

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя  
(повне найменування вищого навчального закладу)  
Інженерії машин, споруд та технологій  
(назва факультету)  
Автотранспорту та логістики  
(повна назва кафедри)

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Бакалавр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Технологічний процес ремонту та відновлення впускного клапану  
двигуна автомобіля Opel Vectra II

Виконав: студент 4 курсу, групи МА-42  
спеціальності 274

«Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

Ігор КРАВЧУК  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник Андрій ГУПКА  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль Роман ХОРОШУН  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зав. кафедри Олег ЦЬОНЬ  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Рецензент   
(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2026

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

Кафедра Кафедра автотранспорту та логістики  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Олег ЦЬОНЬ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

«21» січня 2026 р.

## **ЗАВДАННЯ НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня бакалавр  
(назва освітнього ступеня)

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

студенту Кравчуку Ігорю Сергійовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологічний процес ремонту та відновлення впускного клапану двигуна автомобіля Opel Vectra II

Керівник роботи Гупка Андрій Богданович к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від « 21 » січня 2026 року № 4/9-44

2. Термін подання студентом завершеної роботи 8 червня 2026

3. Вихідні дані до роботи Базовий технологічний процес відновлення впускного клапану автомобіля Opel Vectra II

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

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

4 Безпека життєдіяльності, основи охорони праці.

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

Будова впускного клапана двигуна Opel Vectra II та умови його роботи – А1;

Класифікація дефектів впускного клапана двигуна – А1;

Схема технологічного процесу ремонту впускного клапана – А1;

Операційно-технологічна карта ремонту впускного клапана – А1;

Пристосування для шліфування впускних клапанів. Загальний вигляд – А1;

Деталювання пристосування для шліфування впускних клапанів – А1;

## 6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання 21 січня 2026р.**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Загально-технічний розділ	29.01.2026	
2	Технологічний розділ	12.02.2026	
3	Конструкторський розділ	04.06.2026	
4	Безпека життєдіяльності, основи охорони праці	11.06.2026	
5	Оформлення графічної частини	12.06.2026	
6	Захист кваліфікаційної роботи бакалавра		

Студент

\_\_\_\_\_ (підпис)

Ігор КРАВЧУК

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_ (підпис)

Андрій ГУПКА

\_\_\_\_\_ (прізвище та ініціали)

## РЕФЕРАТ

Дипломна робота присвячена розробленню технологічного процесу ремонту впускного клапана легкового автомобіля.

У роботі проведено аналіз умов роботи впускного клапана двигуна внутрішнього згоряння, розглянуто основні причини виникнення несправностей та дефектів клапанного механізму, досліджено особливості зношування робочих поверхонь клапана та сучасні способи їх відновлення.

Розроблено маршрутний технологічний процес ремонту впускного клапана, який включає операції миття, дефектування, правки, токарної та шліфувальної обробки, притирання та контролю якості відновленої деталі. Виконано вибір обладнання, пристосувань, інструментів та контрольних-вимірювальних засобів для забезпечення якісного виконання ремонтних операцій.

Розглянуто технологічні процеси миття клапанів, дефектування та шліфування робочої фаски клапана. Наведено характеристику обладнання та технологічного оснащення, яке використовується під час ремонту.

У розділі охорони праці проведено аналіз небезпечних та шкідливих виробничих факторів, характерних для ремонтних робіт, розроблено заходи щодо забезпечення безпечних умов праці, виконано розрахунок штучного освітлення виробничої ділянки.

Результати роботи можуть бути використані на станціях технічного обслуговування та ремонтних підприємствах автомобільного транспорту для підвищення якості ремонту деталей газорозподільного механізму та збільшення ресурсу роботи двигунів.

Ключові слова: впускний клапан, газорозподільний механізм, ремонт, дефектування, шліфування, відновлення деталей, технологічний процес, технічне обслуговування, охорона праці.

## ЗМІСТ

<b>РЕФЕРАТ</b>	4
<b>ЗМІСТ</b>	5
<b>ВСТУП</b>	7
<b>1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	8
1.1 Умови роботи впускного клапана	8
1.2 Види несправностей газорозподільного механізму	9
1.3 Аналіз причин виникнення несправностей і дефектів впускних клапанів	11
1.4 Огляд існуючих методів ремонту та відновлення основних несправностей поверхонь впускного клапана	17
<b>2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ</b>	21
2.1 Загальна характеристика впускного клапана як об'єкта ремонту	21
2.2 Аналіз дефектів впускного клапана та вибір способів їх усунення	21
2.3 Розроблення маршрутного технологічного процесу ремонту впускного клапана	22
2.4 Вибір обладнання, пристосувань та інструменту	24
2.5 Технологічний процес і устаткування для миття клапанів від забруднення	25
2.6 Процес дефектування та використовуване устаткування	28
2.7 Технологічний процес шліфування фаски клапана	30
2.8 Технологічне забезпечення процесу притирання клапана до сідла	38
2.9 Технічні вимоги до відремontованого впускного клапана	40
2.10 Контроль якості виконання ремонтних операцій	40
2.11 Послідовність виконання операцій складання клапанного вузла після ремонту	42
2.12 Висновки	43
<b>3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ</b>	44
3.1 Гідравлічний прес для правки стрижня впускного клапана	44

3.2 Вибір верстата для шліфування клапанів VG-100/VG-100A	46
3.3 Обґрунтування конструктивної схеми правки клапана	50
3.4 Технічні умови до пристроїв для ремонту клапана	51
3.5 Переваги застосування спеціалізованого обладнання	52
<b>4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ</b>	<b>53</b>
4.1 Аналіз умов праці під час ремонту впускних клапанів автомобільних двигунів	53
4.2 Заходи щодо забезпечення безпечних умов праці	54
4.3 Виробнича санітарія та мікроклімат виробничого приміщення	55
4.4 Розрахунок штучного освітлення ремонтної ділянки	56
4.5 Електробезпека на ремонтній ділянці	57
4.6 Пожежна безпека на ремонтній ділянці	58
<b>ВИСНОВКИ</b>	<b>59</b>
<b>СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ</b>	<b>60</b>

## **ВСТУП**

Автомобільний транспорт є однією з найважливіших складових транспортної системи держави. Ефективність його функціонування значною мірою залежить від технічного стану автомобілів та своєчасного виконання робіт з технічного обслуговування і ремонту. Одним із найбільш відповідальних механізмів двигуна внутрішнього згоряння є газорозподільний механізм, який забезпечує своєчасне наповнення циліндрів паливоповітряною сумішшю та відведення відпрацьованих газів.

Важливим елементом газорозподільного механізму є впускний клапан. У процесі експлуатації він працює в умовах високих механічних і теплових

навантажень, циклічних ударів, впливу агресивного середовища та продуктів згоряння палива. Це призводить до зношування робочих поверхонь, утворення нагару, деформацій, порушення герметичності посадки клапана в сидлі та інших дефектів. Наслідком таких несправностей є зниження потужності двигуна, погіршення паливної економічності, збільшення токсичності відпрацьованих газів і скорочення ресурсу силового агрегату.

У сучасних умовах експлуатації автомобільної техніки особливого значення набуває відновлення працездатності деталей замість їх повної заміни. Ремонт впускних клапанів дозволяє суттєво знизити витрати на технічне обслуговування та ремонт автомобілів, підвищити ефективність використання матеріальних ресурсів і забезпечити необхідні експлуатаційні характеристики двигунів.

Практичне значення роботи полягає у розробленні технологічного процесу ремонту впускного клапана, який може бути використаний на підприємствах автомобільного транспорту та станціях технічного обслуговування для підвищення якості ремонтних робіт і збільшення ресурсу деталей газорозподільного механізму.

# 1 ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

## 1.1 Умови роботи впускного клапана

Основне призначення впускного клапана - це керування потоком паливно-повітряної суміші, що надходить в один із циліндрів блоку циліндрів. Тому впускний клапан при його відкритті повинен вільно пропускати суміш і мати мінімальний гідравлічний опір. У закритому стані клапан забезпечує герметичність та повністю відокремлює порожнину циліндра від випускної системи двигуна.

Впускний клапан працює в умовах сильного нагріву від гарячих газів, що обтікають його тарілку, яка розігрівається до температури 600°C. При відкритті клапан періодично охолоджується паливо-повітряною сумішшю, що надходить в циліндр.

Для того, щоб клапан міг протистояти таким тепловим навантаженням, його доводиться виготовляти із спеціальних жаростійких сталей та сплавів з великим вмістом хрому, нікелю, молібдену та вольфраму і інших матеріалів. Ці матеріали є високовартісними, через що нерідко впускні клапани виготовляють із різнорідних матеріалів: тарілку - із жаростійкого сплаву, а стрижень - з легованої сталі. Щоб знизити зношування фаски клапана при високих робочих температурах, на неї нерідко наплавляють спеціальний твердий матеріал - стелліт.

Практика показує, що навіть самий жаростійкий клапан все одно прогорить, якщо не будуть виконані деякі інші умови, головна з яких - щільна посадка тарілки в сідлі. Справа в тому, що тільки гарний контакт клапана з сідлом дозволяє надійно відвести тепло від нагрітої тарілки. Адже сідло досить холодне, воно запресоване в тіло головки блоку, що охолоджується рідиною.

Через сідло відводиться до 75% всього тепла, що надходить до тарілки – це дуже значна частина. Звичайно, якщо контакт з сідлом порушено, тарілка відразу починає перегріватися. В результаті прогару термін експлуатації

клапану суттєво зменшується. Виглядає це як ланцюгова реакція.

Невелика нещільність у контакті тарілки та сідла призводить до прориву газів. Відведення тепла від тарілки в цьому місці контакту відсутнє, тому тарілка перегрівається. В результаті цього нещільність контакту збільшується, а разом із нею зростає і температура тарілки. Основний матеріал клапана починає руйнуватися, туди спрямовується ще більше гарячих газів, і дефект тарілки швидко поширюється доти, доки циліндр повністю не виходить з ладу через відсутність компресії.

Надійне сполучення тарілки з сідлом знижує температуру клапана до прийняттого рівня та забезпечує герметичність. Принаймні, для працездатності самого клапана важлива температура на його поверхні, а для двигуна – герметичність контакту тарілки із сідлом (хороші пускові властивості, характеристики потужності, економічність).

Крім зазначених умов, робота клапана (відкриття та закриття) повинна бути достатньо м'якою і не викликати підвищеного шуму та вібрації. Шум або, точніше, стукіт клапанів - вірна ознака несправності, а ударні навантаження, що виникають при стуку, нерідко самі по собі викликають ще найбільш серйозні несправності і навіть поломки клапанів.

## 1.2 Види несправностей газорозподільного механізму

Першочерговим та основним показником несправності роботи газорозподільного механізму є шум або стукіт клапана. Причин стукоту та шуму є декілька. В таблиці 1.1 приведено найбільш основні причини появи шуму та стукоту клапана.

