 1989.-351с.
  17. Курсовое дипломное проектирование по надежности и ремонту машин. И.С.Серый, А.П. Смелов, В.Е. Черкун, 1991.-184с.
  18. Довідник по нормуванню праці на ремонтних роботах. В.І. Крижановський . Урожай, 1988. - 264 с.

36. <http://promotor.ua/>
37. <http://www.expodiesel.ua/>
38. <http://stroy-technics.ua/tekhnicheskoe-obsluzhivanie-dorozhnykh/>
39. <http://neway.ua/>
40. <http://turboreferat.ua/transport/razrabotka-konstrukcii-stenda-dlya-sborki/175413-878439-page1.html>
41. <http://www.gruz-inform.interdalnoboy.com/description/zil-130.html>
42. <http://xftvgirlz.com/gallery/sara-blue-ruffle-upskirts/1244c3ca7e6f37fb9103c8be87ce1d38/1.html>
43. <http://www.intporn.com/forums/xxx-video-mega-threads/2945586-win-nasty-chicks-tell-you-how-jerk-off-pov-2.html>
44. <http://www.gruz-inform.interdalnoboy.com/description/kamaz-55102-samosval-6x4.html>
45. [http://www.baltkam.ua/auto-parts-zil/zil-131/golovka-bloka-tsilindrov-klapanyi-i-tolkateli/avto-katalog\\_/#favto.java?P112;25;112](http://www.baltkam.ua/auto-parts-zil/zil-131/golovka-bloka-tsilindrov-klapanyi-i-tolkateli/avto-katalog_/#favto.java?P112;25;112)
46. <http://www.rastochka.spb.ua/entry41.html>
47. <http://supercar.in.ua/2103/rozbirannya-ta-zbirannya-golovki-czilndrv.html>
48. <http://www.autocredit.com.ua/autocredit/sto-gbc.php>
49. <http://dpgo./article/2010-12-31/remont-dvigatelya-avtomobilya-metodika-remonta-golovki-bloka-tsilindrov>
50. [http://elib.lutsk-ntu.com.ua/book/mbf/olk\\_i\\_tmm/2011/11-45/page76.html](http://elib.lutsk-ntu.com.ua/book/mbf/olk_i_tmm/2011/11-45/page76.html)
52. <http://avto-remont.com.ua/catalog/zil-130-131-431410/>
53. <http://interdalnoboy.com/pro-zil-130/remont-i-ekspluataciya.html>
54. <http://avtorem.net.ua/demontazh-golovki-bloka-cilindrov-dvigatelya-avtobusov-bogdan/>
55. [http://spezz.ua/zil\\_130\\_golovka\\_klapany.html](http://spezz.ua/zil_130_golovka_klapany.html)
56. <http://carnovato.ua/golovka-bloka-cilindrov-dvigatelja-kryshka-zaglushka/>
57. <http://um.co.ua/2/2-10/2-106010.html>

58. <http://www.stritspb.ua/statti/233-dlja-zvarjuvannja/6086-cvarka-chavunu-argonom-idealnij-variant-dlja-domu.html>.

**ДОДАТКИ**