

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, транспорту та енергетики

(повне найменування факультету)

Кафедра експлуатації та ремонту машин

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи

бакалавр

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: «Підвищення ефективності технічного обслуговування і
ремонту головок блоків циліндрів ДВЗ легкових
автомобілів в умовах ТОВ «Калита-Нова» м.
Кропивницький»

Виконав: здобувач першого (бакалаврського)
освітнього рівня ОПП 274 «Автомобільний
транспорт», групи АТ-21СК-3

_____ Володимир РУДЕНКО

Керівник:

_____ Сергій МАГОПЕЦЬ

**Допустити до
захисту:**

_____ Сергій МАГОПЕЦЬ

Рецензент:

Центральноукраїнський національний технічний університет

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, транспорту та енергетики

Кафедра експлуатації та ремонту машин

Освітній рівень – бакалавр

Галузь знань – 27 – Транспорт

Спеціальність – 274 – Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри,

доц. Сергій МАГОПЕЦЬ

_____ «___» _____ 2024 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

РУДЕНКО Володимиру Олександровичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Підвищення ефективності технічного обслуговування і ремонту головок блоків циліндрів ДВЗ легкових автомобілів в умовах ТОВ «Калита-Нова» м. Кропивницький»

керівник роботи Магопець Сергій Олександрович, кандидат технічних наук, доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від «___» березня 2024 р. № _____

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи «14» червня 2024 року

3. Вихідні дані до роботи 1. Матеріали переддипломної практики. 2. Технічні умови на ТО і ремонт автомобілів. 3. Науково-технічна література із організації ТО та ремонту легкових автомобілів.

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

Загальний розділ. Оцінка ефективності організації виробничої діяльності підприємства та особливостей проведення операцій ремонту ГБЦ автомобільних ДВЗ. Обґрунтування теми кваліфікаційної роботи, мета та задачі.

Технологічний розділ. Аналіз особливостей виконання ремонту ГБЦ та механізмів ГРМ; розробка технологічних карт на проведення розбирально-складальних та регулювальних операцій ГРМ та ремонтних операцій ГБЦ автомобілів із підбором обладнання, розрахунком режимів та нормуванням часу виконання технологічних операцій.

Інженерний розділ. Розробка конструкцій оригінальних пристосувань для використання при проведенні ремонту ГБЦ автомобільних двигунів. Проектні, конструкторські та перевірочні розрахунки основних конструктивних елементів пристосувань.

Організаційний розділ. Визначення обсягів робіт з ремонту ГБЦ на підприємстві у 2024 р.; розрахунок основних характеристик ділянки ремонту ГБЦ та штатної чисельності виробничих робітників; підбір необхідного технологічного обладнання ділянки ремонту ГБЦ та визначення потреби у основних видах енергії.

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

1. Аналіз основних дефектів ГБЦ (А1). 2. Технологічні карти на ремонт ГБЦ (А1). 3. Пристосування для ремонту ГБЦ. Вид загальний. (А1). 4. Креслення деталей пристосування для ремонту ГБЦ (А1). 5. Пристосування для регулювання ГРМ (А1). 6. Креслення деталей пристосування для регулювання ГРМ (А1). 7. Планування підрозділу по ремонту ГБЦ (А1).

7. Дата видачі завдання: 08.04.2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Загальний розділ	05.05.2024	
2	Технологічний розділ	10.05.2024	
3	Інженерний розділ	15.05.2024	
4	Організаційний розділ	29.05.2024	
5	Графічний матеріал	10.06.2024	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Володимир РУДЕНКО

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

Сергій МАГОПЕЦЬ

(ім'я та прізвище)

[illegible]

[illegible]

АНОТАЦІЯ

У представленій кваліфікаційній роботі були проаналізовані особливості набуття дефектів та виходу з ладу головок блоків циліндрів (ГБЦ) в експлуатаційних умовах та розроблено заходи із забезпечення розробки та застосування у виробничих умовах ТОВ «Калита-Нова» (м. Кропивницький) максимально ефективної технології відновлення найбільш відповідальних з них, яка передбачає використання сучасних відновлювальних технологій й новітнього виробничого обладнання провідних європейських компаній.

Кваліфікаційна робота складається з 4 основних розділів, загальних висновків, списку використаної літератури та містить 73 стор., 19 рисунків, 13 таблиць та 2 додатки.

ВСТУП	
1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	
1.1. Специфіка виробничої діяльності ТОВ «Калита-Нова» (м. Кропивницький)	
1.2. Визначення перспективних напрямків модернізації підприємства	
1.3. Обґрунтування теми, мета та задачі кваліфікаційної роботи	
2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
2.1. Загальні положення щодо проведення ремонтних дій на підприємстві	
2.2. Технологічні карти на виконання розбирально-складальних робіт при ремонті ГБЦ автомобільних ДВЗ	
2.3. Технологічні карти на проведення ремонтних робіт при усуненні дефектів ГБЦ механізмів газорозподілення ДВЗ	
2.4. Технологічні карти на проведення регулювальних операцій ГРМ двигунів АТЗ	
3. ІНЖЕНЕРНИЙ РОЗДІЛ	
3.1. Визначення пріоритетних напрямків виконання проектних розробок	
3.2. Проектні та перевірочні розрахунки за елементами конструкцій запропонованих пристосувань	
3.3. Заходи із виробничої безпеки при роботі із пристосуваннями	
4. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ	
4.1. Загальні положення щодо особливостей організації виробничого процесу ремонту ГБЦ на підприємстві	
4.2. Оцінка потенційних обсягів виконання робіт з ремонту ГБЦ	
4.3. Режими роботи підприємства та фонди виробничого часу працівників та обладнання ділянки ремонту ГБЦ у 2024 р.	
4.4. Розрахунок основних характеристик ділянки ремонту ГБЦ та штатної чисельності виробничих робітників	
4.5. Розрахунок та обґрунтований підбір необхідного технологічного обладнання ділянки ремонту ГБЦ	
4.6. Визначення потрібної площі ділянки ремонту ГБЦ та її розмірів	
4.7. Визначення потреби ділянки у основних видах енергії	
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	
ДОДАТКИ	

ВСТУП

В першу чергу слід зазначити, що будь-який навіть технічно досконалий механізм, в експлуатаційних умовах поступово втрачає свої початкові властивості та характеристики й набуває дефектів. Це відбувається за рахунок дії різних факторів, основними серед яких прийнято вважати процеси тертя, підвищені динамічні та температурні навантаження, несвоєчасні та не у відповідності проведені регламентні сервісні дії, низька якість запасних частин та рівня виконання робіт тощо.

Останнім часом в нашій країні склалася не типова раніше практика заміни зношених вузлів, механізмів та деталей, новими. З одної сторони, така практика має ряд переваг: дозволяє суттєво скоротити час на відновлення працездатності механізму та машини при наявності нових деталей, не потребує застосування відновлювальних операцій та ін. З іншої – більшість зношених деталей при цьому, маючи ще достатній ресурс – вибраковуюються, а нові деталі, придбані у торговельній мережі, за показниками якості не завжди порівнюються із зношеними, що спричиняє зменшення після ремонтного напрацювання машини, інколи навіть у рази.

Проведення ремонтних та відновлювальних операцій дозволяє відновити працездатність вузлів і механізмів автомобілів й забезпечити, при помірних витратах на ремонтні операції, можливість повторного використання виробів. На жаль, це не завжди вдається організувати максимально ефективно, так як діючих на сьогодні ремонтних підприємств транспортної галузі залишається вкрай мало. Іншою проблемою галузі є застаріле виробниче обладнання та технології, які реалізуються такими підприємствами. Збільшення попиту з боку автовласників за останні роки на проведення ремонтних дій, актуально ставить питання модернізації методик і технологій, що застосовуються автосервісними та авторемонтними підприємствами, які повинні комплексно охоплювати завдання покращення організаційно-технологічної та економічної складової їх роботи, забезпеченню підвищеного рівня потреб та вимог власників АТЗ, підвищення якості виконаних дій, швидкості їх виконання, зниження абсолютних й питомих затрат підприємства.

Реалізація даних задач для підприємств повинна базуватися на організаційно-економічній платформі та бути орієнтованою на:

- максимально можливе закриття всіх потреб на виконання ремонтно-обслуговуючих робіт у найкоротші терміни за рахунок використання у виробничому процесі сучасних ремонтних й відновлювальних технологій, що ґрунтуються на принципах економічності та ресурсозбереження;

- впровадження новітніх технологій, заснованих на ґрунтовному науковому дослідженні як причин, що обумовили втрату працездатного стану вузла, системи або деталі; так і можливості застосування цих технологій при провадженні ремонтних дій;

- здійснення постійного технічного переозброєння матеріально-технічної бази за рахунок використання сучасного фірмового фахового, а у разі неможливості – власного виготовленого ремонтно-технологічного обладнання, пристосувань та пристроїв;

- терміновість виконання ремонтних робіт, не лише за рахунок заміни деталей, що вийшли з ладу, новими, а й за рахунок надання можливості повторного використання відновлених деталей із забезпеченням відновлення показників їх ресурсу та конструктивної надійності;

- максимальну зацікавленість працівників ремонтно-обслуговуючих підрозділів всіх рівнів у своєчасному та якісному виконанні робіт за рахунок застосування адаптивних механізмів мотивації та стимулювання їх праці.

Саме за таких умов виникає можливість одержати максимальне напрацювання агрегатів автомобіля після ремонту при найменших витратах на його проведення, а підприємству – отримати прибуток на підвищити свій рівень конкурентності на ринку сервісних послуг.

1. ЗАГАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1. Специфіка виробничої діяльності ТОВ «Калита-Нова» (м. Кропивницький)

Спеціалізоване автосервісне й ремонтне підприємство ТОВ «Калита-Нова» розташоване у м. Кропивницький (вул. Сенчева, 43) (рис. 1.1). Керує підприємством з 2018 року Олександр Лубенець [1].