Таблиця 1.1 - Основні причини появи шуму та стукоту клапанів

№	Найменування і опис причини появи шуму та стукоту	Наслідки
---	---	----------

1	<p>Великий зазор у механізмі приводу. Кулачок розподільного валу через це набігає на штовхач (важіль або коромисло) не плавно, а з ударом, який тим сильніше, чим більше зазор. Клапан не тільки з ударом відкривається, але також різко, зі стукотом, закривається.</p>	<p>Робочі поверхні кулачка розподільника і штовхача, а також опорна поверхня штовхача та торець стрижня клапана сприймають ударне навантаження. На них нерідко утворюються пошкодження у вигляді точкових раковин, які в подальшому розширюються та заглиблюються.</p> <p>При різкому закритті клапана ударне навантаження приходиться на ущільнювальну фаску клапана та сідло. Крім того, в момент удару при посадці на сідло на стрижень клапана діє велике навантаження, що діє від пружини.</p> <p>Тривала робота за таких умов дуже небезпечна: тарілка може легко відірватися від стрижня або стрижень зруйнується по іншому слабкому місцю - канавці для сухарів.</p>
2	<p>Великий зазор між стрижнем клапана та напрямною втулкою. Ситуація ця найбільш характерна для старих аналогічних двигунів.</p>	<p>Клапан сідає на сідло спочатку одним краєм тарілки, і тільки потім, перекочуючись по втулці в межах зазору, повністю. Через це знос</p>
3	<p>Неконцентричність сідла і отворів спрямовуючої втулки, що є наслідком перегріву головки блоку або неправильно виконаного ремонту.</p>	<p>напрямної втулки швидко прогресує.</p>

4	Гніздо циліндричного штовхача клапана неспіввісно або має перекіс по відношенню до втулки. Аналогічний дефект зустрічається на більшості конструкціях двигунів.
5	Підвищений зазор в деталях механізму приводу: в осях коромисел, у гніздах циліндричних штовхачів, а також у підшипниках розподільного валу.

### **1.3 Аналіз причин виникнення несправностей і дефектів впускних клапанів**

Клапанний механізм двигуна внутрішнього згоряння працює в умовах значних механічних, теплових і динамічних навантажень. Під час роботи двигуна клапани здійснюють циклічні переміщення, забезпечуючи своєчасне відкриття та закриття впускних і випускних каналів. Порушення умов роботи клапанного механізму призводить до появи сторонніх шумів, стукотів, зниження компресії, погіршення наповнення циліндрів, збільшення витрати палива, перегріву деталей, і в окремих випадках, до руйнування клапанів.

Стукіт у зоні газорозподільного механізму за характером часто є подібним для різних несправностей, тому точно визначити його причину лише на слух досить складно. У більшості випадків для встановлення причини необхідно виконати часткове або повне розбирання механізму та провести дефектацію його деталей. Водночас наявність стукоту свідчить про те, що в місцях контакту деталей виникають ударні навантаження. Такі навантаження сприяють інтенсивному зношенні контактних поверхонь, збільшенню зазорів і

подальшому прогресуванню несправності.

Сам по собі стукіт не завжди одразу призводить до поломки клапана, однак він є важливою ознакою порушення нормальної роботи механізму. Якщо своєчасно не встановити та не усунути причину стуку, це може спричинити зношення клапанів, напрямних втулок, сідел, коромисел, штовхачів або гідрокомпенсаторів, а також призвести до серйозного пошкодження двигуна.

Основні причини виникнення несправностей і дефектів клапанів:

1. Неправильне регулювання теплових зазорів у приводі клапанів. Однією з поширених причин порушення роботи клапанного механізму є встановлення занадто малих або занадто великих теплових зазорів під час технічного обслуговування двигуна. Якщо зазор надто малий, під час нагрівання двигуна стрижень клапана видовжується, і клапан може не повністю сідати на сідло. У такому випадку порушується герметичність камери згоряння, погіршується тепловідведення від тарілки клапана до сідла, що може спричинити перегрів і прогар клапана.

Якщо ж зазор занадто великий, у приводі клапана виникають ударні навантаження. Це супроводжується характерним стуком, прискореним зношенням торця стрижня клапана, штовхача, коромисла або кулачка розподільного вала. Тривала робота двигуна з неправильними зазорами може призвести до порушення фаз газорозподілу та погіршення його потужнісних характеристик і техніко-економічних показників.

2. Використання неякісної або невідповідної моторної оливи. Якість моторної оливи має значний вплив на довговічність деталей клапанного механізму. Використання оливи низької якості або оливи, що не відповідає вимогам виробника двигуна, може спричинити недостатнє змащування напрямних втулок, стрижнів клапанів, кулачків розподільного вала та інших деталей. Унаслідок цього збільшується тертя, підвищується температура в зоні контакту і прискорюється зношення деталей.

Крім того, неякісна олива має підвищену схильність до утворення лакових відкладень і коксу. Такі відкладення можуть накопичуватися на

стрижнях клапанів, особливо в зоні їх переміщення у напрямних втулках. Це ускладнює рух клапана, спричиняє його підклинювання, а в окремих випадках - повне заклинювання у втулці. Якщо клапан не встигає закритися, можливий його контакт із поршнем, що призводить до деформації тарілки або руйнування клапана.

3. Зношення маслосніжних ковпачків. Маслосніжні ковпачки призначені для обмеження потрапляння моторної оливи по стрижню клапана в камеру згоряння. У процесі експлуатації вони втрачають еластичність, тверднуть, розтріскуються або зношуються. Через це кількість оливи, яка потрапляє на стрижень і тарілку клапана, збільшується.

Надмірне потрапляння оливи в зону клапанів сприяє утворенню нагару, особливо на впускних клапанах. Нагар погіршує теплообмін, змінює форму робочих поверхонь і може перешкоджати щільній посадці клапана на сідло. Частинки нагару, що відколюються, можуть потрапляти між фаскою клапана та сідлом, унаслідок чого порушується герметичність і виникає локальний перегрів тарілки клапана. Це створює передумови для прогару клапана.

4. Несправність системи вентиляції картера та зношення циліндро-поршневої групи. Порушення роботи системи вентиляції картера або значне зношення циліндро-поршневої групи призводить до підвищення тиску картерних газів. Унаслідок цього моторна олива може інтенсивніше потрапляти у впускний тракт і на клапани. Навіть справні маслосніжні ковпачки в такому випадку не завжди можуть забезпечити нормальне обмеження надходження оливи.

Підвищена кількість оливи та продуктів її згоряння сприяє інтенсивному утворенню нагару на тарілках клапанів, стрижнях і в зоні сідел. Це погіршує умови роботи клапанного механізму, знижує герметичність камери згоряння, сприяє перегріву деталей і може викликати втрату компресії в циліндрах.

5. Несвоєчасна заміна ремня або ланцюга приводу газорозподільного механізму. Однією з найбільш небезпечних причин пошкодження клапанів є обрив або перескакування ремня приводу розподільного вала. У багатьох

сучасних двигунах конструкція камери згоряння є такою, що при порушенні фаз газорозподілу клапани можуть зіткнутися з поршнями. Це призводить до згинання стрижнів клапанів, пошкодження тарілок, напрямних втулок, сідел, а іноді й до руйнування поршня або головки блока циліндрів.

Після обриву ременя спроби просто встановити новий ремінь без дефектації клапанного механізму є небезпечними. Навіть незначно деформований клапан під час роботи двигуна не забезпечує правильної посадки на сідло. У процесі подальшої роботи він зазнає підвищених згинальних навантажень і може зруйнуватися. Наслідками такої поломки можуть бути пошкодження поршня, шатуна, головки блока циліндрів та інших деталей двигуна.

6. Неякісне технічне обслуговування та ремонт клапанного механізму. Несправності клапанів часто виникають унаслідок порушення технології ремонту. Особливо небезпечним є потрапляння абразивної пасти в напрямну втулку під час притирання клапана до сідла. Якщо після притирання деталі недостатньо ретельно промити, залишки абразиву продовжують працювати як шліфувальний матеріал. Це спричиняє прискорене зношування стрижня клапана та напрямної втулки.

Унаслідок такого зношення збільшується радіальний зазор між стрижнем клапана і втулкою. Клапан починає працювати з перекосом, погіршується його посадка на сідло, зростає ударне навантаження на фаску та тарілку. Через певний пробіг це може призвести до втрати герметичності, підвищеної витрати оливи, появи стуку та руйнування деталей клапанного механізму.

7. Перегрів двигуна. Перегрів двигуна також є однією з причин виникнення дефектів клапанів. За підвищеної температури погіршуються умови тепловідведення від тарілки клапана, особливо у випускних клапанів, які працюють у найбільш напружених температурних умовах. Тривалий перегрів може спричинити деформацію тарілки клапана, втрату герметичності, прогар робочої фаски або утворення тріщин.

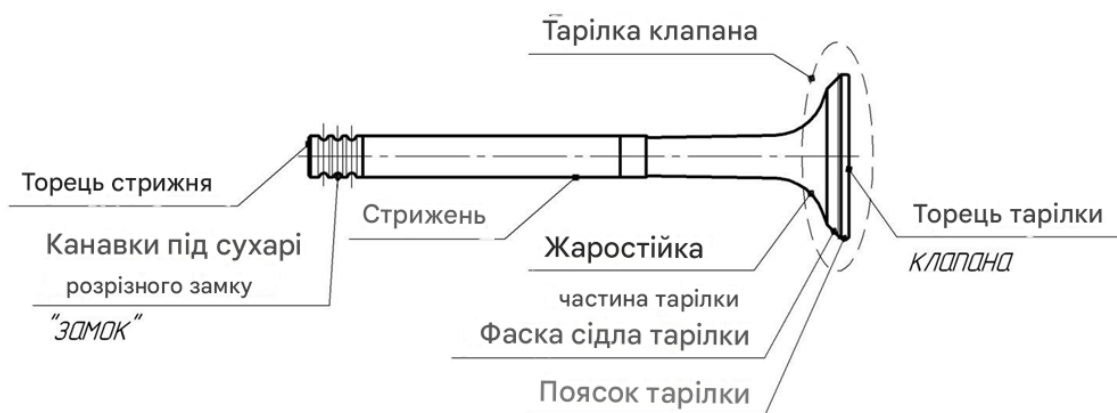
Особливо небезпечним є перегрів у поєднанні з неякісною паливо-

повітряною сумішшю, неправильним кутом випередження запалювання або порушенням роботи системи охолодження. У таких умовах температура випускних газів зростає, що значно підвищує ризик термічного пошкодження клапанів.

8. Утворення нагару на клапанах і сідлах. Нагар на клапанах утворюється внаслідок згоряння оливи, використання неякісного палива, несправності системи вентиляції картера, порушення роботи форсунок або зношення циліндро-поршневої групи. Накопичення нагару змінює форму робочих поверхонь клапана, ускладнює його щільну посадку на сідло і погіршує газообмін.

У разі значного накопичення відкладень клапан може не повністю закриватися. Це призводить до прориву гарячих газів між клапаном і сідлом, локального перегріву та поступового прогару фаски клапана. Крім того, нагар на стрижні клапана може спричинити його підклинювання у напрямній втулці.

Отже, основними причинами виникнення дефектів клапанів є порушення регулювання теплових зазорів, використання неякісної оливи, зношення маслоснімних ковпачків, несправність системи вентиляції картера, зношення циліндро-поршневої групи, несвоєчасна заміна ремня приводу газорозподільного механізму, перегрів двигуна та неякісне виконання ремонтних робіт. Своєчасна діагностика та правильне технічне обслуговування клапанного механізму дозволяють запобігти значним пошкодженням двигуна і збільшити ресурс його роботи. На рисунку 1.1 показано основні елементи впускного клапана двигуна.



## Рис. 1.1 - Основні елементи впускного клапана двигуна

Основні дефекти клапанів двигуна, які виникають у процесі експлуатації внаслідок теплових, механічних та динамічних навантажень, наведено на рисунку 1.2.