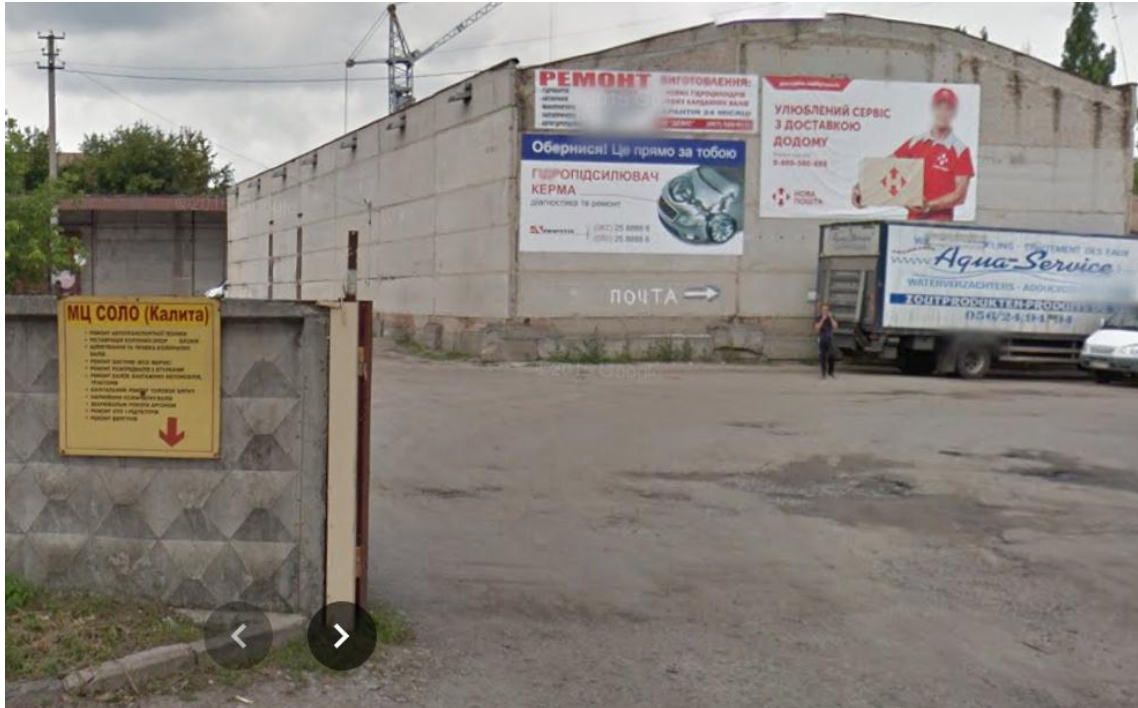


Рисунок 1.1. - Матеріально-технічна база ТОВ «Калита-Нова» м. Кропивницький

Засновано підприємство у форматі науково-виробничої фірми з початковою назвою «Калита» було ще у 1993 р. На початку свого функціонування підприємство надавало послуги з відновлення колінчастих валів всіх видів й типів ДВЗ, використовуючи новітню технологію напилення зносостійких покриттів на їх шийки електродуговим методом. Розширення виробничого спрямування підприємства відбулося у 1994 р. при його оснащенні лінією відновлення блоків ДВЗ, яка використовувала новітнє розточувальне обладнанням закордонного виробництва (координатно-розточувальні верстати) та забезпечувала фінішну обробку робочих поверхонь гільз циліндрів з формуванням хонінгувальної сітки. Впродовж 1995-1998 рр. підприємством реалізується подальша модернізація, якою охоплюються нові деталі і механізми двигунів, а саме: впроваджуються технології відновлення розподільчих валів, шатунів, окремих дефектів ГБЦ та ремонту дизельної паливної апаратури дизелів й систем живлення газо-бензинових двигунів.

На поточний час, згідно КВЕД:9 748, підприємство має право виконувати такі основні видів робіт [2]:

«- ремонт і технічне обслуговування машин і устаткування промислового призначення (33.12)» [2];

«- оптову торгівлю деталями та приладдям для АТЗ (45.31)» [2];

«- роздрібну торгівлю деталями та приладдям для АТЗ (45.32)» [2];

«- технічне обслуговування (ТО) та ремонт АТЗ» [2].

Виробничі підрозділи підприємства займають площу близько 4,0 тис. м² й забезпечують проведення КР всіх типів двигунів та основних механізмів трансмісій, а саме: відновлення базових деталей двигунів (блок-картерів), деталей КШМ (колінчастих валів, маховиків, шатунів тощо), механізмів ГРМ (розподільчих валів, ГБЦ тощо), вузів трансмісій (картерів та валів КП, редукторів та диференціалів), низки деталей ходових частин, механізмів керування та ін.

Виробнича структура підприємства складається з адміністрації та основних виробничих підрозділів: мийно-очисного відділення (рис. 1.1); розбирально-складального відділення (рис. 1.2); механічної ділянки (виконує всі види токарних, розточних, шліфувальних, фрезерних та фінішних операцій) (рис. 1.3); відновлювальної ділянки (рис. 1.4); випробувальної ділянки (рис. 1.5) та складських приміщень [3]. До штатного складу підприємства, який на 01 квітня 2024 р. налічує 22 особи, входять: директор, головний бухгалтер, головний механік (начальник виробництва) та основні виробничі працівники (слюсарі, верстатники, механіки, зварювальники, мийники тощо).



Рисунок 1.1. – Мийно-очисне відділення



Рисунок 1.2. – Розбирально-складальне відділення



Рисунок 1.3. – Механічна ділянка



Рисунок 1.4. – Ділянка відновлення

Рисунок 1.5. – Випробувальна ділянка

Характеризуючи підприємство слід в першу чергу відзначити, що на ринку даного виду послуг в регіоні, воно є одними із лідерів, забезпечуючи високу якість виконання всіх видів робіт за доступними цінами. Запорукою цього виступає наявне сучасне технологічне обладнання, впроваджені новітні технології та підібраний висококваліфікований персонал [3].

Разом з тим, подальший розвиток підприємства неможливий без проведення критичного оціреного аналізу існуючих слабких та сильних сторін в його виробничій діяльності. З цією метою під час проходження переддипломної практики був виконаний SWOT-аналіз, який дозволив виявити недоліки та визначитися у перспективних напрямках можливої реорганізації структури підприємства задля збільшення рівня його прибутковості вже у найближчі роки (рис. 1.6) [3].



Рисунок 1.6. – Критичний аналіз поточного стану ефективності організації та провадження виробничої діяльності ТОВ «Калита-Нова» (м. Кропивницький)

1.2. Визначення перспективних напрямків модернізації підприємства

Проведений аналіз існуючих (див. рис. 1.6) на підприємстві особливостей організації виробничого процесу дозволив виявити низку негативних факторів, які потрібно усунути для забезпечення можливості підвищення показників його діяльності (збільшення рівня прибутковості). Визначеним пріоритетним напрямком наступних змін, визнано розширення номенклатури наданих виробничих послуг за умови застосування більш досконалих ремонтних (відновлювальних) технологій [3].

Даний висновок було сформовано за результатами аналізу даних щодо обсягів та структури виконаних підприємством замовлень в період з 2021 р. по квітень 2024 р. наведених у таблиці 1.1. Так, у 2023 році обсяги робіт перевищили фактично на 75% обсяги у 2021 р. та змінилася структура

замовлень: зросла кількість об'єктів ремонту, яким потрібно виконати комплексний ремонтний вплив із проведенням розбирально-складальних, дефектувальних, мийно-очисних, відновлювальних та випробувальних робіт.

Таблиця 1.1. - Обсяги та трудомісткості виконаних ТОВ «Калита-Нова» (м. Кропивницький) робіт за 2021-2024 роки

Об'єкт ремонту	Кількість виконаних ремонтних дій за рік, од.				Річна трудомісткість виконаних робіт, люд.-год.			
	2021	2022	2023	2024*	2021	2022	2023	2024*
<i>Агрегати</i>								
Бензинові ДВЗ	26	31	46	16	1136,6	1418,8	2511,5	824,7
Дизельні ДВЗ	40	28	65	21	1706,2	1216,3	2887,2	7896,2
Коробки передач	24	28	41	8	103,5	118,9	234,8	36,9
Ведучі мости	38	24	55	14	206,1	167,7	301,3	125,1
<i>Окремі вузли, механізми й деталі агрегатів</i>								
Блоки циліндрів	56	39	53	23	277,2	224,8	285,2	122,6
ГБЦ	82	56	112	32	301,3	256,1	476,8	89,1
Колінчасті та розподільчі вали	215	135	328	76	247,1	171,2	417,0	85,3
Інші вузли й механізми**	-	-	-	-	432,4	267,5	586,1	147,2
Разом	481	341	700	190	4410,4	3841,3	7699,9	9327,1

Примітка: * - станом на 01.05.2024 р.

** - вузли й механізми АТЗ та с/г техніки без врахування їх кількості

Аналіз представлених в таблиці 1.1 даних, дозволяє констатувати, що найбільші обсяги робіт по підприємству за останні 3 роки у прогресуючій динаміці щодо збільшення обсягів, належать ремонтним й відновлювальним роботам із усунення дефектів таких деталей ДВЗ як: ГБЦ та розподільчі вали, які відносяться до механізмів газорозподілення.

1.3. Обґрунтування теми, мета та задачі кваліфікаційної роботи

Головки блоків циліндрів (ГБЦ) сучасних ДВЗ відносяться до групи найбільш відповідальних систем (механізмів) й виконують комплекс наступних функцій:

- нижньою привальною до блока циліндрів поверхнею, формують частину камери згорання двигуна та єдину закриту мережу каналів систем мащення та охолодження;

- забезпечує розміщення елементів систем живлення (форсунок, свічок накаливання) та систем запалювання (свічок запалювання);

- є базовою деталлю для розміщення механізму газорозподілення (ГРМ), який в більшості сучасних конструктивних виконаннях реалізований у

клапанній конфігурації й забезпечує своєчасне надходження до циліндрів двигунів паливо-повітряної суміші (або повітря) та випуск відпрацьованих газів;

- забезпечує під'єднання впускного та випускного трубопроводів (колекторів) для організації робочого циклу ДВЗ тощо.

Основою будь-якої ГБЦ є складної форми корпус, для виготовлення якого використовують технологію лиття чавуну або алюмінієвого сплаву із розплаву. Високі термічні та динамічні навантаження ГБЦ в робочих умовах, обумовлюють необхідність отримання специфічних властивостей заготовки ГБЦ. Застосування в якості матеріалу чавуна дозволяє отримати високу механічну міцність, термостійкість знижену схильність до деформацій та коробленню; разом з тим виникає й негативна властивість – підвищена вага. [4]

Натомість ГБЦ, виконані із сплавів на основі алюмінію є набагато легшими, краще пропускають через себе теплову енергію та швидше охолоджуються, тому мають нижчі температурні показники в експлуатаційних умовах та володіють підвищеними показниками надійності особливо у ДВЗ із високими ступенями стиску. Саме тому, вони є на поточний час найбільш поширеними на всіх типах автомобільних ДВЗ.

Спільними характеристиками всіх без винятку ГБЦ є наявність каналів систем охолодження і мащення, які забезпечують безперешкодну циркуляцію технологічних рідин; просторових заглиблень під камери згорання для кожного циліндру, форма й розміри яких залежать від типу двигуна (бензиновий або дизельний) і ступеня його форсування (величини ступеня стиску) та розташування клапанного механізму системи газорозподілення (напрямних втулок, клапанів, сідел клапанів, пружин, штовхачів, гідро компенсаторів, розподільчих валів та ін. деталей).