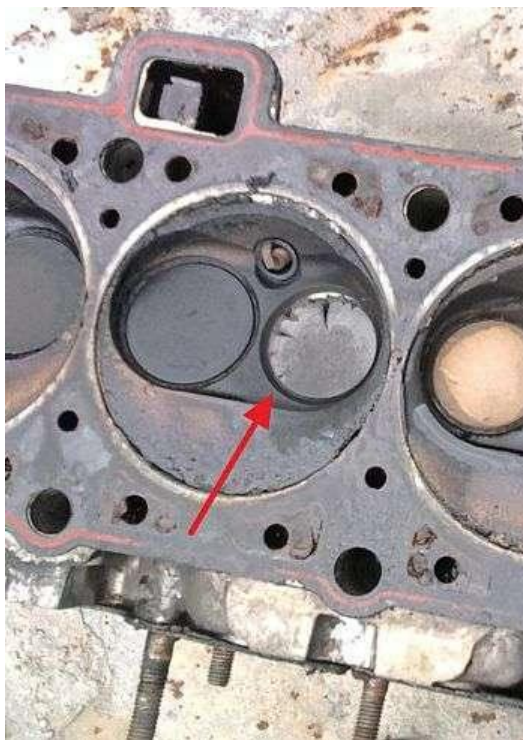


Рис. 1.2 - Основні дефекти клапанів двигуна

Дефекти клапанів можуть виникати через заводський брак самих деталей, неправильне регулювання, несправності системи охолодження силових агрегатів, несправності і знос інших деталей системи газорозподілу, тривала робота двигуна на неякісній паливній суміші.

Притирання клапанів без виправлення сідел. Як показує практика, після тривалої експлуатації та особливо після заміни напрямних втулок спостерігається їхня неспіввісність з сідлами. У подібних випадках одне лише притирання, швидше за все, призведе до стукоту клапанів і швидкого зносу деталей.

Після збирання головки блоку з клапанами, дуже легко зіпсувати всю роботу, обстукуючи клапани молотком. Результат може бути той же, що і при

«ударному» розбиранні, особливо у сучасних багатоклапанних двигунах із клапанами малого діаметра.

Основне завдання при ремонті не лише ліквідувати всі наслідки попереднього неякісного ремонту, а також наслідки зносу, які виникають після тривалої експлуатації клапанів та інших деталей двигуна. Тільки так можна бути впевненим, що клапан не підведе.

#### **1.4 Огляд існуючих методів ремонту та відновлення основних несправностей поверхонь впускного клапана**

Основні методи ремонту та відновлення основних несправностей поверхонь впускного клапана приведено в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Основні методи ремонту та відновлення основних несправностей поверхонь впускного клапана.

№	Найменування поверхні клапана	Вид зносу та пошкодження	Методи ремонту і відновлення
1	Торець тарілки клапана	Нагар	Механічне очищення точінням або шліфуванням
2	Поясок тарілки	Нагар	
3	Фаска сидла тарілки	Нагар Зношення	
4	Жаростійка частина тарілки	Нагар	Механічне очищення точінням або шліфуванням
		Зношення	Вилучення старого покриття шліфуванням, з подальшим наплавленням нового жароміцного шару
5	Стрижень	Нагар	Механічне очищення точінням або

			шліфуванням
		Кривизна	Виправлення стрижня на пресі
		Зношення	Зняття припуску шліфуванням під відновлення ( хромуванням або залізненням ) нового шару вище зазначеними методами. Шліфування у номінальний розмір.
6	Торець стрижня	Наклеп Зношення	Зняття зношеного шару точінням або шліфуванням. Регулювання зазору клапана

Найбільш поширеними дефектами і видами зносу поверхонь клапана є: знос фаски сідла тарілки, знос торця стрижня клапана. Для ремонту перелічених елементів клапана в даний час використовуються різні конструкції пристроїв та обладнання.

Технологічні схеми, які реалізуються при ремонті даних поверхонь клапана представлені на рисунку 1.3.

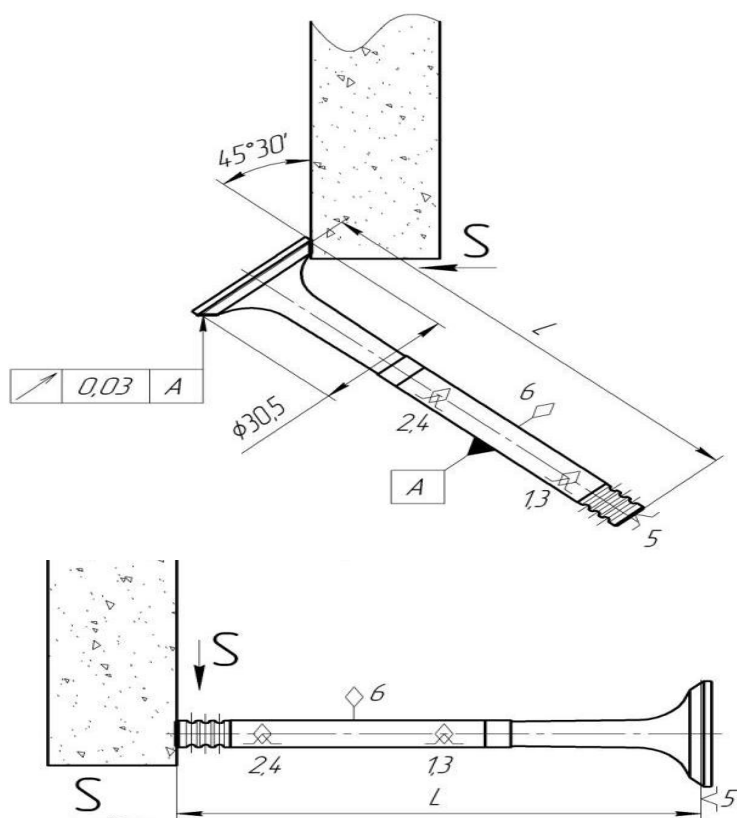


Рисунок 1.3 - Технологічна схема ремонту впускного клапана,

1 - операція шліфування фаски сідла тарілки, 2 - операція шліфування торця стрижня.

Відновлення працездатності клапана передбачає оброблення його основних робочих поверхонь, які найбільше піддаються зношенню в процесі експлуатації двигуна. До таких поверхонь належать робоча фаска тарілки клапана та торець стрижня. Саме ці елементи забезпечують герметичність камери згоряння, правильну передачу зусиль у приводі клапанного механізму та стабільну роботу газорозподільного механізму.

Першою операцією є шліфування робочої фаски тарілки клапана. У процесі роботи двигуна ця поверхня контактує із сідлом клапана та перебуває під дією високих температур, тиску газів і ударних навантажень. Внаслідок цього на фасці можуть виникати сліди зношення, раковини, прогари, задири та порушення геометричної форми. Шліфування фаски дозволяє відновити правильний кут робочої поверхні, усунути незначні дефекти та забезпечити щільне прилягання клапана до сідла.

Особливе значення має дотримання кута шліфування фаски. Для більшості клапанів робочий кут фаски становить близько  $45^\circ$ , що забезпечує надійне ущільнення та ефективне відведення теплоти від тарілки клапана до сідла. Під час оброблення необхідно забезпечити співвісність фаски зі стрижнем клапана, оскільки навіть незначне биття може призвести до неповного прилягання клапана, втрати компресії та подальшого прогару робочої поверхні.

Другою операцією є шліфування торця стрижня клапана. Торець стрижня контактує з елементами приводу клапанного механізму - коромислом, штовхачем або гідрокомпенсатором. У процесі експлуатації на цій поверхні можуть з'являтися вм'ятини, наклеп, задири та нерівномірне зношення. Такі дефекти порушують правильну передачу зусилля, ускладнюють регулювання теплового зазору та можуть спричинити появу стукоту в клапанному механізмі.

Шліфування торця стрижня виконують з метою відновлення його плоскої форми та перпендикулярності до осі клапана. Після оброблення торець повинен

мати рівну поверхню без рисок, задирів і місцевих заглиблень. Недотримання геометрії цієї поверхні може призвести до нерівномірного контакту з деталями приводу, підвищеного місцевого навантаження та прискореного зношення.

Під час ремонту клапана важливо контролювати основні геометричні параметри: діаметр стрижня, довжину клапана, стан робочої фаски, биття тарілки відносно осі стрижня, а також якість оброблених поверхонь. Якщо зношення стрижня, прогар тарілки або деформація клапана перевищують допустимі значення, такий клапан доцільно не відновлювати, а замінити новим.

Після шліфування робочої фаски клапана зазвичай виконують перевірку якості його прилягання до сідла. Для цього може застосовуватися контроль за прямою контакту, перевірка герметичності або притирання клапана до сідла з використанням спеціальної пасти. При цьому необхідно ретельно очищати деталі після притирання, оскільки залишки абразивного матеріалу можуть потрапити в напрямну втулку та спричинити інтенсивне зношення стрижня клапана.

Таким чином, ремонт впускного клапана шляхом шліфування фаски тарілки та торця стрижня дозволяє відновити його функціональні властивості за умови, що зношення деталей не перевищує допустимих меж. Якісне виконання цих операцій забезпечує герметичність камери згоряння, правильну роботу клапанного механізму та підвищення ресурсу двигуна після ремонту.

## **2 ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ**

### **2.1 Загальна характеристика впускного клапана як об'єкта ремонту**

Впускний клапан є одним з основних елементів газорозподільного механізму двигуна внутрішнього згоряння. Його основним призначенням є своєчасне відкриття впускного каналу та забезпечення надходження паливо-повітряної суміші або повітря в циліндр двигуна. Під час роботи двигуна клапан здійснює зворотно-поступальний рух, взаємодіє із сідлом, напрямною втулкою, пружиною, коромислом або штовхачем, а також працює в умовах підвищених температур і динамічних навантажень.

У процесі експлуатації впускний клапан піддається механічному зношенню, утворенню нагару, корозійному впливу продуктів згоряння, а також тепловим деформаціям. Основними робочими поверхнями клапана, що потребують контролю та відновлення, є стрижень клапана, робоча фаска тарілки, торець стрижня, фаска торця стрижня, жароміцна частина тарілки та поясок тарілки. Порушення геометрії або зношення цих поверхонь призводить до погіршення герметичності камери згоряння, зниження компресії, появи стукоту в клапанному механізмі та зменшення ресурсу двигуна.

Тому під час ремонту клапана необхідно виконати комплекс операцій, спрямованих на очищення, дефектування, відновлення геометричних параметрів, шліфування робочих поверхонь, притирання та контроль якості виконаних робіт.

### **2.2 Аналіз дефектів впускного клапана та вибір способів їх усунення**

Під час дефектування впускного клапана визначають його технічний стан і можливість подальшого використання після ремонту. Основними дефектами впускного клапана є: нагар на тарілці та стрижні клапана; зношування робочої фаски тарілки; прогар або раковини на фасці клапана; зношення торця стрижня;

викривлення стрижня клапана; зменшення діаметра стрижня внаслідок зношення; пошкодження фаски торця стрижня; порушення геометрії тарілки клапана; збільшене биття тарілки відносно осі стрижня.

Для усунення зазначених дефектів застосовують мийні, слюсарні, правочні, токарні, шліфувальні, притирочні та контрольні операції. Вибір способу ремонту залежить від характеру дефекту, величини зношення та допустимих ремонтних розмірів.