Однак, саме конструктивні особливості механізму ГРМ й створюють певні відмінності у конструкціях ГБЦ, які можуть бути виконані:

- з одним розподільчим валом;
- з двома розподільчими валами;
- без розподільчого валу загалом;
- з два, трьома та чотирма клапанами на один циліндр;

- з одним або більшою кількістю кулачків розподільчого валу на один клапан та ін.

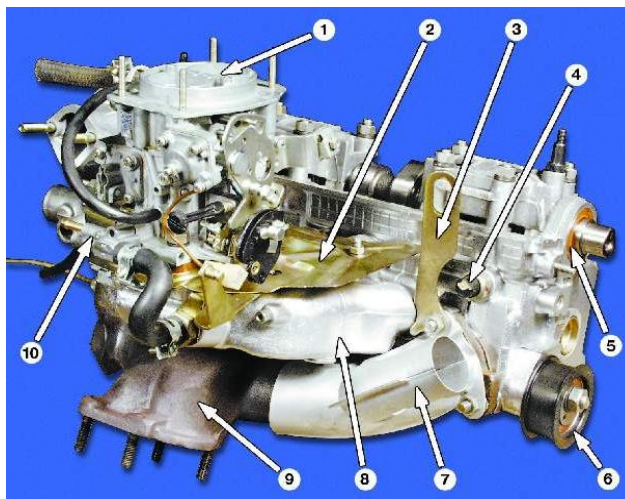
Так, наприклад, ГРМ виконаний за системою «SOHC» (Single Over Head Cam) має лише один розподільчий вал, який активує роботу як впускних, так й випускних клапанів, відкриттям яких керують безпосередньо кулачки розподільчого валу або кулачки через «посередника» - коромисла. У ГБЦ таких ГРМ, як правило, встановлюють два або три клапани на один циліндр.

Система «DOHC» (Double OverHead Cam) передбачає наявність двох розподільчих валів у ГБЦ, перший з яких керує впускними клапанами, які встановлені з одного боку, натомість як другий – випускними, розміщеними на протилежному боці головки. Більшість сучасних АТЗ мають ДВЗ оснащени саме такою системою, в конструкції якої на кожен циліндр припадає по чотири клапани, які мають специфічне розташування клапанів: впускні клапани розміщуються під значним кутом відносно випускних, що покращує наповнення циліндрів свіжим зарядом. Разом з тим, система «DOHC» конструктивно є найбільш складною на поточний час, так як крім двох розподільчих валів налічує ще й додаткові механізми зміщення фаз (коректори фаз або фазоінвертори), які можуть встановлюватися як на впускному, так й на випускному розподільчих валах.

Механізм ГРМ без розподільчого валу відноситься до системи «OHV» (Over Head Valve), що дослівно означає «клапани в головці». У такому випадку, конструкцією передбачено приведення в дію клапанів через штовхачі або коромисла, а розподільчий вал при цьому встановлюється не у ГБЦ, а у блоці циліндрів. Недоліком такої конструктивної схеми є складність розміщення у ГБЦ більш як двох клапанів на один циліндр та незадовільна робота штовхачів й коромисел на високих швидкісних режимах; конструкція є металоємкою хоча й в значній мірі спрощує привід ГРМ, який не передбачає наявності пасової або ланцюгової передачі, а реалізується шестеренним приводом від колінчастого валу. Наразі такий тип механізму ГРМ на поточний час застосовується вкрай рідко й зустрічається на ДВЗ автомобілів, які були виготовлені у минулому сторіччі й експлуатуються вже понад 30 років.

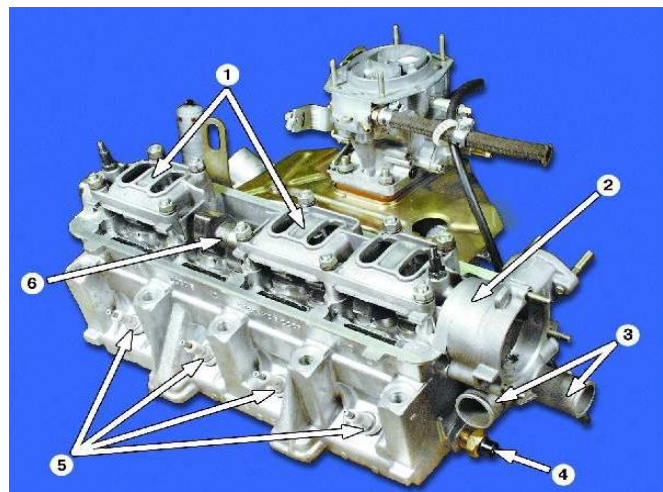
Для прикладу, на рис. 1.17 представлена конструкція ГБЦ двигуна із

навісним обладнанням та ГРМ з 8 клапанами та одним розподільчим валом.



а) вид з правого боку:

1 – сумішеутворювач; 2 – теплоізоляційний екран 3 – транспортувальна скоба; 4 – датчик тиску оливи; 5 – сальник; 6 – натяжний ролик приводу ГРМ; 7 – повітряний патрубок; 8 – впускний колектор; 9 – випускний колектор; 10 – штуцер підігріву системи паливоподачі



б) вид з лівого боку:

1 – верхні кришки опорних шийок розподільчого валу; 2 – корпус приводу траплеру; 3 – штуцер системи охолодження; 4 – температурний датчик; 5 – свічки запалення; 6 – вал розподільчий.

Рисунок 1.7. – Конструкція ГБЦ двигуна із навісним обладнанням та ГРМ з 8 клапанами та одним розподільчим валом

Кількісні показники виявлення основних дефектів ГБЦ ГРМ ДВЗ, зібрані підприємством ТОВ «Калита-Нова» за останні 5 років та способи усунення представлені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2. - Основні дефекти ГБЦ двигунів та раціональні способи їх усунення

Назва та характеристика дефекту	Частка дефекту в загальній кількості, %	Рекомендації з вибору раціонального способу ремонту		Орієнтовний час ремонту, год.
		діючі на підприємстві	нормативні	
1. Наскрізні тріщини в камері згорання	2,9	Бракувати		0,0
2. Тріщини на привальній до блоку циліндрів поверхні	5,7	Усунути тріщини використавши найбільш раціональний спосіб. При тріщинах, що не підлягають ремонту – бракувати.		7,1
3. Тріщини на каналах системи охолодження	8,8			8,9
4. Короблення привальної до блоку циліндрів поверхні	12,7	Видалити неплоскостність шліфуванням із зняттям мінімально необхідного шару металу та контролем гранично допустимої глибини камери згорання		1,5

5. Знос отворів під стрижні клапанів в напрямних втулках	36,8	Втулки замінити новими або відновити розгортанням до номінального розміру із формуванням маслоємкої поверхні	Втулки замінити новими	2,6 (0,8)/ 2,4
6. Знос отворів під напрямні втулки клапанів	16,2	Розгорнути отвори під ремонтний розмір із встановленням напрямних втулок із збільшеним зовнішнім діаметром	Бракувати	3,7/0,0
7. Раковини та зношення фасок сідел клапанів	79,2	Шліфувати фаски сідел до видалення зносу; за потребою - замінити сідла на нові	Шліфувати фаски до видалення слідів зносу; за неможливості - выбракувати	1,5 (2,4)/ 1,6 (0,0)
8. Послаблення посадки в гніздах сідел впускних клапанів	14,5	Розточити гнізда сідел до збільшеного розміру із встановленням ремонтних сідел клапанів	Бракувати	2,8/0,0
9. Послаблення посадки в гніздах сідел випускних клапанів	16,1			2,8/0,0
10. Зношення різьбових отворів	54,9	Прогнати різьбу / Встановити ремонтні різьбові втулки / Заварити пошкоджені отвори та нарізати нові номінального розміру		0,3/8,6/ 1,2

Аналіз даних наведених в таблиці 1.2 показує, що ТОВ «Калита-Нова» (м. Кропивницький), як й на більшості інших автосервісних підприємств України, проведення ремонтних робіт пов'язаних із комплексним відновленням всіх наявних дефектів ГБЦ визнають доволі складними, затратними та відповідальними й тому доволі часто відмовляються від їх проведення або проводять лише ті, які є найменш відповідальними.

Отже метою подальших розробок є розробка та впровадження у виробничий процес підприємств найбільш ефективної технології ремонту ГБЦ, виготовлених із алюмінієвих сплавів, яка б забезпечувала відновлення більшості наявних дефектів найбільш прогресивними й раціональними технологіями.

Об'єктом дослідження є технологія ремонту ГБЦ.

Предметом дослідження є визначення раціональних параметрів процесів усунення основних дефектів.

Для досягнення поставленої мети в наступних розділах роботи потрібно вирішити наступні задачі:

1) розробити універсальний раціональний технологічний процес

відновлення ГБЦ, який би дозволяв усунути більшість експлуатаційних дефектів та передбачав максимальну якість проведення ремонтних впливів при мінімальних часових затратах;

2) спроектувати технологічний інструмент або пристосування для використання у процесі ремонту ГБЦ або обслуговуванні ГРМ двигунів АТЗ;

3) підібрати раціональне технологічне обладнання для відділення ремонту ГБЦ автомобільних ДВЗ, визначити потенційно можливі обсяги даного виду робіт та потрібну чисельність основного виробничого персоналу відділення на поточний рік;

4) провести необхідні проектні та перевірочні розрахунки створення безпечних умов праці виробничих працівників підрозділу та його забезпеченості основними видами енергії.

2. ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

2.1. Загальні положення щодо проведення ремонтних дій на підприємстві

Оцінюючи особливості проведення ремонтних дій на підприємстві, під час усунення дефектів ГБЦ автомобільних ДВЗ наведених у таблиці 1.2 попереднього розділу, необхідно в першу чергу відмітити відмінності у підходах, з якими підприємство стикнулося останнім часом. Це стосується переліку (номенклатури) та обсягів технічних дій, необхідних для реалізації. Якщо раніше, підприємство приймало на ремонт ГБЦ лише після демонтажу деталей ГРМ (розподільчих валів, клапанів, пружин, тарілок, штовхачів (гідрокомпенсаторів), деталей приводу ГРМ тощо) та проводило лише відновлювальні операції, то на поточний час така організаційна форма не дозволяє розширити клієнтську базу замовлень з огляду на певні причини. Такими причинами виступають:

1) необхідність для замовника (клієнта) проведення розбиральних, а після ремонту – складальних операцій в іншому місті (або самотійно), що суттєво впливає як на якість і ефективність комплексу ремонтних дій, так й на ефективність роботи ДВЗ у після ремонтний експлуатаційний період. У разі виникнення певних недоліків або несправностей в роботі ДВЗ після ремонту, кожна з сторін, що приймала участь у ремонтних діях намагається перекласти відповідальність на інших учасників, що не виключаю виникнення конфліктних ситуацій, вирішення яких доволі часто є непростим, тривалим й вартісним;

2) більшість власників АТЗ (замовників) мають бажання та висловлюють позицію, яка передбачає передання ними підприємству у ремонт ГБЦ в зборі, одразу після її демонтування з двигуна без проведення розбиральних робіт; почастишали випадки, коли клієнти готові загалом перекласти всі види робіт з ГБЦ, в тому числі й розбирально-складальні, ремонтні, відновлювальні, діагностичні й випробувальні - на підприємство, з відповідною їх оплатою.