Нагар і забруднення видаляють під час мийної та токарної операцій. Незначне викривлення стрижня усувають правкою на гідравлічному пресі. Зношені робочі поверхні відновлюють шліфуванням у номінальний або ремонтний розмір. Для забезпечення герметичності посадки клапана на сідло після шліфування виконують притирання робочої фаски. Завершальним етапом є контроль геометричних параметрів клапана та якості оброблених поверхонь.

### **2.3 Розроблення маршрутного технологічного процесу ремонту впускного клапана**

На основі аналізу дефектів і можливих способів їх усунення розроблено маршрутний технологічний процес ремонту впускного клапана. Він включає послідовність операцій, які забезпечують очищення клапана, виявлення дефектів, відновлення робочих поверхонь та контроль придатності деталі до подальшої експлуатації.

Технологічний процес ремонту впускного клапана приведено в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Технологічний процес ремонту впускного клапана

№ операції	Найменування операції	Зміст операції	Устаткування
005	Мийна	Миття клапана та очищення від грязьових і масляних відкладень	Пересувна мийка для дрібних деталей RAASM 70365
010	Дефектувальна	Дефектування клапана, визначення виду зношення	Слюсарний верстат, індикатор

		та вибір методу відновлення для кожної поверхні	годинникового типу, мікрометр, штангенциркуль
015	Правочна	Виправлення стрижня клапана на пресі, усунення кривизни	Werther International PR10PM
020	Шліфувальна	Зняття нагару зі стрижня клапана та шліфування до номінального або ремонтного розміру	Верстат для шліфування клапанів VG-100/VG-100A
025	Токарна	Зняття нагару з жароміцної частини тарілки клапана	Токарний верстат 16K20
030	Токарна	Зняття нагару з торця тарілки клапана та пояска тарілки	Токарний верстат 16K20
035	Шліфувальна	Шліфування робочої фаски тарілки клапана в ремонтний розмір	Верстат для шліфування клапанів VG-100/VG-100A
040	Шліфувальна	Шліфування торця стрижня клапана в ремонтний розмір	Верстат для шліфування клапанів VG-100/VG-100A
045	Шліфувальна	Шліфування фаски торця стрижня клапана	Верстат для шліфування клапанів VG-100/VG-100A
050	Притирочна	Притирання фаски тарілки клапана до сідла	Пристосування для притирання клапанів P-177M
055	Мийна	Миття клапана після механічної обробки, очищення від стружки, абразиву та мастильно-охолоджувальної рідини	Пересувна мийка для дрібних деталей RAASM 70365
060	Контрольна	Контроль виконаних розмірів і якості відновлених поверхонь	Слюсарний верстат, індикатор годинникового типу, мікрометр, штангенциркуль

Запропонована послідовність виконання операцій є раціональною, оскільки спочатку виконуються очищення та дефектування деталі, після чого проводяться відновлювальні операції. Завершальне миття необхідне для

видалення залишків абразиву, стружки та мастильно-охолоджувальної рідини, які можуть спричинити прискорене зношення деталей під час подальшої експлуатації двигуна.

## **2.4 Вибір обладнання, пристосувань та інструменту**

Для виконання технологічного процесу ремонту впускного клапана необхідно застосовувати обладнання, яке забезпечує задану точність оброблення, якість поверхні та безпечні умови праці.

Для мийних операцій використовується пересувна мийка для дрібних деталей RAASM 70365. Вона забезпечує очищення клапана від масляних, грязьових і смолистих відкладень перед дефектуванням та після механічної обробки.

Дефектування клапана виконується на слюсарному верстаті з використанням вимірювального інструменту: мікрометра, штангенциркуля, індикатора годинникового типу та бієноміра. За допомогою цих засобів контролюють діаметр стрижня, довжину клапана, биття тарілки, стан фаски та торця стрижня.

Для усунення викривлення стрижня використовується гідравлічний прес Werther International PR10PM із ручним приводом і максимальним зусиллям до 10 т. Правка повинна виконуватися обережно, з проміжним контролем биття, щоб не допустити виникнення додаткових деформацій або тріщин.

Шліфувальні операції виконуються на VG-100 Valve Grinding Machine із застосуванням спеціального пристосування для закріплення клапана. Шліфування дає можливість відновити робочу фаску тарілки, торець стрижня, фаску торця та поверхню стрижня з необхідною точністю.

Для токарних операцій використовується токарний верстат 16K20. На ньому виконують очищення жароміцної частини тарілки, торця тарілки та пояска від нагару і продуктів зношення. Оброблення повинно виконуватися з мінімальним зняттям металу, щоб не послабити тарілку клапана.

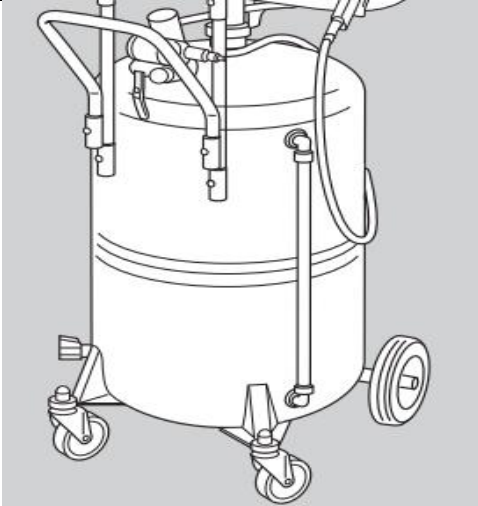
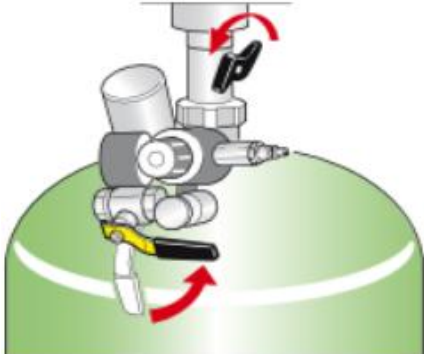
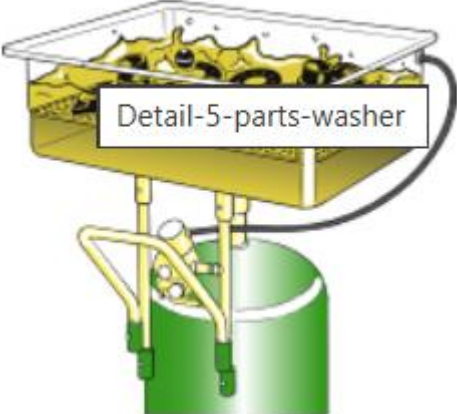
Притирання клапана до сідла виконується за допомогою пристосування Р-177М. Ця операція забезпечує щільний контакт робочої фаски клапана із сідлом і підвищує герметичність камери згоряння.

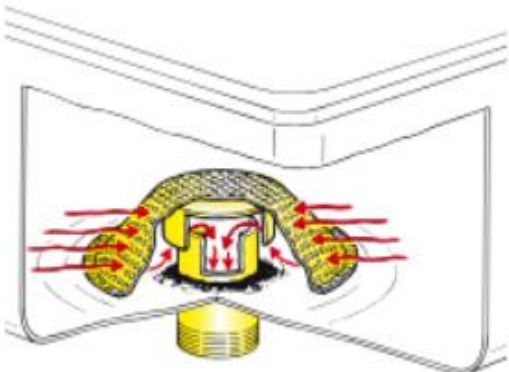
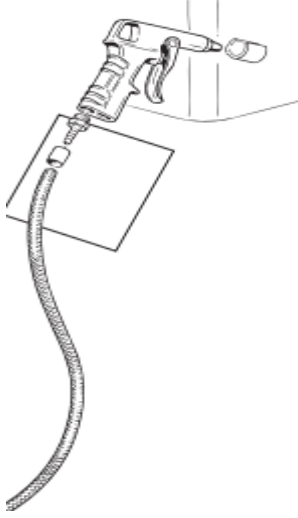
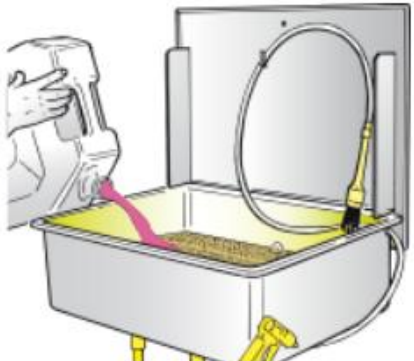
## 2.5 Технологічний процес і устаткування для миття клапанів від забруднення

В таблиці 2.2 приведено послідовність виконання операцій технологічного процесу миття клапанів від забруднення.

Таблиця 2.2 Технологічний процес миття клапанів від забруднення.

№	Назва елемента вузла мийки	Операція в маршрутній карті	Зміст операції
1	Знімна кришка мийної ванни	Підготовча	Відкрити кришку мийної ванни, перевірити чистоту робочої зони та готовність обладнання до виконання мийної операції.
2	 <p>Мийна ванна об'ємом 20 л</p>	Мийна	Розмістити впускний клапан у ванні для очищення від масляних, грязьових і смолистих відкладень. За потреби виконати промивання деталі методом занурення.

3	 <p>Бак для мийної рідини об'ємом 45 л</p>	Підготовча мийна	Заповнити бак мийною рідиною в необхідній кількості. Для правильної роботи обладнання використовують приблизно 38–42 л мийної рідини.
4	 <p>Пневматична система низького тиску</p>	Підготовча	Підключити мийну ванну до стисненого повітря та встановити робочий тиск. Максимальний робочий тиск обладнання становить 0,5 бар.
5	 <p>Режим промивання зануренням</p>	Мийна	Занурити клапан у мийну рідину для розм'якшення і видалення забруднень, нагару та залишків мастила перед дефектуванням або після механічної обробки.

7	 <p>Декантаційна решітка / фільтр</p>	Допоміжна	Використати решітку або фільтр для відокремлення механічних домішок, стружки, абразиву та твердих частинок від мийної рідини.
8	 <p>Продувальний пістолет</p>	Сушильна завершальна	Після миття виконати продування клапана стисненим повітрям для видалення залишків мийної рідини з поверхні та важкодоступних зон. Максимальний тиск продувального пістолета — 12 бар.
9	 <p>Мийна рідина для механічних деталей</p>	Підготовча	Використовувати спеціальну мийну рідину для очищення механічних деталей відповідно до рекомендацій виробника. Не застосовувати корозійні або небезпечні рідини.