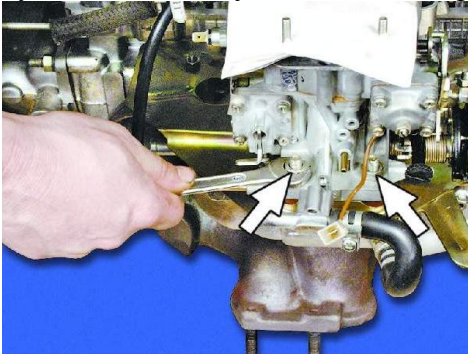
Саме тому, підприємство повинне враховуючи означений попит, забезпечити реалізацію більш широкого спектру робіт під час ремонту ГБЦ автомобільних та автотракторних ДВЗ. Нажаль, на поточний час підприємства

не дозволяють проводити крупновузлові розбиральні роботи такі, як – демонтаж вузлів і агрегатів, з-за відсутності вільних виробничих площ (для розміщення та стоянки АТЗ) та відповідного устаткування. Разом з тим, реалізація стратегії прийому в ремонт ГБЦ в зборі та забезпечення виконання всіх необхідних робіт включаючи регулювальні – є можливим, доцільним та перспективним. Окремі технологічні операції ремонту ГБЦ ДВЗ будуть описані у наступних пунктах.

2.2. Технологічні карти на виконання розбирально-складальних робіт при ремонті ГБЦ автомобільних ДВЗ

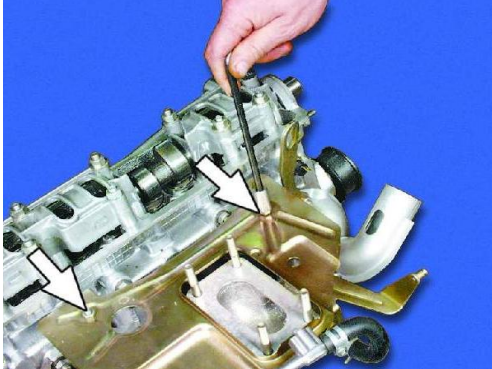
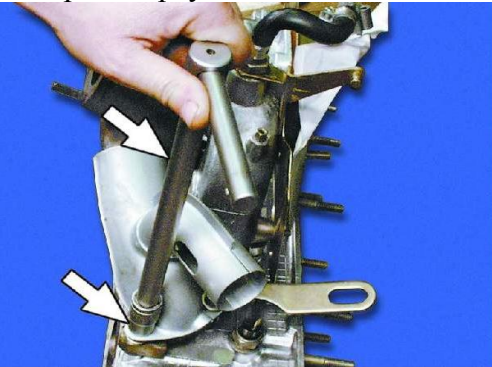
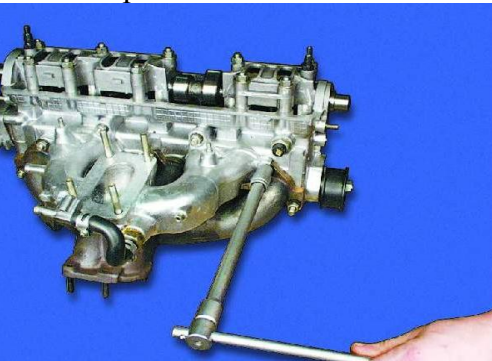
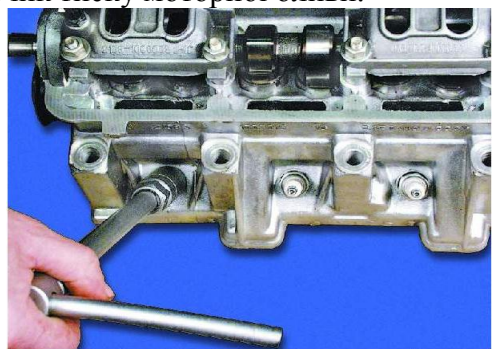
Приклад технологічної карти на проведення розбиральних робіт для ГБЦ двигунів легкових автомобілів, виконаний у відповідності до діючих нормативів, представлений в таблиці 2.1 [5, 6].

Таблиця 2.1. - Технологічна карта виконання розбиральних операцій при ремонті ГБЦ бензинових ДВЗ легкових автомобілів «Богдан 2110» (1,6 л, 8-ім клапанів)

№ операції	Перелік та послідовність дій при виконанні технологічної операції	Обладнання, інструмент та технічні умови	Розрядність роботи	Трудомісткість операції, люд.-год.
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-
005	Встановити та закріпити ГБЦ на спеціальному пристосуванні. Відкрутити гайки (4 шт.) кріплення карбюратора та демонтувати його із впускного колектору. 	1. Верстак слюсарний. 2. Оригінальне пристосування для закріплення ГБЦ на верстаку. 3. Ключ гайковий накидний двоісторонній 13 мм.	II	0,05

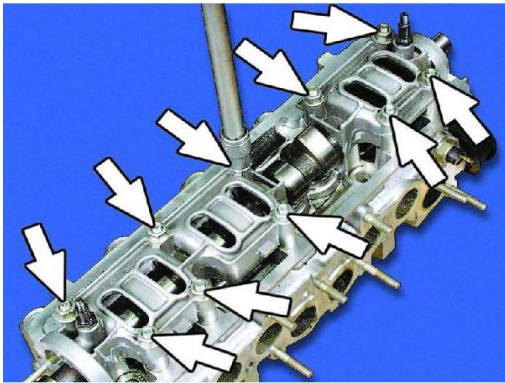
Продовження таблиці 2.1

-1-	-2-	-3-	-4-	-5-
-----	-----	-----	-----	-----

010	Відкрутити гайки (2 шт.) кріплення теплозахисного щитка та демонтувати його. 	1. Верстак слюсарний. 2. Оригінальне пристосування для закріплення ГБЦ на верстаку. 3. Ключ торцевий 10 мм з подовженим воротком.	II	0,02
015	Відкрутити гайки (2 шт.) кріплення теплового повітряного патрубку та зняти патрубок разом із транспортуючою скобою. 	1. Верстак слюсарний. 2. Оригінальне пристосування для закріплення ГБЦ на верстаку. 3. Ключ торцевий 10 мм з подовженим воротком.	II	0,02
020	Відкрутити гайки (9 шт.) кріплення впускного та випускного колекторів й від'єднати їх від ГБЦ разом із прокладками. 	1. Верстак слюсарний. 2. Оригінальне пристосування для закріплення ГБЦ на верстаку. 3. Ключ торцевий 13 мм з подовженим воротком.	II	0,08
025	Викрутити свічки запалення (4 шт.), температурний датчик системи охолодження та датчик тиску моторної оливи. 	1. Верстак слюсарний. 2. Оригінальне пристосування для закріплення ГБЦ на верстаку. 3. Ключ торцевий свічний 17 мм з набору автомеханіка з подовженим воротком.	II	0,06

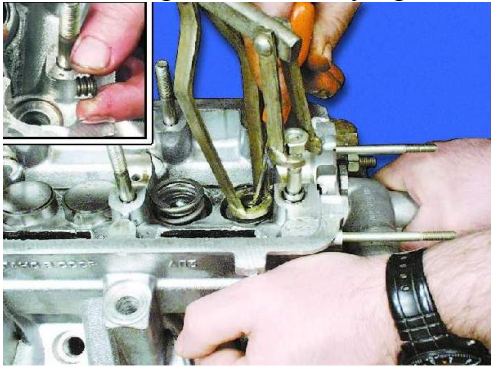
Продовження таблиці 2.1

-1-	-2-	-3-	-4-	-5-
-----	-----	-----	-----	-----

030	Відкрутити гайки (10 шт.) кріплення верхньої кришки корпусу підшипників розподільчого валу та демонтувати їх. 	1. Верстак слюсарний. 2. Оригінальне пристосування для закріплення ГБЦ на верстаку. 3. Ключ торцевий 13 мм з подовженим воротком.	II	0,12
035	Зняти розподільчий вал. 	1. Верстак слюсарний. 2. Оригінальне пристосування для закріплення ГБЦ на верстаку.	II	0,01
040	Відкрутити одну гайку та зняти натяжний ролик приводу ГРМ разом із упорною шайбою. 	1. Верстак слюсарний. 2. Оригінальне пристосування для закріплення ГБЦ на верстаку. 3. Ключ гайковий накидний двоїсторонній на 13 мм.	II	0,01
045	Демонтувати штовхачі клапанів (8 шт.) разом із регулювальними шайбами (8 шт.). 	1. Верстак слюсарний. 2. Оригінальне пристосування для закріплення ГБЦ на верстаку.	II	0,04

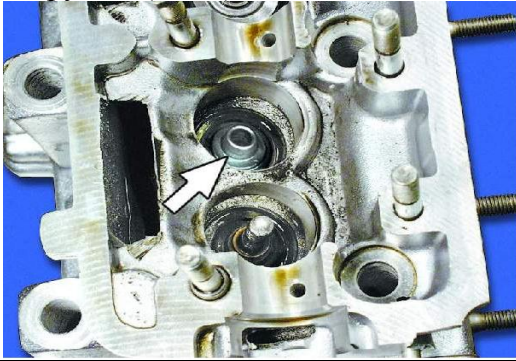
Продовження таблиці 2.1

-1-	-2-	-3-	-4-	-5-
-----	-----	-----	-----	-----

050	Виконати маркування керном клапанів кожного циліндра для можливості їх повторного встановлення на свої позиції при складанні після проведення відновлювальних операцій. 	1. Верстак слюсарний. 2. Оригінальне пристосування для закріплення ГБЦ на верстаку. 3. Молоток. 4. Керн.	II	0,14
055	Роз'єднати зйомником спряження «стрижень клапану - сухарі» та видалити сухарі із канавок стрижнів клапанів магнітним щупом, попередньо встановивши під тарілки клапанів упори. 	1. Верстак слюсарний. 2. Оригінальне пристосування для закріплення ГБЦ на верстаку. 3. Додаткове пристосування для видалення сухарів клапанів. 4. Упори під клапани. 5. Щуп магнітний.	II	0,18
060	Зняти пружини клапанів (8 шт.) разом із тарілками (8 шт.). 	1. Верстак слюсарний. 2. Оригінальне пристосування для закріплення ГБЦ на верстаку.	II	0,06
065	Вийняти клапани з напрямних втулок ГБЦ. 	1. Верстак слюсарний. 2. Оригінальне пристосування для закріплення ГБЦ на верстаку.	II	0,04

Продовження таблиці 2.1

-1-	-2-	-3-	-4-	-5-
-----	-----	-----	-----	-----

070	Демонтувати викруткою з напрямних втулок клапанів масловідбивні ковпачки (8 шт.) без ушкодження напрямних. Видалити опорні шайби пружин (8 шт.). 	1. Верстак слюсарний. 2. Оригінальне прис-тосування для закріплення ГБЦ на верстаку. 3. Викрутка з плоским жалом.	II	0,12
Разом				1,35

2.3. Технологічні карти на проведення ремонтних робіт при усуненні дефектів ГБЦ механізмів газорозподілення ДВЗ

Оцінюючи частоту присутності дефектів ГБЦ представлених в таблиці 1.2 загального розділу роботи, їх вплив на якість проведення ремонтних дій та наступну надійність ГБЦ, було прийнято найбільш раціональний маршрут її відновлення який передбачає обов'язкове усунення таких дефектів як:

- поверхневі тріщини та раковини на привальній поверхні;
- нерівномірність (короблення) привальної площини;
- зношення отворів напрямних втулок клапанів;
- невідповідність геометрії фасок сідел та клапанів;
- пошкодження різьбових отворів.

Прийнята структурна послідовність виконання операцій технологічного процесу відновлення дефектів ГБЦ представлена у таблиці 2.2.

Таблиця 2.2. - Загальна структурна послідовність здійснення операцій технологічного процесу ремонту ГБЦ бензинового ДВЗ легкового автомобіля «Богдан 2110» (1,6 л, 8-ім клапанів)

№ операції	Назва операції	Зміст операції та технічні умови її проведення
-1-	-2-	-3-
005	Контрольна	Визначення кількості, форм та довжин тріщин на привальній поверхні ГБЦ

Продовження таблиці 2.2

-1-	-2-	-3-
-----	-----	-----

010	Свердлувальна	Свердлування кінців кожної тріщини з обох кінців
015	Слюсарна	Розробка тріщини за всією довжиною на глибину 3,0...5,0 мм та шириною 3,0...4,0 мм та утворенням канавки трикутного профілю із кутом 90 ⁰ із використанням ручної фрезерувальної машинки
020	Термічна	Об'ємний нагрів ГБЦ у термічній печі до температури 180...200 °С із наступною витримкою при цій температурі не менше як 2 год.
025	Зварювальна	Електродугове заварювання тріщин дротом із застосуванням напіваавтоматичного зварювального інвертору в захисному середовищі аргону (Ar)
030	Випробувальна	Перевірка ГБЦ на герметичність (опресування)
035	Контрольна	Контроль натягу посадки напрямних втулок клапанів у ГБЦ та внутрішнього діаметру отворів ГБЦ під напрямні втулки клапанів
040	Пресова	Випресування зношених напрямних втулок клапанів
045	Термічна	Охолодження нових напрямних втулок клапанів у рідкому азоті (N ₂) до температури -260 °С із витримкою не менше 3 хв. для зменшення зовнішнього діаметру
050	Слюсарна	Встановлення охолоджених напрямних втулок клапанів у отвори ГБЦ
055	Шліфувальна	Перехід 1. Розгортання поверхонь отворів напрямних втулок клапанів. Перехід 2. Шліфування поверхонь фасок сідел клапанів.
060	Слюсарна	Прогонка різьби у отворах
065	Фрезерувальна	Фрезерування площини привальної площини ГБЦ для видалення термічного короблення
070	Контрольна	Контроль якості проведення відновлювальних операцій та відсутності наявних дефектів ГБЦ

Представлена в таблиці 2.2 раціональна технологія ремонту ГБЦ виготовлених із сплавів на основі алюмінію (Al), характеризується помірною кількістю та складністю технічних дій та за рахунок застосування сучасного технологічного обладнання й ефективних відновлювальних технологій, дозволяє забезпечити високу якість виконаних ремонтних дій та отримати економічний ефект, як для власників АТЗ за рахунок можливості подальшого використання ГБЦ, так й для підприємства – за рахунок збільшення виконаних виробничих обсягів. Характеристики технологічного обладнання та інструменту, що будуть застосовані для виконання операцій розробленого процесу відновлення дефектів ГБЦ, представлені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3. – Характеристика технологічного обладнання та інструменту за операціями розробленого технологічного процесу відновлення дефектів ГБЦ

№ операції	Найменування операції	Перелік технологічного обладнання та його характеристики
------------	-----------------------	--

-1-	-2-	-3-
005	Контрольна	Візуальний огляд. Мірні лінійки. Кольоровий маркер.
010	Свердлувальна	Верстак слюсарний (власного виготовлення). Оригінальне пристосування для закріплення ГБЦ. Вертикально-свердлувальний верстат 2P135Ф2-1: - потужність - 3,7 кВт; - діапазон обертів шпинделя – 0...6000 об/хв.; - діаметр свердла - Ø1,0...15,0 мм.
015	Слюсарна	Верстак слюсарний (власного виготовлення). Пряма шліфувальна машина Bosch GGS28LCEProfessional: - максимальний діаметр цанги – 8,0 мм; - потужність – 650,0 Вт; - частота обертання – 10000...28000 об/хв.; - вага – 1,6 кг.
020	Термічна	Термопід SNOL 30/1300: - номінальна потужність - 4,6 кВт; - напруга живлення – 230 В; - кількість фаз – 1; - температурний діапазон нагріву – 50,0...1300,0 °С; - час розігріву до номінальної температури – 150 хв.; - розміри робочої камери – 200×440×290 мм; - габаритні розміри - 640×870×840 мм; - Маса – 120,0 кг.
025	Зварювальна	Напівавтоматична установка для зварювання дротом в середовищі захисного газу (аргону) КП-02: - джерело живлення - ПДГ-516М; - номінальна напруга мережі – 380,0 В; - номінальний зварювальний струм – 480,0 А; - регулювання подачі дроту – плавне; - витрата захисного газу – 350,0...1300,0 л/год.; - потужність електродвигуна – 5,5 кВт; - габаритні розміри - 780×650×820 мм.
030	Випробувальна	Випробувальний стенд для гідравлічного обпресування ГБЦ SERDI SPT 1600 XL: - потужність нагрівального елементу (тенів) – 1600,0 Вт; - тиск рідини – 0...5 кг/см ² ; - максимальний розмір деталі – 1350×460×410 мм; - максимальна вага деталі – 300 кг; - контроль рівня води; - гідравлічний підйом та обертання поворотної рами для полегшення установки ГБЦ; - термостат із електронним контролем температури; - система підтримання постійної температури з електронним керуванням; - габаритні розміри - 1450×600×1260 мм.

Продовження таблиці 2.3

-1-	-2-	-3-
035	Контрольна	Верстак слюсарний (власного виготовлення).
040	Пресова	Верстат спеціалізований універсальний для ремонту ГБЦ SERDI 4,5: - розміри робочого столу - 2000×1150×2320 мм;

		- переміщення шпинделю – 290,0 мм; - максимальні розміри ГБЦ – не обмежені×500×750 мм; - максимальна вага ГБЦ – 350,0 кг; - діаметр мотор-шпинделю – 80,0 мм; - потужність електродвигуна – 2,2 кВт; - тип двигуна – реверсний; - швидкість обертання шпинделю – 40,0...840,0 об/хв.; - тиск в пневмосистемі – до 6,0 МПа; - максимальна витрата повітря – 400,0 л/хв.; - діаметр сідел клапанів – 16,0...120,0 мм; - діаметр отворів напрямних втулок – 4,0...12,0 мм; - пневматичний затискний пристрій; - точність глибини обробки – 0,01 мм; - максимальне переміщення робочого столу – 160,0 мм; - вага – 1650,0 кг; Зусилля ви пресування-запресування напрямних втулок при тиску стисненого повітря 4,0 МПа – 1000,0 Н
045	Термічна	Балон ємкістю 20 л із рідким азотом (N ₂). Температура – 273 °С.
050	Слюсарна	Робочий стіл верстату SERDI 4,5 Зусилля запресування при тиску повітря 4,0 МПа – 350,0 Н
055	Шліфувальна	Верстат універсальний SERDI 4,5
060	Слюсарна	Робочий стіл верстату SERDI 4,5
065	Фрезерувальна	Верстат консольно-фрезерний моделі 6М13П: - розміри поверхні столу – 400,0×1600,0 мм; - максимальний хід столу - 800,0×320,0×420,0 мм; - частота обертання шпинделю – 100,0...2800,0 об/хв. - подача столу - 0,1...5200,0 мм/об; - номінальна потужність електродвигуна – 10,0 кВт; - габаритні розміри - 2280×1965×2265 мм; - маса – 3400,0 кг.
070	Контрольна	Робочий стіл верстату SERDI 4,5

В таблиці 2.3 відсутній перелік та характеристики ріжучого та контрольного інструменту, так як більшість високоточних операцій виконується на сучасному високотехнологічному верстаті SERDI 4,5, який в повній мірі укомплектований даним видом устаткування; до його комплектації включені допоміжні, кріпильні, контрольні та вимірювальні пристосування з урахуванням конструктивних ГБЦ різноманітних моделей та марок ДВЗ, включаючи й засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) виробничих робітників.

Наступними розрахунками у відповідності до діючих методик і нормативів, визначаємо норми часу на всі перелічені в таблицях 2.2 та 2.3 технологічні операції, в результаті чого отримаємо загальний час на проведення ремонтних операцій по ГБЦ.

005. Контрольна – визначення кількості, форми й розмірів всіх тріщин й сколів на привальній поверхні ГБЦ.

Норму часу на виконання даної операції визначаємо використовуючи методику спостереження за роботою слюсаря.

Приймаємо, що оцінка кожного дефекту (тріщини, кратеру, сколу тощо) займає приблизно 2,0 хв. Враховуючи, що на привальній площині середньостатистичної ГБЦ знаходиться не більше 5 дефектів (1 тріщина та 4 кратери), норма часу на дану операцію складе:

$$T_{н(005)} = 5 \cdot 2,0 = 10,0 \text{ хв.}$$

010. Свердлувальна - засвердлити ручним електродрилем для розділки однієї тріщини 2 отвори по її краях $\varnothing 4,0$ мм на глибину 4,0 мм для кожного отвору.