10	 <p data-bbox="368 506 786 539">Зливна сервісна зона бака</p>	Обслуговувальна	Після забруднення мийної рідини виконати її заміну або очищення згідно з правилами технічного обслуговування обладнання.
----	--	-----------------	--

## 2.6 Процес дефектування та використовуване устаткування

Дефектування впускного клапана виконують з метою визначення його технічного стану, виявлення характеру та величини зношення, а також прийняття рішення щодо подальшого ремонту або заміни деталі. Для проведення дефектувальної операції застосовують контрольно-вимірвальне оснащення, яке дозволяє перевірити основні геометричні параметри клапана, стан його робочих поверхонь, наявність тріщин, прогарів, раковин, задирів і деформацій. Контрольно-вимірвальні інструменти та оснащення і їх службове призначення приведено в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Контрольно-вимірвальні інструменти та оснащення для дефектування впускного клапана



№	Назва	Операція в маршрутній карті	Зміст операції
1	Мікрометр	Дефектувальна, контрольна	Виміряти діаметр стрижня клапана у декількох перерізах по довжині для визначення величини зношення та овальності. У ремонтних інструкціях для двигунів діаметр стрижня клапана контролюють мікрометром.
2	Штангенциркуль	Дефектувальна, контрольна	Виміряти загальну довжину клапана, діаметр тарілки, товщину

			кромки тарілки та інші лінійні розміри. У ремонтних інструкціях довжину клапана контролюють штангенциркулем.
3	Індикатор годинникового типу	Дефектувальна, контрольна	Визначити биття тарілки клапана, кривизну стрижня або відхилення робочих поверхонь від осі клапана. Індикатор застосовують для контролю биття та відхилень при обертанні деталі.
4	Магнітна стійка для індикатора	Дефектувальна, контрольна	Закріпити індикатор годинникового типу у потрібному положенні під час перевірки биття клапана.
5	Контрольні V-призми	Дефектувальна, контрольна	Встановити клапан на призми для перевірки прямолінійності стрижня та биття тарілки при обертанні деталі. V-призми широко застосовують під час ручного контролю биття та круглості деталей типу валів.
6	Лупа або візуальний оглядовий інструмент	Дефектувальна	Оглянути робочу фаску, тарілку та торець стрижня для виявлення тріщин, прогарів, раковин, задирів, нагару та інших поверхневих дефектів.
7	Карта дефектування. Журнал контролю	Документальна	Занести результати вимірювань, визначити придатність клапана до ремонту або необхідність його заміни.

## 2.7 Технологічний процес шліфування фаски клапана

В таблиці 2.4 приведено послідовність виконання операцій технологічного процесу шліфування фаски клапана.

Таблиця 2.3 Технологічний процес шліфування фаски клапана.

№	Назва елемента	Технологічна операція	Зміст операції
1	 рукоятка точної подачі	Налагоджувальна, шліфувальна	Виконати плавне підведення шліфувального круга до робочої поверхні клапана. Рукояткою точної подачі задають малу величину знімання металу під час чистового шліфування фаски клапана.
2	 лімб рукоятки подачі	Налагоджувальна, контрольна	Встановити необхідну величину подачі за шкалою лімба. Лімб дозволяє контролювати глибину шліфування та забезпечити рівномірне зняття припуску з робочої фаски або торця стрижня клапана.
3	 алмазний правлячий пристрій круга	Правильна	Виконати правку шліфувального круга, який використовується для оброблення робочої фаски тарілки клапана. Правка необхідна для відновлення

	для фаски клапана		геометрії круга, усунення забивання абразиву та забезпечення чистоти шліфування.
4	 <p>алмазнийправлячий пристрій круга для торця стрижня</p>	Правильна	Виконати правку шліфувального круга для шліфування торця стрижня клапана. Операція забезпечує рівну робочу поверхню круга і точне оброблення торця стрижня без перекосів.
5	 <p>шліфування торця стрижня</p>	Шліфувальна	Встановити клапан у пристрій для шліфування торця стрижня та виконати зняття зношеного шару металу. Метою операції є відновлення плоскої форми торця стрижня та правильного контакту з елементами приводу клапанного механізму.
6	 <p>зняття фаски торця стрижня</p>	Шліфувальна	Виконати шліфування фаски на торці стрижня клапана. Операція потрібна для усунення гострих кромek, задирок і

			забезпечення правильної взаємодії стрижня з деталями приводу клапана.
7	 <p>обмежувач ходу шліфувального круга</p>	Налагоджувальна	Встановити обмежувач переміщення шліфувального круга відповідно до довжини та положення оброблюваної поверхні. Це запобігає надмірному переміщенню круга і забезпечує повторюваність оброблення.
8	 <p>обмежувач глибини затиску стрижня клапана</p>	Налагоджувальна	Встановити глибину затиску стрижня клапана в патроні або цанзі. Обмежувач забезпечує однакове положення клапана під час оброблення та сприяє точному шліфуванню фаски.
9	 <p>підключення повітря та електроживлення</p>	Підготовча	Підключити верстат до електромережі та, за потреби, до пневматичної системи. Перевірити справність підключень, роботу приводу, освітлення, подачі

			охолоджувальної рідини або пневмозатиску.
10	 <p>поворотна плита встановлення кута клапана</p>	Налагоджувальна	Встановити необхідний кут шліфування робочої фаски клапана, наприклад 45°. Поворотна плита дозволяє точно задати кут оброблення відповідно до технічних вимог ремонту клапана.

При шліфуванні робочої фаски клапана необхідно зняти мінімальний шар металу, достатній для усунення дефектів поверхні. Надмірне зняття металу є небажаним, оскільки воно змінює геометрію тарілки клапана, зменшує її міцність і може погіршити умови тепловідведення.

Загальний припуск на шліфування визначається за формулою:

$$Z = h_{\text{д}} + h_{\text{н}} + h_{\text{з}},$$

Де:  $Z$  — загальний припуск на шліфування, мм;

$h_{\text{д}}$  — глибина дефектного шару, мм;

$h_{\text{н}}$  — величина нерівностей поверхні, мм;

$h_{\text{з}}$  — запас на чистове шліфування, мм.

Для впускного клапана приймаємо:

$$h_{\text{д}} = 0,10 \text{ мм},$$

$$h_{\text{н}} = 0,03 \text{ мм},$$

$$h_{\text{з}} = 0,02 \text{ мм}.$$

Тоді:

$$Z = 0,10 + 0,03 + 0,02 = 0,15 \text{ мм}.$$

Отже, орієнтовний припуск на шліфування робочої фаски тарілки клапана становить:

$$Z = 0,15 \text{ мм}$$

Такий припуск дозволяє усунути незначні раковини, сліди зношення та порушення геометрії фаски без значного послаблення тарілки клапана.

Для шліфування робочої фаски клапана необхідно вибрати раціональні режими оброблення, які забезпечують необхідну якість поверхні та не спричиняють перегріву деталі.

Швидкість різання під час шліфування визначається за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000},$$

Де:  $V$  — швидкість різання, м/хв;

$D$  — діаметр шліфувального круга, мм;

$n$  — частота обертання шліфувального круга, об/хв.

Приймаємо діаметр шліфувального круга:

$$D = 300 \text{ мм}$$

частоту обертання круга:

$$n = 1500 \text{ об/хв}$$

Тоді:

$$V = \frac{3,14 \cdot 300 \cdot 1500}{1000} = 1413 \text{ м/хв.}$$

У перерахунку на метри за секунду:

$$V = \frac{1413}{60} = 23,55 \text{ м/с.}$$

Отримане значення швидкості різання відповідає допустимому діапазону для шліфувальних операцій.

Для операції чистового шліфування фаски клапана приймаємо наступні режими:

Параметр	Позначення	Значення
Діаметр шліфувального круга	$D$ , мм	300
Частота обертання круга	$n$ , об/хв	1500
Швидкість шліфування	$V$ , м/с	23,55

Глибина шліфування за прохід	t, мм	0,02–0,05
Загальний припуск	Z, мм	0,15
Кількість проходів	i	3–5

Кількість проходів визначається за формулою:

$$i = \frac{Z}{t}.$$

Якщо прийняти глибину шліфування за один прохід:

$$t = 0,03 \text{ мм},$$

тоді:

$$i = \frac{0,15}{0,03} = 5.$$

Отже, для зняття припуску 0,15 мм доцільно виконати приблизно 5 проходів.

Токарне оброблення застосовують для зняття нагару з жароміцної частини тарілки клапана, торця тарілки та пояска. Основною вимогою до цієї операції є мінімальне зняття металу, оскільки надмірне оброблення може призвести до зменшення міцності тарілки.

Швидкість різання при токарній обробці визначається за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000},$$

Де: D — діаметр оброблюваної поверхні, мм;

n — частота обертання шпинделя, об/хв.

Приймаємо: D = 30 мм; n = 500 об/хв

Тоді:

$$V = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 500}{1000} = 47,1 \text{ м/хв.}$$

Для операції токарного зняття нагару приймаємо наступні режими:

Параметр	Позначення	Значення
Діаметр оброблення	D, мм	30
Частота обертання шпинделя	n, об/хв	500

Швидкість різання	V, м/хв	47,1
Глибина різання	t, мм	0,1–0,2
Подача	S, мм/об	0,05–0,10

Такі режими є орієнтовними та можуть уточнюватися залежно від матеріалу клапана, стану поверхні та характеристик ріжучого інструменту.

Основний час шліфування визначається за формулою:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{S_{\text{позд}} \cdot n},$$

Де:  $T_o$  — основний час оброблення, хв;

$L$  — довжина оброблюваної поверхні, мм;

$i$  — кількість проходів;

$S_{\text{позд}}$  — позадвжняя подача, мм/об;

$n$  — частота обертання деталі або інструмента, об/хв.

Для шліфування фаски клапана приймаємо:

$$L = 6 \text{ мм},$$

$$i = 5,$$

$$S_{\text{позд}} = 0,05 \text{ мм/об},$$

$$n = 500 \text{ об/хв}.$$

Тоді:

$$T_o = \frac{6 \cdot 5}{0,05 \cdot 500} = \frac{30}{25} = 1,2 \text{ хв}.$$

Основний час шліфування фаски клапана становить приблизно:  $T_o = 1,2$  хв

З урахуванням допоміжного часу на встановлення, закріплення, підведення інструмента, контроль і зняття деталі загальний штучний час буде більшим.

Штучний час на виконання операції визначається за формулою:

$$T_{\text{шт}} = T_o + T_d + T_{\text{обс}} + T_v,$$

Де:  $T_{\text{шт}}$  — штучний час, хв;

$T_o$  — основний час, хв;

$T_d$  — допоміжний час, хв;

$T_{обс}$  — час на обслуговування робочого місця, хв;

$T_e$  — час на відпочинок і особисті потреби, хв.

Для орієнтовного розрахунку приймаємо:

$$T_d = 0,5T_o,$$

$$T_{обс} = 0,1(T_o + T_d),$$

$$T_b = 0,05(T_o + T_d).$$

Для шліфувальної операції, де:  $T_o=1,2$  хв,

Отримаємо:

$$T_d = 0,5 \cdot 1,2 = 0,6 \text{ хв},$$

$$T_{обс} = 0,1(1,2 + 0,6) = 0,18 \text{ хв},$$

$$T_b = 0,05(1,2 + 0,6) = 0,09 \text{ хв}.$$

Тоді:

$$T_{шт} = 1,2 + 0,6 + 0,18 + 0,09 = 2,07 \text{ хв}.$$

Отже, штучний час на шліфування фаски клапана становить приблизно:

$$T_{шт}=2,07 \text{ хв}$$

Для всього технологічного процесу ремонту впускного клапана орієнтовний штучний час можна подати в табличній формі.