Норма часу при верстатному свердлуванні отворів визначається залежністю:

$$T_{н.свердл.} = T_{ни} + T_{vy} + \frac{T_{nz}}{n_{шт}}, \quad (2.1)$$

де $T_{ни}$ - неповний штучний час на свердлування отворів, який встановлений таблицею 234 [7]; свердлування одного отвору у деталях із сплавів на основі алюмінію триває $T_{ни} = 0,3 \text{ хв.}$;

T_{vy} - час, який витрачається на встановлення та закріплення ГБЦ на столі верстату та приймається у відповідності до таблиці 208 [7] із врахуванням ваги деталі; приймаємо при вазі ГБЦ 15,2 кг - $T_{vy} = 0,7 \text{ хв.}$;

T_{nz} - так званий підготовчо-заклучний час, який визначається рівнем складності роботи й для робіт середньої складності за таблицею 207 [7] становить - $T_{nz} = 4,0 \text{ хв.}$;

$n_{шт.}$ - партійна кількість деталей; приймаємо - $n_{шт.} = 1,0 \text{ деталь}$.

За таких даних норма часу на свердлування отворів складе:

$$T_{н.(010)} = 0,3 + 0,7 + \frac{4,0}{1} = 5,0 \text{ хв.}$$

015. Слюсарна – ручна обробка однієї тріщини фрезерувальною фрезою на глибину 4 мм на довжині 25,0 мм (прийнято умовно).

При такій технології формування канавки основний час на операцію визначається виходячи з таких умов:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \quad (2.2)$$

де $L = l + y_1 + y_2$ - довжина фрезерування при довжині тріщини l , мм.

Довжина фрезерування тріщини складає відповідно:

$$L = 25,0 + 3,2 = 28,2 \text{ мм}.$$

Для фрезерування тріщини потрібно здійснити один прохід фрези - $i = 1,0$.

Приймаючи швидкість обертання фрези $n = 1500 \text{ об/хв}$ визначаємо необхідну подачу - $S = 0,2 \text{ мм/об}$.

Отже, за таких даних основний час на фрезерування тріщини буде:

$$T_o = \frac{28,2 \cdot 1,0}{1500,0 \cdot 0,2} = 0,09 \text{ хв}.$$

Допоміжний час на закріплення та зняття деталі у спеціальному пристосуванні встановленому на верстаку визначаємо за рекомендаціями таблиці 81 [7] - $T_{o(y)} = 0,6 \text{ хв}$; а допоміжний час пов'язаний із самою операцією (проходом) за таблицею 82 [7] - $T_{o(np)} = 1,0 \text{ хв}$.

Отже, допоміжний час на фрезерувальну операцію складе:

$$T_o = T_{o(y)} + T_{o(np)} = 0,6 + 1,0 = 1,6 \text{ хв}. \quad (2.3)$$

Оперативний час, є сумою основного та допоміжного часів:

$$T_{on} = T_o + T_o = 0,09 + 1,6 = 1,69 \text{ хв}. \quad (2.4)$$

Додатковий час визначаємо так:

$$T_{доd} = K \cdot T_{on}, \quad (2.5)$$

де $K = 0,07$ - співвідношення додаткового часу та номінального для свердлувальних операцій, вибране з таблиці 7 [7]
 $T_{доd} = K \cdot T_{on} = 0,07 \cdot 1,8 = 0,13 \text{ хв}.$

Підготовчо-заклучний час, взятий з таблиці 83 [7] складає $T_{н.з} = 11,0 \text{ хв}.$

Отже, норма часу на фрезерувальну операцію буде наступною:

$$T_n = T_{on} + T_{ood} + \frac{T_{n.3}}{n}, \quad (2.6)$$

де $n = 1$ - партійна кількість деталей.

$$T_{n(015)} = 1,69 + 0,13 + \frac{11,0}{1} = 12,82 \text{ хв.}$$

020. Термічна - нагрів ГБЦ та витримка її впродовж 2-ох год. у камері печі при температурі 200 °С

Норма часу на дану операцію була визначена наступним чином:

$$T_n = T_{on} + T_{nz}, \quad (2.7)$$

де T_{on} - оперативний час, який складається із 20,0 хв. часу витраченого безпосередньо на нагрів ГБЦ до температури 200 °С та 120,0 хвилин (2 год.) її витримки; отже, $T_{on} = 20,0 + 120,0 = 140,0 \text{ хв}$

T_{nz} - час пов'язаний із розміщенням та видаленням ГБЦ з камери печі, який називається я підготовчо-заклучним й складає $T_{nz} = 10,0 \text{ хв}$.

Норма часу на термічну операцію дорівнює:

$$T_{n(025)} = 140,0 + 10,0 = 150,0 \text{ хв.}$$

025. Зварювальна - заварювання одної канавки від фрези довжиною 28,2 мм та глибиною 4,0 мм отриманої під час «розкриття» тріщини, ручним напіваавтоматичним зварюванням в середовищі аргону дротом марки АМг6 Ø1,2 мм.

Основний час на зварювальну операцію складає:

$$T_o = \frac{G}{V_n}, \quad (2.8)$$

де G - маса Al, що наплавляється, вирахована за виразом:

$$G = LF\gamma, \quad (2.9)$$

де F - площа поперечного перерізу шва, приймаємо $F = 0,4 \cdot 0,4 = 0,16 \text{ см}^2$;

γ - щільність Al-електродів; приймаємо для дроту марки АМг6 $\gamma = 7,5 \text{ г/см}^3$.

Отже, $G = 28,2 \cdot 0,16 \cdot 7,5 = 33,8 \text{ гр.}$

V_n - швидкість зварювання, яка складає $V_n = \alpha \cdot I = 11 \cdot 260 = 2860,0 \frac{\text{г}}{\text{А} \cdot \text{год.}}$.

За таких даних, основний час на заварювання канавки під тріщину із уточнюючим коефіцієнтом, що враховує довжину шва, складе:

$$T_o = \frac{60 \cdot 33,8}{2860,0} \cdot 1,2 = 0,85 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на розміщення ГБЦ вагою до 15,2 кг за допомогою кран-балки та підготовку зварювального обладнання до роботи, прийнятий за рекомендаціями таблицею 98 [7] складе $T_o = 1,2 \text{ хв.}$

Оперативний час, визначаємо за вже наведеною залежністю (2.4):

$$T_{on} = 0,85 + 1,2 = 2,05 \text{ хв.}$$

Додатковий час із урахуванням позиціювання зварювальника буде:

$$T_{дод} = \frac{T_{on} \cdot K}{100} = \frac{2,05 \cdot 13}{100} = 0,27 \text{ хв.} \quad (2.10)$$

Врахування підготовчо-заключного часу на виконання нескладної зварювальної роботи у розмірі 2% складе:

$$T_{nz} = \frac{T_{on} K_{nz}}{100} = \frac{2,05 \cdot 2}{100} = 0,04 \text{ хв.} \quad (2.11)$$

Отже, норма часу на проведення операції заварювання канавки складе:

$$T_{н(025)} = 2,05 + 0,27 + 0,04 = 2,36 \text{ хв.}$$

030. Випробувальна – оцінка герметичності ГБЦ (обпресування) на професійному випробувальному стенді після заварювання тріщини.

Так як, норми часу при випробуванні ГБЦ на герметичність в технічних характеристиках стенду SERDI SPT 1600 XL передбачені (3,0...5,0 хв.) лише безпосередньо для самої перевірки (без врахування часу на проведення монтажних робіт), а за нормативами [7] розрахунок такої операції загалом не наведений, то нормування цієї операції проводимо шляхом оцінки затрат часу робітників, отримані шляхом спостереження та фіксації за процесом їх роботи на даному стенді (таблиця 2.4).

Таблиця 2.4. - Норми часу на випробування герметичності ГБЦ отримані фотографуванням робочого процесу робітників на стенді SERDI SPT 1600 XL

Затрати робочого часу на перехід	№ робітника	Час на проведення переходу операції		Шифр *
		Тривалість дій,	Усереднена	

		хв.	величина, хв.	
Встановлення на отвори сорочки охолодження в бічній поверхні ГБЦ заглушок та підвідної трубки	1	2 хв. 15 сек.	2 хв. 22 с.	П
	2	2 хв. 35 сек.		
	3	2 хв. 20 сек.		
	4	2 хв. 10 сек.		
	5	2 хв. 30 сек.		
Установка ГБЦ на рухому монтажну раму стенду	1	1 хв. 20 сек.	1 хв. 29 сек.	П
	2	1 хв. 15 сек.		
	3	1 хв. 35 сек.		
	4	1 хв. 50 сек.		
	5	1 хв. 25 сек.		
Закриття ущільнювальними прокладками каналів системи охолодження, що відкриваються в привальну площину ГБЦ	1	2 хв. 25 сек.	2 хв. 33 сек.	П
	2	2 хв. 35 сек.		
	3	2 хв. 50 сек.		
	4	2 хв. 35 сек.		
	5	2 хв. 20 сек.		
Встановлення прозорої плити, виготовленої з оргскла та притискання її могутніми струбцинами	1	3 хв. 10 сек.	3 хв. 08 сек.	П
	2	3 хв. 35 сек.		
	3	2 хв. 55 сек.		
	4	2 хв. 50 сек.		
	5	3 хв. 10 сек.		
Подача стисненого повітря та огляд місць появи пухирів	1	3 хв. 00 сек.	3 хв. 00 сек.	О
	2	3 хв. 00 сек.		
	3	3 хв. 00 сек.		
	4	3 хв. 00 сек.		
	5	3 хв. 00 сек.		
Демонтування ГБЦ у зворотній послідовності	1	6 хв. 10 сек.	6 хв. 08 сек.	П
	2	6 хв. 30 сек.		
	3	5 хв. 50 сек.		
	4	6 хв. 00 сек.		
	5	6 хв. 10 сек.		
Норма часу на операцію			18 хв. 40 сек. (18,67 хв.)	

Примітка: * - О – оперативний час; П – підготовчо-заклучний час.

Отже, норма часу на проведення випробувальної операції складає:

$$T_{н(030)} = 18,67 \text{ хв.}$$

035. Контрольна - контроль щільності посадки напрямних втулок (8 шт.) у отворах ГБЦ та розмірів внутрішніх отворів напрямних втулок (8 отв.) $\varnothing 11^{+0,5}$ мм - $\varnothing 11^{+0,5}$ мм на довжині втулок (65,0 мм) для визначення можливості їх подальшого відновлення або вибраковування.

Норму час на цю операцію визначаємо застосовуючи вже описаний у попередній операції метод хронометрування часу. Величина норми часу складає $T_{н.(035)} = 11,54 \text{ хв.}$

040. Пресова – випресування напрямних втулок клапанів (8 шт.) з ГБЦ.