Таблиця 2.4 - Орієнтовний штучний час для технологічного процесу ремонту впускного клапана

№ операції	Найменування операції	Орієнтовний штучний час, хв
005	Мийна	4,0
010	Дефектувальна	6,0
015	Правочна	5,0
020	Шліфування стрижня	4,0
025	Токарне очищення жароміцної частини тарілки	3,0

030	Токарне очищення торця та пояска тарілки	3,0
035	Шліфування фаски тарілки	2,1
040	Шліфування торця стрижня	2,0
045	Шліфування фаски торця стрижня	1,5
050	Притирання фаски клапана	5,0
055	Мийна після оброблення	4,0
060	Контрольна	5,0
	Сумарний час	44,6 хв

Отже, орієнтовний штучний час ремонту одного впускного клапана становить:

$$T_{\text{шт.заг}} = 44,6 \text{ хв.}$$

У годинах:

$$T_{\text{шт.заг}} = \frac{44,6}{60} = 0,74 \text{ год.}$$

## 2.8 Технологічне забезпечення процесу притирання клапана до сідла

Притирання клапана до сідла виконується після шліфування робочої фаски тарілки клапана з метою забезпечення щільного та рівномірного контакту між фаскою клапана і сідлом. Для виконання цієї операції застосовується пристосування для притирання клапанів Р-177М або його сучасний аналог. У процесі притирання на робочу фаску наносять тонкий шар притирочної пасти, після чого клапан здійснює зворотно-обертальні рухи відносно сідла. Це дозволяє усунути незначні мікронерівності, отримати рівномірну пляму контакту та підвищити герметичність камери згоряння.

Після завершення притирання клапан і сідло необхідно ретельно очистити від залишків абразивної пасти, оскільки її потрапляння в напрямку втулки може спричинити інтенсивне зношення стрижня клапана та втулки під час подальшої роботи двигуна. Якість притирання контролюють за рівномірністю контактної пояски на фасці клапана і сідлі, а також перевіркою герметичності.

Таблиця 2.5 – Технологічне оснащення для притирання впускного клапана до сідла

№	Інструмент та оснащення	Технологічна операція	Зміст операції
1	Пристосування для притирання клапанів Р-177М	Притирочна	Забезпечити зворотно-обертальний рух клапана відносно сідла для формування рівномірної плями контакту.
2	Притирочна паста	Притирочна	Нанести тонкий шар пасти на робочу фаску клапана для усунення мікронерівностей поверхонь.
3	Головка блока циліндрів із сідлом клапана	Притирочна	Використовується як базова деталь, у якій клапан притирається до відповідного сідла.
4	Напрямна втулка клапана	Допоміжна	Забезпечує правильне положення стрижня клапана під час притирання.
5	Мийна рідина, очищувач деталей	Завершальна	Видалити залишки абразивної пасти з клапана, сідла та прямої втулки після притирання.
6	Візуальний контроль, лупа	Контрольна	Перевірити рівномірність контактної плями на фасці клапана та сідлі.
7	Засіб перевірки герметичності	Контрольна	Перевірити щільність прилягання клапана до сідла після завершення операції.

## **2.9 Технічні вимоги до відремонтованого впускного клапана**

Після виконання ремонтних операцій впускний клапан повинен відповідати технічним вимогам, які забезпечують його надійну роботу в газорозподільному механізмі двигуна. Основними вимогами є відновлення правильної геометрії робочої фаски, забезпечення співвісності стрижня і тарілки клапана, відсутність тріщин, прогарів, раковин, задирів і залишкової деформації стрижня.

Робоча фаска клапана після шліфування повинна мати рівну поверхню без рисок, припалів і місцевих заглиблень. Контактний поясок після притирання має бути рівномірним по всьому колу, без розривів і темних плям. Нерівномірна пляма контакту свідчить про порушення посадки клапана на сідло, наявність перекоосу або залишкове биття тарілки.

Стрижень клапана повинен мати правильну циліндричну форму, без задирів, слідів прихоплення, надмірного зношення та викривлення. Його поверхня повинна забезпечувати вільне переміщення клапана в напрямній втулці без заїдань і підклинювання. Торцева поверхня стрижня після шліфування повинна бути плоскою та перпендикулярною до осі клапана, оскільки від цього залежить правильна передача зусилля від елементів приводу клапанного механізму.

Після ремонту клапан допускається до подальшого використання лише за умови, що всі контрольовані параметри перебувають у межах допустимих значень, а робочі поверхні не мають дефектів, які можуть спричинити втрату герметичності, підвищене зношення або руйнування деталі під час експлуатації.

## **2.10 Контроль якості виконання ремонтних операцій**

Контроль якості є завершальним етапом технологічного процесу ремонту впускного клапана. Його виконують після шліфування, притирання, миття та

очищення деталі від залишків абразиву і мастильно-охолоджувальної рідини. Метою контролю є перевірка відповідності відремонтованого клапана технічним вимогам і визначення його придатності до встановлення в двигун (табл. 2.6).

Таблиця 2.6 Параметри, які підлягають контролю якості технологічного процесу ремонту впускного клапана.

№	Контрольований параметр	Засіб контролю	Мета контролю
1	Діаметр стрижня клапана	Мікрометр	Визначення зношення та овальності стрижня
2	Загальна довжина клапана	Штангенциркуль	Перевірка відповідності розміру після оброблення торця
3	Биття тарілки клапана	Індикатор годинникового типу	Виявлення перекосу або деформації тарілки
4	Прямолінійність стрижня	Індикатор, контрольні призми	Перевірка залишкової кривизни після правки
5	Стан робочої фаски	Візуальний огляд, лупа	Виявлення ризик, раковин, прогарів і припалів
6	Якість прилягання клапана до сідла	Контроль плями контакту	Перевірка рівномірності посадки клапана
7	Герметичність клапана	Перевірка рідиною або вакуумним способом	Визначення щільності прилягання клапана до сідла

Особливу увагу приділяють контролю робочої фаски та контактної пояски. Після притирання на фасці повинна утворитися рівномірна матова смуга однакової ширини по всьому колу. Якщо контактний поясок має розриви,

різну ширину або зміщений до краю фаски, необхідно повторно перевірити стан сідла, напрямної втулки та правильність оброблення клапана.

Герметичність клапана можна перевірити шляхом заливання контрольної рідини у відповідний канал головки блока циліндрів або за допомогою вакуумного приладу. Відсутність просочування рідини або стабільне значення вакууму свідчить про якісне прилягання клапана до сідла.

## 2.11 Послідовність виконання операцій складання клапанного вузла після ремонту

Після завершення ремонту та контролю якості клапан може бути встановлений у головку блока циліндрів. Перед складанням необхідно переконатися, що клапан, сідло, напрямна втулка та інші елементи очищені від залишків абразивної пасти, стружки, нагару і мийної рідини. Послідовність виконання операцій по складанню клапанового вузла приведена в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 Операції технологічного процесу складання клапанового вузла.

№	Назва операцій	Зміст операцій
1	Очищення деталей	Промити клапан, сідло та напрямну втулку, видалити залишки пасти й абразиву
2	Змащування стрижня	Нанести тонкий шар моторної оливи на стрижень клапана
3	Встановлення клапана	Вставити клапан у напрямну втулку без перекосу та заїдання
4	Встановлення маслосніжного ковпачка	Встановити ковпачок із використанням відповідного оправлення
5	Встановлення пружини	Розмістити пружину і тарілку пружини на клапані
6	Монтаж сухарів	Стиснути пружину пристосуванням і

		встановити сухарі в канавку стрижня
7	Перевірка складання	Переконатися у правильному положенні сухарів і вільному переміщенні клапана

Після складання необхідно перевірити легкість переміщення клапана у напрямній втулці. Клапан повинен рухатися без заїдань і надмірного люфту. Також перевіряють правильність встановлення сухарів, оскільки їх неправильна посадка може призвести до розбирання клапанного механізму під час роботи двигуна.

## 2.12 Висновки

У технологічному розділі розроблено комплексний технологічний процес ремонту впускного клапана двигуна внутрішнього згоряння. Встановлено, що основними дефектами клапана є зношення робочої фаски, нагар на тарілці та стрижні, зношення торця стрижня, викривлення стрижня та порушення герметичності посадки клапана на сідло.

Для усунення зазначених дефектів запропоновано послідовність операцій, яка включає миття, дефектування, правку, токарне оброблення, шліфування, притирання, повторне миття та контроль. Обґрунтовано вибір обладнання, пристосувань та вимірювального інструменту для виконання кожної операції.

Проведено орієнтовний розрахунок припуску на шліфування робочої фаски клапана, який становить 0,15 мм. Визначено режими шліфування і токарного оброблення, а також розраховано орієнтовний штучний час ремонту одного впускного клапана, який становить приблизно 44,6 хв.

Запропонований технологічний процес дозволяє відновити працездатність впускного клапана, забезпечити герметичність його посадки на сідло, правильну взаємодію з елементами газорозподільного механізму та підвищити ресурс роботи двигуна після ремонту.

## 3 КОНСТРУКТОРСЬКИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Гідравлічний прес для правки стрижня впускного клапана

Для виконання правочної операції під час ремонту впускного клапана використовується гідравлічний ручний прес з максимальним зусиллям 10 т. Даний пристрій призначений для контрольованого прикладання зусилля до деталі з метою усунення незначної кривизни стрижня клапана.

Основними елементами преса є несуча рама, гідравлічний циліндр, ручний насос, манометр, регульований робочий стіл та опорні елементи (рис. 3.1). Рама преса сприймає навантаження, що виникає під час правки, гідравлічний циліндр створює робоче зусилля, а манометр дає можливість контролювати величину прикладеного тиску.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд гідравлічного ручного пресу Werther International PR10PM

Основні технічні характеристики гідравлічного ручного пресу приведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Конструктивні елементи та технічні характеристики гідравлічного ручного преса.

№	Елемент преса	Призначення
1	Несуча рама	Сприймає зусилля, що виникають під час пресування або правки деталей
2	Верхня поперечина	Служить опорою для гідравлічного циліндра
3	Гідравлічний циліндр	Створює робоче зусилля, яке передається на деталь
4	Манометр	Дозволяє контролювати тиск у гідравлічній системі
5	Ручний насос	Забезпечує подачу робочої рідини до гідроциліндра
6	Робочий стіл	Служить опорою для встановлення деталі або пристосування
7	Опорні призми або підкладки	Забезпечують правильне базування деталі під час правки
8	Регульовальні отвори стійок	Дозволяють змінювати висоту робочого столу
9	Повертаюча пружина або механізм повернення штока	Забезпечує повернення штока у вихідне положення після зняття навантаження

Принцип роботи пристрою ґрунтується на передачі тиску робочої рідини в гідравлічній системі. Під час переміщення рукоятки ручного насоса рідина подається до гідроциліндра, унаслідок чого шток переміщується вниз і створює зусилля на деталь. Максимальне зусилля преса становить:

$$F = m \cdot g = 10000 \cdot 9,81 = 98100 \text{ Н} = 98,1 \text{ кН.}$$

Отже, прес зусиллям 10 т забезпечує навантаження близько 98,1 кН, чого достатньо для виконання правки стрижня клапана.

Під час виконання операції клапан установлюють на опорні призми або спеціальне пристосування так, щоб місце найбільшого відхилення стрижня розташовувалося під штоком преса. Зусилля прикладають поступово, без ударів, з проміжним контролем биття за допомогою індикатора годинникового типу. Після кожного прикладання навантаження перевіряють залишкову кривизну стрижня.

Застосування гідравлічного преса є доцільним, оскільки він забезпечує плавне навантаження, можливість контролю зусилля та знижує ризик пошкодження клапана порівняно з ударними способами правки. Прес використовується лише для клапанів із незначною деформацією; у разі значного викривлення, тріщин або прогару тарілки клапан підлягає заміні.

### 3.2 Вибір верстата для шліфування клапанів VG-100/VG-100A

Для виконання шліфувальних операцій у технологічному процесі ремонту впускного клапана доцільно застосовувати спеціалізований верстат для шліфування клапанів VG-100/VG-100A. Дане обладнання призначене для відновлення робочих поверхонь клапанів двигунів внутрішнього згоряння, зокрема для шліфування фаски тарілки клапана, торця стрижня та зняття фаски з торця стрижня.

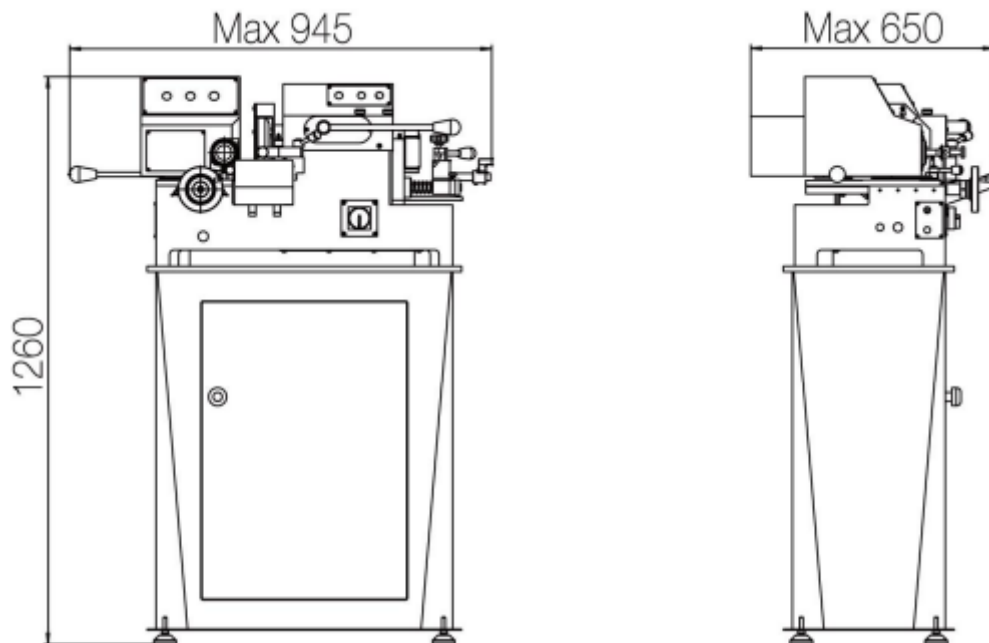


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд верстата для шліфування клапанів VG-100/VG-100A

Верстат VG-100/VG-100A є спеціалізованим обладнанням для ремонту клапанів, тому його використання є більш доцільним порівняно з універсальним круглошліфувальним верстатом. Конструкція верстата

передбачає наявність окремих вузлів для оброблення робочої фаски клапана та торця стрижня, що дозволяє виконувати основні ремонтні операції на одному робочому місці. На загальному вигляді верстата показані основні елементи: шліфувальне колесо фаски клапана, шліфувальне колесо торця стрижня, пристрій для шліфування та зняття фаски торця стрижня, поворотна плита кута клапана, рукоятка точної подачі, лімб подачі, система охолодження, пневматичний затиск і панель керування .

Верстат може використовуватись для виконання наступних операцій технологічного процесу ремонту впускного клапана:

- шліфування робочої фаски тарілки клапана;
- шліфування торця стрижня клапана;
- зняття фаски з торця стрижня;
- відновлення геометрії робочих поверхонь клапана;
- підготовка клапана до подальшого притирання до сідла.



Рисунок 3.3 – Основні робочі та налагоджувальні елементи верстата VG-100/VG-100A

Для забезпечення точного та якісного шліфування клапанів верстат VG-100/VG-100A має низку конструктивних елементів, які виконують робочі, налагоджувальні та допоміжні функції. Основні вузли верстата забезпечують правильне базування клапана, встановлення кута шліфування, контрольовану

подачу шліфувального круга, охолодження зони оброблення та підтримання геометрії абразивного інструменту. Основні конструктивні елементи верстата наведено в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Основні конструктивні елементи верстата VG-100/VG-100A

№	Конструктивний елемент	Призначення
1	Пневматичний самовстановлювальний патрон	Забезпечує точне затискання стрижня клапана під час шліфування
2	Шліфувальний круг для фаски клапана	Виконує оброблення робочої фаски тарілки клапана
3	Шліфувальний круг для торця стрижня	Забезпечує шліфування торцевої поверхні стрижня
4	Поворотна плита встановлення кута клапана	Дозволяє встановити потрібний кут шліфування фаски
5	Рукоятка точної подачі	Забезпечує плавне підведення круга до оброблюваної поверхні
6	Обмежувач ходу шліфувального круга	Запобігає надмірному переміщенню круга
7	Сопло подачі охолоджувальної рідини	Подає охолоджувальну рідину в зону шліфування
8	Алмазний правлячий інструмент	Використовується для правки шліфувального круга
9	Панель керування	Забезпечує керування роботою верстата
10	Світлодіодне освітлення	Покращує видимість робочої зони

Згідно з технічними характеристиками, верстат VG-100/VG-100A забезпечує оброблення клапанів із діаметром стрижня 4–14 мм, довжиною стрижня 54–260 мм, діаметром головки клапана 20–102 мм і загальною довжиною клапана 90–315 мм. Кут шліфування головки клапана становить 15–55°, а кут шліфування торця стрижня — 0° або 45°. Точність оброблення для

моделі VG-100 становить до 0,015 мм, а для VG-100A — до 0,005 мм, що є достатнім для якісного відновлення клапанів автомобільних двигунів .

Вибір верстата VG-100/VG-100A обумовлений тим, що робочі поверхні впускного клапана мають складну геометрію і потребують точного базування під час оброблення. Для забезпечення щільного прилягання клапана до сідла необхідно відновити правильний кут робочої фаски тарілки, усунути сліди зношення, раковини, задири та нерівномірність поверхні. Саме спеціалізований верстат для шліфування клапанів дозволяє виконати ці операції з високою точністю та повторюваністю.

Однією з важливих переваг верстата є наявність пневматичного самовстановлювального патрона, який забезпечує точне затискання стрижня клапана та правильне його положення відносно шліфувального круга. Завдяки цьому зменшується биття клапана під час оброблення і підвищується якість шліфування робочої фаски. У конструкції верстата також передбачено регулювання швидкості обертання клапана, що дозволяє підбирати оптимальний режим оброблення залежно від розмірів клапана та стану його поверхонь.

Для шліфування робочої фаски тарілки клапана використовується окреме шліфувальне колесо, а для оброблення торця стрижня — окремий вузол шліфування торця. Це спрощує технологічний процес, оскільки немає потреби переставляти деталь на інший верстат або використовувати додаткові пристосування. Верстат також оснащений алмазними правлячими пристроями для шліфувальних кругів, що дозволяє підтримувати їх правильну геометрію та забезпечувати стабільну якість оброблення.

Важливою перевагою верстата VG-100/VG-100A є наявність системи охолодження. Охолоджувальна рідина подається в зону шліфування через спеціальне сопло, що зменшує нагрівання клапана та шліфувального круга. Це особливо важливо під час оброблення робочої фаски, оскільки перегрів може призвести до зміни властивостей металу, появи припалів або погіршення якості поверхні.

Верстат має компактну конструкцію та може використовуватися в умовах ремонтної ділянки, станції технічного обслуговування або спеціалізованої майстерні з ремонту двигунів. Габаритні розміри верстата становлять 945×650×430 мм, маса верстата — 130 кг, а потужність двигуна шліфувального круга — 0,37 кВт. Такі параметри роблять обладнання зручним для розміщення на ремонтній ділянці без значних вимог до виробничої площі .

Отже, верстат VG-100/VG-100A обрано для технологічного процесу ремонту впускного клапана тому, що він є спеціалізованим обладнанням для відновлення клапанів, забезпечує точне шліфування робочої фаски тарілки, торця стрижня та фаски торця, має пневматичний самовстановлювальний патрон, систему охолодження, алмазні правлячі пристрої та можливість регулювання режимів оброблення. Використання цього верстата дозволяє підвищити якість ремонту клапана, забезпечити правильну геометрію його робочих поверхонь і підготувати деталь до подальшого притирання та встановлення в двигун.

### **3.3 Обґрунтування конструктивної схеми правки клапана**

Під час правки стрижня впускного клапана важливе значення має правильна схема базування деталі. Клапан встановлюють на дві опорні призми або спеціальні підкладки так, щоб ділянка найбільшого відхилення стрижня розташовувалася між опорами під штоком преса. Таке розміщення дозволяє прикладати зусилля безпосередньо до деформованої ділянки та поступово відновлювати прямолінійність стрижня.

Зусилля повинно прикладатися плавно, без ударних навантажень, оскільки різке деформування може спричинити появу мікротріщин або додаткове викривлення клапана. Після кожного прикладання навантаження клапан знімають з опор і перевіряють його биття за допомогою індикатора годинникового типу. Якщо залишкова кривизна перевищує допустиме значення, операцію повторюють.

Правильна конструктивна схема правки дозволяє зменшити ризик пошкодження стрижня, забезпечити контрольоване відновлення його геометрії та підвищити якість ремонту клапана.

### 3.4 Технічні вимоги до пристроїв для ремонту клапана

До обладнання та пристосувань, які застосовуються під час ремонту впускного клапана, висуваються певні технічні вимоги. Вони пов'язані з необхідністю забезпечення точності оброблення, безпечності роботи, стабільності технологічного процесу та зменшення ризику пошкодження деталі. Основні технічні вимоги приведено в табл. 3.3.

Таблиця 3.3 - Технічні вимоги до пристроїв для ремонту клапана

№	Вимога	Обґрунтування вимоги
1	Забезпечення точного базування клапана	Потрібне для зменшення биття під час шліфування
2	Можливість регулювання кута оброблення	Дозволяє відновлювати фаску клапана під потрібним кутом
3	Плавне прикладання зусилля під час правки	Запобігає пошкодженню стрижня клапана
4	Наявність системи охолодження	Зменшує перегрів під час шліфування
5	Можливість правки шліфувального круга	Забезпечує стабільну якість оброблення
6	Безпечність роботи оператора	Захисні кожухи, справні органи керування, стійкість обладнання
7	Зручність обслуговування	Скорочує час підготовки та ремонту
8	Достатня жорсткість конструкції	Забезпечує точність і повторюваність операцій

### **3.5 Переваги застосування спеціалізованого обладнання**

Застосування спеціалізованого обладнання під час ремонту впускного клапана має суттєві переваги порівняно з використанням універсальних верстатів і ручних способів оброблення. Верстат VG-100/VG-100A забезпечує точне базування клапана, регулювання кута шліфування, оброблення фаски тарілки та торця стрижня на одному робочому місці. Це зменшує кількість переналагоджень, підвищує точність оброблення та скорочує час виконання операцій.

Гідравлічний прес, у свою чергу, забезпечує плавне і контрольоване прикладання зусилля під час правки стрижня клапана. Це дозволяє уникнути ударних навантажень, які можуть призвести до утворення мікротріщин або додаткової деформації деталі.

Отже, використання спеціалізованого обладнання дозволяє підвищити якість ремонту, зменшити трудомісткість операцій, забезпечити стабільність технологічного процесу та підвищити ресурс відновленого клапана.