Випресування напрямних втулок проводимо у холодному стані (при температурі 25 ± 5 °C) із використання тиску величиною 4,0 МПа пневматичної мережі стенду SERDI 4,5. За технічними характеристиками при даному тиску в системі стенду створюється зусилля випресування 1,0 кН, а оперативний час на випресовування однієї прямої втулки складає 1,2 с.

Підготовчо-заклучний час, пов'язаний із закріпленням ГБЦ на столі стенду та підготовкою фіксуючого пристосування за технічними характеристиками стенду - $T_{пз} = 2,0$ хв..

Отже норма часу на випресовування комплекту напрямних втулок клапанів із ГБЦ складе:

$$T_{н.(040)} = 8 \cdot T_{оп} + T_{пз} = 8 \cdot 1,2 + 2,0 = 11,6 \text{ хв.}$$

045. Термічна - охолодження комплекту нових напрямних втулок в ємкості із рідким азотом (N_2) за температури -260 °C із витримкою впродовж 3-ох хв.

Підготовчо-заклучний час пов'язаний із навішуванням комплекту напрямних втулок (8 шт.) на оправку, транспортування оправки із втулками до ємкості із N_2 на відстань до 10 м (за нормативами) складає 3,5 хв.

При цьому, норма часу на термічну операцію складе:

$$T_{н.(045)} = 3,5 + 3,0 = 6,5 \text{ хв.}$$

050. Слюсарна - встановлення охолоджених напрямних втулок клапанів у отвори ГБЦ.

Для визначення норми часу на дану операцію застосовуємо вже описаний вище спосіб хронометражу часу виконаний шляхом спостереження за виробничими робітниками. Результатом середнього часу на встановлення однієї прямої втулки ГБЦ двигуна «Богдан 2110» є 2,51 хв.

Отже, норма часу на слюсарну операцію складе:

$$T_{н.(050)} = 8 \cdot 2,51 = 20,08 \text{ хв.}$$

055. Шліфувальна. Перехід 1. - Розгортання внутрішніх отворів напрямних втулок клапанів під стрижні клапанів на верстаті SERDI 4,5 (8 шт.) для

впускного клапану з $\varnothing 10,70$ мм до $\varnothing 10,80$ мм, а для випускного клапану – з $\varnothing 10,690$ мм до $\varnothing 10,790$ мм на довжині 89 мм (для 8-ми напрямних).

Величину припуску, що знімається розгорткою із внутрішньої поверхні прямої втулки приймаємо однаковою для втулок впускних і випускних клапанів - 0,1 мм на діаметр.

Глибина різання визначається формулою:

$$t = \frac{D_{cv} - d_{ome}}{2} = \frac{10,80 - 10,70}{2} = 0,05 \text{ мм}. \quad (2.12)$$

Величину подачі ріжучого інструменту приймаємо за діаметром розгортки ($\varnothing 10,8$ мм) у відповідності до даних таблиці 58 [7] - $S = 1,0 \text{ мм/об}$.

Швидкість різання при цьому з таблиці 60 [7] складе - $V = 9,2 \text{ мм/об}$. Разом з тим, за паспортом верстату проведення даної операції супроводжується швидкістю різання 14,3 мм/об, що пояснюється застосуванням більш стійких і міцних матеріалів розгортки із комплекту інструменту станку.

Частота обертів шпинделю станку становитиме:

$$n = 318 \frac{V_o}{d} = 318 \frac{14,3}{10,8} = 421 \text{ хв}^{-1}. \quad (2.13)$$

Приймаємо за паспортом станку стандартне значення - $n = 500 \text{ хв}^{-1}$.

Основний час цього переходу із врахуванням довжини поверхні різання (із врахуванням врізання та перебігу) - $L = 55,0 \text{ мм}$ складе:

$$T_o = \frac{55,0}{500 \cdot 1,0} = 0,11 \text{ хв}.$$

Відповідно, на обробку 8-ми отворів, основний час на перехід буде:

$$T_o = 8 \cdot 0,11 = 0,88 \text{ хв}.$$

Допоміжний час на встановлення, базування та фіксацію ГБЦ на столі станку SERDI 4,5 й забезпечення співісності отворів, що підлягають обробці й шпинделю станку, приймаємо за хронометражем - $T_{o(y)} = 3,2 \text{ хв}$.

Допоміжний час пов'язаний із проходом при першому розгортанні знаходимо за таблицею 66 [7] - $T_{o(np)} = 0,12 \text{ хв}$.

Сумарний допоміжний час на перехід складе:

$$T_{\partial} = T_{\partial(y)} + T_{\partial(np)} = 3,2 + 0,12 = 3,32 \text{ хв.}$$

Оперативний час переходу:

$$T_{on} = 0,88 + 3,32 = 4,2 \text{ хв.}$$

Додатковий час із врахуванням $K = 0,06$ (таблиця 7 [7]) - коефіцієнту співвідношення додаткового та номінального часів:

$$T_{\partial\partial} = K \cdot T_{on} = 0,06 \cdot 4,2 = 0,25 \text{ хв.}$$

Підготовчо-заклучний час із врахуванням особливостей здійснення технологічного процесу роботи верстату, який залежить від технічного рівня його конструкції, складе - $T_{nz} = 2,2 \text{ хв.}$

Отже, норму часу на розгортання 8-ми отворів у напрямних втулках буде такою:

$$T_{n1(055)} = 4,2 + 0,25 + \frac{2,2}{1} = 6,7 \text{ хв.}$$

055. Шліфувальна. Перехід 2. - Шліфування фасок сідел клапанів на універсальному верстаті SERDI 4,5 із зняттям припуску 0,1 мм до видалення слідів зношення та еліпсності поверхні сідел.

Технологія обробки фасок сідел клапанів, яку забезпечує верстат SERDI 4,5 передбачає обробку всіх трьох фасок (верхньої, нижньої допоміжної та основної) одночасно. Така обробка проводиться за допомогою спеціальної фрези із точною геометрією робочих різальних поверхонь. Так як кут основних фасок впускних і випускних клапанів не однаковий і дорівнює відповідно 45° та 60° то для обробки сідел використовуємо дві фрези.

За технічними характеристиками верстату кількість обертів шпинделів при шліфуванні становить - $n = 680 \text{ об/хв.}$ Основний час на шліфування фасок одного сідла - $T_{ol} = 0,12 \text{ хв.}$ Підготовчо-заклучний час на базування інструменту за технічними характеристиками стенду - $T_{nz} = 2,3 \text{ хв.}$

Норма часу на шліфування сідла одного клапану складе:

$$T_{n1} = 0,12 + 2,3 = 2,42 \text{ хв.}$$

Норма часу на шліфування 8-ми сідел клапанів відповідно дорівнюватиме:

$$T_{n2(055)} = 8 \cdot T_{n1} = 8 \cdot 2,42 = 19,36 \text{ хв.}$$

Сумарна норма часу за двома переходами шліфувальної операції:

$$T_{н.(055)} = T_{н1} + T_{н2} = 6,7 + 19,36 = 26,06 \text{ хв.}$$

060. Слюсарна - прогонка різьби М8×1,0 6g в ручну у чотирьох отворах на глибину 10,0 мм.

Нормування часу на прогонку різьби проводимо як для процесу її нарізання.

Неповний штучний час на прогонку різьби М8 з кроком 1,0 при довжині нарізної частини 10,0 мм становить $T_{нш1} = 1,41 \text{ хв}$ / на один різьбовий отвір.

Відповідно на прогонку різьб у чотирьох отворах неповний штучний час складе:

$$T_{нш1} = 1,41 \cdot 4 = 5,64 \text{ хв.}$$

Отже, норма часу на слюсарну операцію буде дорівнювати:

$$T_{н.(060)} = 5,64 \text{ хв.}$$

065. Фрезерна - фрезерування привальної площини ГБЦ до видалення не площинності на глибину 0,3 мм, яка утворилася за рахунок короблення під дією термічних та динамічних навантажень, із дотриманням розміру глибини камери згорання не менше 18,7 мм.

Ширину фрезерування приймаємо виходячи із конструктивних міркувань: так при ширині фрези $\varnothing 250,0 \text{ мм}$ привальну площину ГБЦ можна обробити лише за один прохід фрези.

Обробку проводимо торцевою фрезою, що забезпечує чистову обробку при величині припуску, що знімається - 0,3 мм; отже, глибина різання складає $t = 0,3 \text{ мм}$.

За таблицею 69 [7] подачу фрези буде - $S_{об} = 0,54 \text{ мм/об}$.

Основний час на операцію при довжині різання $L = 520 \text{ мм}$ (із врахуванням врізання та перебігу) та одному ($i = 1$) проходу фрези та швидкості різання $V = 57,2 \text{ об/хв}$ (таблиця 71 [7]) при $n = 165 \text{ хв}^{-1}$:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S_{об}} = \frac{520 \cdot 1}{165 \cdot 0,54} = 5,84 \text{ хв.} \quad (2.14)$$

Допоміжний час на встановлення та зняття ГБЦ приймаємо за таблицею 81 [7] із врахуванням її вагу та характеру закріплення – на столі із вивірення середньої складності - $T_{\text{вс}} = 3,0 \text{ хв}$.

Допоміжний час пов'язаний із проходом визначаємо за таблицею 82 [7] при обробці площини на перший прохід із одною пробною стружкою - $T_{\text{пр}} = 0,7 \text{ хв}$.

Тоді сумарний допоміжний час складе: $T_{\text{д}} = T_{\text{вс}} + T_{\text{пр}} = 3,0 + 0,7 = 3,7 \text{ хв}$., а оперативний час - $T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{д}} = 5,84 + 3,7 = 9,54 \text{ хв}$.

Додатковий час із врахуванням $K_{\text{доо}} = 0,07$ (таблиця 7 [7]) складе:

$$T_{\text{доо}} = 9,54 \cdot 0,07 = 0,67 \text{ хв}.$$

Підготовчо-заклучний час операції при закріпленні ГБЦ на столі верстату та установці фрези становитиме - $T_{\text{нз}} = 24,0 + 2,0 = 26,0 \text{ хв}$.

Отже, норма часу на фрезерну операцію буде:

$$T_{\text{н.}(065).} = 9,54 + 0,67 + \frac{26}{2} = 23,21 \text{ хв}.$$

070. Контрольна – контроль розмірів відновлених дефектів ГБЦ.

За даними отриманими на підприємстві під час проходження переддипломної практики, встановлена норма часу на контрольну операцію складає $T_{\text{н.}(070).} = 12,50 \text{ хв}$.