## **4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОСНОВИ ОХОРОНИ ПРАЦІ**

### **4.1 Аналіз умов праці під час ремонту впускних клапанів автомобільних двигунів**

Ремонт впускних клапанів автомобільних двигунів належить до робіт, які виконуються в умовах ремонтно-механічних дільниць станцій технічного обслуговування та ремонтних підприємств автомобільного транспорту. Технологічний процес ремонту включає операції миття, дефектування, правки, токарної обробки, шліфування, притирання та контролю якості відновлених деталей.

Під час виконання зазначених операцій на працівника можуть впливати небезпечні та шкідливі виробничі фактори фізичної, хімічної, механічної та психофізіологічної природи.

До основних фізичних факторів належать підвищений рівень шуму та вібрації від роботи шліфувального і токарного обладнання, недостатня або нерівномірна освітленість робочих місць, наявність металевого та абразивного пилю, а також підвищена температура окремих поверхонь обладнання.

Під час виконання операцій шліфування робочої фаски клапана та торця стрижня утворюються дрібнодисперсні частинки металу та абразиву, які можуть потрапляти до органів дихання працівника. Тривалий вплив такого пилю може призвести до захворювань дихальної системи, подразнення слизових оболонок та зниження працездатності.

До механічних небезпечних факторів належать рухомі частини верстатів, обертові шпинделі, шліфувальні круги, патрони, приводні механізми та інструменти. Особливу небезпеку становить можливість захоплення одягу або рук працівника обертовими елементами обладнання.

При виконанні правки клапанів на гідравлічному пресі існує небезпека травмування внаслідок неправильного встановлення деталі або руйнування елементів оснастки під дією значного навантаження.

До хімічних факторів належить вплив мийних рідин, мастильних матеріалів, продуктів згоряння та відкладень, що видаляються з поверхні деталей. При контакті зі шкірою вони можуть викликати подразнення, алергічні реакції або дерматологічні захворювання.

Психофізіологічні фактори пов'язані з необхідністю постійного контролю точності виконання технологічних операцій, високою концентрацією уваги під час дефектування та проведення контрольних вимірювань.

Таким чином, ремонт впускних клапанів потребує створення безпечних умов праці, впровадження сучасних засобів колективного та індивідуального захисту, а також суворого дотримання вимог нормативних документів з охорони праці.

#### **4.2 Заходи щодо забезпечення безпечних умов праці**

Безпека працівників під час ремонту впускних клапанів забезпечується комплексом організаційних, технічних та санітарно-гігієнічних заходів.

До роботи допускаються особи не молодші 18 років, які пройшли медичний огляд, вступний та первинний інструктаж з охорони праці, навчання безпечним методам роботи і перевірку знань вимог безпеки.

Перед початком роботи працівник повинен перевірити справність обладнання, наявність захисних кожухів, справність заземлення, роботу місцевої вентиляції та освітлення. Робоче місце повинно бути очищене від сторонніх предметів, а проходи та евакуаційні виходи повинні залишатися вільними.

Під час роботи на токарних верстатах забороняється працювати в одязі з незастебнутими рукавами, носити шарфи, ланцюжки або інші предмети, які можуть бути захоплені рухомими частинами обладнання. Волосся повинно бути сховане під головний убір.

Установлення та зняття клапанів дозволяється виконувати лише після повної зупинки обладнання. Забороняється торкатися обертових частин руками або проводити вимірювання під час роботи верстата.

Під час шліфування необхідно використовувати захисні екрани та окуляри. Перед початком роботи шліфувальний круг перевіряють на відсутність тріщин та механічних пошкоджень. Після встановлення нового круга проводиться його пробний запуск на холостому ході протягом 3–5 хвилин.

Під час використання стисненого повітря для продування деталей необхідно направляти струмінь повітря від себе та інших працівників. Тиск повітря не повинен перевищувати значень, передбачених технічною документацією обладнання.

При виконанні мийних операцій необхідно використовувати спеціальні рукавиці та уникати потрапляння мийних розчинів на відкриті ділянки шкіри та в очі.

Після завершення роботи обладнання вимикають від мережі електроживлення, робоче місце очищають від стружки та пилу, а використані матеріали прибирають у спеціально відведені місця.

### **4.3 Виробнича санітарія та мікроклімат виробничого приміщення**

Важливим фактором забезпечення безпечних умов праці є підтримання нормативних параметрів виробничого середовища.

Температура повітря в приміщенні ремонтної дільниці в холодний період року повинна становити 16–18 °С, а в теплий період – не перевищувати 28 °С. Відносна вологість повітря повинна знаходитися в межах 40–60 %, а швидкість руху повітря – не перевищувати 0,3 м/с.

Для видалення шкідливих речовин, пилу та парів мийних рідин у приміщенні необхідно передбачити припливно-витяжну вентиляцію. Особливо

важливим є обладнання місцевих відсмоктувачів біля шліфувальних верстатів, де відбувається найбільше утворення пилу.

Рівень шуму на робочому місці не повинен перевищувати 80 дБА. Для зменшення шуму застосовують балансування обертових деталей, своєчасне технічне обслуговування обладнання, використання вібропоглинаючих прокладок та шумоізоляційних матеріалів.

Важливе значення має організація раціонального освітлення виробничих приміщень. Освітлення повинно забезпечувати чітке розрізнення дрібних дефектів поверхні клапанів під час дефектування та контролю якості.

#### **4.4 Розрахунок штучного освітлення ремонтної дільниці**

Для забезпечення якісного виконання ремонтних операцій необхідно створити нормативне освітлення робочих місць.

Прийmemo розміри виробничої дільниці:

довжина приміщення – 6 м;

ширина приміщення – 4 м;

площа приміщення:

$$S = 6 \cdot 4 = 24 \text{ м}^2.$$

Для ремонтно-механічних робіт приймаємо нормовану освітленість:

$$E = 300 \text{ лк.}$$

Необхідний сумарний світловий потік визначається методом коефіцієнта використання:

$$\Phi = (E \cdot S \cdot k \cdot z) / \eta$$

де:

$$E = 300 \text{ лк;}$$

$$S = 24 \text{ м}^2;$$

$k = 1,5$  – коефіцієнт запасу;

$z = 1,1$  – коефіцієнт нерівномірності;

$\eta = 0,55$  – коефіцієнт використання світлового потоку.

Після підстановки значень отримуємо:

$$\Phi = (300 \cdot 24 \cdot 1,5 \cdot 1,1) / 0,55 = 21600 \text{ лм.}$$

Для освітлення приміщення обираємо світлодіодні світильники потужністю 40 Вт зі світловим потоком 5500 лм.

Необхідна кількість світильників:

$$N = 21600 / 5500 = 3,93.$$

Приймаємо чотири світлодіодні світильники.

Фактичний світловий потік становитиме:

$$\Phi_f = 4 \cdot 5500 = 22000 \text{ лм.}$$

Отже, освітлення забезпечує нормативні умови праці та відповідає вимогам охорони праці.

#### **4.5 Електробезпека на ремонтній дільниці**

Під час ремонту клапанів використовується електрифіковане обладнання: шліфувальні верстати, токарні верстати, компресори, освітлювальні установки та переносний електроінструмент.

Основними причинами ураження електричним струмом є пошкодження ізоляції проводів, відсутність захисного заземлення, дотик до струмоведучих частин та використання несправного обладнання.

Для забезпечення електробезпеки необхідно:

- виконати захисне заземлення всіх металевих корпусів обладнання;
- застосовувати автоматичні вимикачі та пристрої захисного вимкнення;
- проводити періодичну перевірку опору ізоляції;
- використовувати переносні світильники напругою не більше 36 В;
- виконувати ремонт електрообладнання тільки після його відключення від мережі.

Працівники повинні бути забезпечені інструкціями щодо дій у випадку ураження людини електричним струмом та вміти надавати першу домедичну допомогу.

## 4.6 Пожежна безпека виробничої дільниці

На дільниці ремонту клапанів використовуються мастильні матеріали, мийні рідини та інші горючі речовини, тому існує ризик виникнення пожежі.

Основними причинами пожеж можуть бути коротке замикання електромережі, перегрів електрообладнання, порушення правил зберігання горючих матеріалів та необережне поводження з відкритим вогнем.

Для забезпечення пожежної безпеки необхідно:

- зберігати горючі матеріали у металевих закритих ємностях;
- не допускати накопичення промасленого ганчір'я;
- проводити регулярне очищення приміщення від пилу та відходів виробництва;
- забезпечити справність електромережі;
- обладнати дільницю первинними засобами пожежогасіння.

Для ліквідації можливих загорянь рекомендується використовувати порошкові вогнегасники ВП-5 або ВП-9, які ефективно гасять пожежі класів А, В та електрообладнання під напругою.

На видимих місцях повинні бути розміщені плани евакуації та інструкції з пожежної безпеки.

## ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі виконано аналіз умов роботи впускного клапана двигуна внутрішнього згорання та визначено основні причини виникнення його несправностей і дефектів. Встановлено, що найбільш поширеними пошкодженнями є зношування робочої фаски тарілки клапана, зношування торця стрижня, утворення нагару, викривлення стрижня та порушення герметичності посадки клапана в сидлі.

Проведено аналіз існуючих способів ремонту і відновлення робочих поверхонь клапанів та обґрунтовано доцільність використання механічної обробки, шліфування та притирання як основних методів відновлення працездатності деталі.

Розроблено маршрутний технологічний процес ремонту впускного клапана, який включає операції миття, дефектування, правки, токарної та шліфувальної обробки, притирання та контролю якості. Запропонована послідовність операцій забезпечує якісне відновлення геометричних параметрів і робочих поверхонь клапана.

Виконано вибір обладнання, пристосувань, інструментів та контрольних-вимірювальних засобів, необхідних для реалізації технологічного процесу ремонту. Розроблено технологічні процеси миття, дефектування та шліфування впускного клапана із зазначенням необхідного оснащення та послідовності виконання операцій.

У розділі охорони праці проведено аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів, характерних для ремонтної дільниці, розроблено заходи щодо забезпечення безпечних умов праці та пожежної безпеки. Виконано розрахунок штучного освітлення виробничого приміщення відповідно до чинних нормативних вимог.

Запропонований технологічний процес ремонту впускного клапана дозволяє забезпечити високу якість відновлення деталей газорозподільного механізму, підвищити ресурс роботи двигуна, знизити витрати на ремонт і покращити техніко-економічні показники експлуатації автомобілів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

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

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

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

4 Підручник з будови автомобіля. Видання третє. Виправлене й доповнене – Моноліт 2021 – 288 с

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

6. Oleg Lyashuk ,Andrii Gupka, Yuriy Pyndus , Vasily Gupka, Mariia Sipravska, Andrzej Wozniak, Mikola Stashkiv The tribology of the car: Research methodology and evaluation criteria ICCPT 2019: Current Problems of Transport: Proceedings of the 1st International Scientific Conference, May 28-29, 2019, Ternopil, Ukraine (ICCP T 2019), Ternopil, Ukraine, May 28-29, 2019.

7. O. Liashuk O. Livitskyi, V. Aulin , S. Lysenko , A. Hrynkiv, A.Gypka Parameters of the lubrication process during operational wear of the crankshaft bearings of automobile engines Problems of Tribology, V. 27, No 4/106-2022, 69-81.

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

9. Кузьмінський Р.Д., Шарибура А.О Технічний сервіс. Ремонт електрообладнання тракторів і автомобілів Львів 2017 – 376 с