Виконаний технологічний процес відновлення поверхонь ГБЦ повинен відповідати певним технічним вимогам для забезпечення надійної та довговічної роботи спряжених з нею деталей. Серед основних вимог щодо якості проведення відновлювальних дій, які перевіряються під час контролю, можна виділити наступні [8]:

- перед встановленням комплекту клапанів, їх стрижні потрібно перевірити за довжиною при допустимій розбіжності не більше 0,5 мм – всі клапани повинні відповідати одній розмірній групі;
- допустиме короблення привальної площини ГБЦ не повинно перевищувати 0,05 мм на довжині 100 мм;
- різьбові отвори повинні бути чистими без залишків металевої стружки; не

допускається зрив більше як 2-ох ниток різьби;

- робочі поверхні привальної площини ГБЦ, під кришку клапанного механізму, отвори в напрямних втулках під клапани, фаски сідел клапанів повинні бути чистими без вибоїн і рисок;

- на поверхнях каналів систем охолодження та мащення ГБЦ, її зовнішніх та інших поверхнях, не допускаються присутність тріщин, вибоїн, сколів та корозійних уражень;

- канали системи мащення повинні бути чистими, без жодних сторонніх відкладень, ретельно промиті й продуті стисненим повітрям;

- після проведення відновлювальних робіт, канали ГБЦ слід перевірити на герметичність;

- перевірка герметичності спеціальною технологічною рідиною передбачена також для спряження «фаска клапана – сідло».

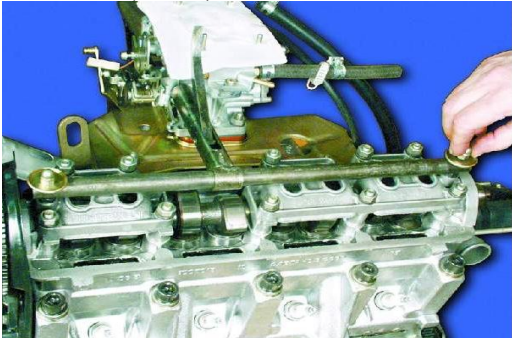
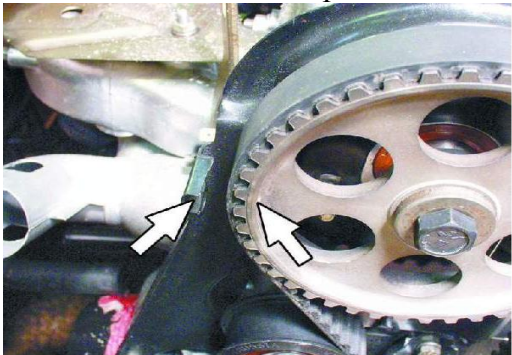
Результати визначення норм часу по кожній операції та загальний штучно-калькуляційний час на ремонт ГБЦ двигуна автомобіля «Богдан 2110» за запропонованою раціональною технологією наведені в таблиці 2.5.

Таблиця 2.5. - Норми часу на виконання операцій ремонту ГБЦ автомобіля «Богдан 2110» (1,6 л, 8 клапанів) за прийнятим маршрутом та розробленою технологією

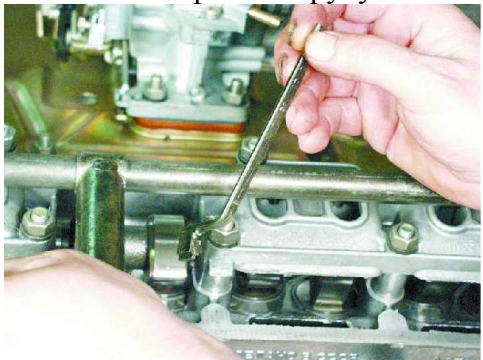
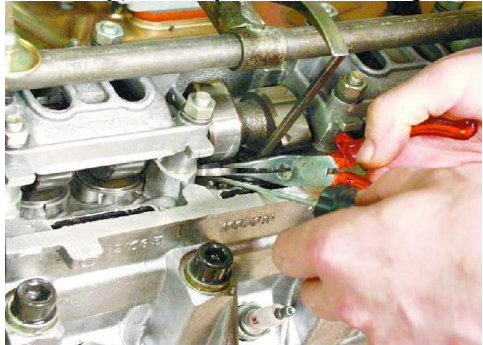
№ операції	Назва операції	Основний час операції T_{oi} , хв.	Норма часу на операцію T_{ni} , хв.
005	Контрольна	10,0	10,0
010	Свердлувальна	0,30	5,0
015	Слюсарна	0,09	12,82
020	Термічна	140,0	150,0
025	Зварювальна	0,85	2,36
030	Випробувальна	3,00	18,67
035	Контрольна	11,54	11,54
040	Пресова	2,00	11,60
045	Термічна	6,50	6,50
050	Слюсарна	20,08	20,08
055	Шліфувальна	23,56	26,06
060	Слюсарна	5,64	5,64
065	Фрезерувальна	9,54	23,21
070	Контрольна	12,5	12,50
Разом			316,0 хв. (5 год. 16 хв.)

2.4. Технологічні карти на проведення регулювальних операцій ГРМ двигунів АТЗ

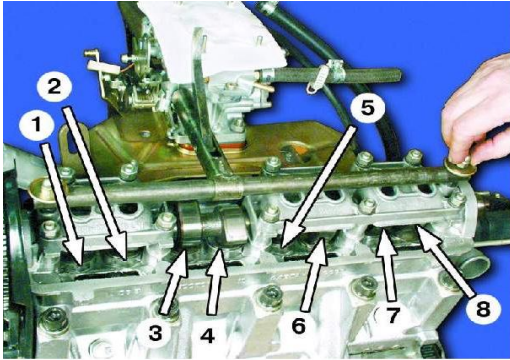
Таблиця 2.6. - Технологічна карта на регулювання теплових зазорів у ГРМ бензинових ДВЗ автомобілів «Богдан 2110» (1,6 л, 8 клапанів)

№ операції	Перелік та послідовність дій при виконанні технологічної операції	Обладнання, інструмент та технічні умови	Розрядність робіт	Трудомісткість операції, люд-год.
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-
005	Встановити та закріпити пристосування для переміщення клапанів із штовхачами на шпильки кришки клапанів та зафіксувати його гайками (2 шт.). 	1. Сервісний майданчик. 2. Пристосування для переміщення клапанів із штовхачами. 3. Ключ накидний двосторонній 13 мм.	II	0,02
010	Встановити поршень першого циліндру у положення, що відповідає ВМТ та повернути додатково колінчастий на 40...50° за годинниковою стрілкою. 	1. Сервісний майданчик. 2. Ключ торцевий з трищіткою 17 мм.	II	0,02
015	Провести визначення зазорів у першого та другого (I-ий циліндр), третього (II-ий циліндр) та п'ятого (III-ий циліндр) клапанів. 	1. Сервісний майданчик. 2. Оригінальне індикаторне пристосування або набір щупів мірних з кроком 0,05 мм.	II	0,10

Продовження таблиці 2.6

-1-	-2-	-3-	-4-	-5-
020	При невідповідності визначеного зазору клапану номінальній величині - перемістити штовхач клапану донизу активувавши роботу пристосування. 	1. Сервісний майданчик. 2. Пристосування для переміщення клапанів із штовхачами.	II	0,02
025	Утримуючи штовхач у натиснутому стані, встановити спеціальний фіксатор для обмеження його зворотного руху. 	1. Сервісний майданчик. 2. Пристосування для переміщення клапанів із штовхачами. 3. Фіксатор штовхача.	II	0,01
030	Вийняти регулювальну шайбу із штовхача за допомогою викрутки, попередньо відвівши пристосування для утоплення від штовхача. 	1. Сервісний майданчик. 2. Пристосування для переміщення клапанів із штовхачами. 3. Фіксатор штовхача. 4. Тонка викрутка з плоским жалом.	II	0,02
035	Встановити в штовхач нову компенсаційну (регулювальну) шайбу необхідного розміру. 	1. Сервісний майданчик. 2. Пристосування для переміщення клапанів із штовхачами. 3. Фіксатор штовхача. 4. Тонка викрутка з плоским жалом. 4. Пасатижі із подовженими губками.	II	0,05

Продовження таблиці 2.6

-1-	-2-	-3-	-4-	-5-
040	Повторно провести вимір теплового зазору. У разі його неспівпадіння із номінальним – виконати регулювання ще раз. 	1. Сервісний майданчик. 2. Оригінальне індикаторне пристосування або набір щупів мірних з кроком 0,05 мм.	II	0,10
045	Провернути колінчастий вал на 360° (один оберт) за годинниковою стрілкою та відрегулювати зазори 4-го (II-ий циліндр), 6-го (III-ий циліндр), 7-го та 8-го (IV-ий циліндр) клапанів у вже описаній операціями 015-040 послідовності. 	1. Сервісний майданчик. 2. Ключ торцевий з трищіткою 17 мм. 3. Пристосування для переміщення клапанів із штовхачами. 4. Фіксатор штовхача. 5. Тонка викрутка з плоским жалом. 6. Пасатижі із подовженими губками.	II	0,40
Разом				0,74

Загальна трудомісткість робіт із ремонту одної ГБЦ із урахуванням трудомісткостей розбирально-складальних, відновлювальних та ремонтних робіт, представлених в таблицях 2.1, 2.5 та 2.6, становить 8,69 люд.-год.

Приклади технологічних карт на розбирання ГБЦ двигунів автомобілів «Богдан 2110» представлені у графічній частині роботи на аркуші КР.АТ.24.06.21.00.00.00.

3. ІНЖЕНЕРНИЙ РОЗДІЛ

3.1. Визначення пріоритетних напрямків виконання проектних розробок

Одним із основних видів технологічних операцій, який передуює проведенню відновлювальних, але у той же час є не менш відповідальним, є роботи із розбирання та складання (укомплектування) ГБЦ й регулювальні роботи із встановлення оптимальних теплових зазорів в механізмі ГРМ [6, 8].

Лише за умови застосування в ремонтному виробництві відповідних технологій, використання потрібного високотехнологічного обладнання, спеціальних пристроїв та інструменту, та дотриманні виробничими робітниками положень технологічних карт та нормативів на дані види робіт, реалізується можливість уникнення додаткових пошкоджень та дефектів ГРМ та ГБЦ [6, 8].

Забезпечення високої точності виконання ремонтних операцій, що прямим чином впливає на якісні показники отриманих результатів, залежить як від технічного рівня обладнання та інструменту, так й забезпечується точністю фіксації і базування виробу (ГБЦ) під час проведення технічних дій [9].

Якщо сучасні випробувальні та ремонтні стенди, які пропонується застосувати при ремонті ГБЦ на підприємстві, а саме - стенд для гідравлічного обпресування ГБЦ SERDI SPT 1600 XL та спеціалізований універсальний верстат для ремонту ГБЦ SERDI 4,5 в базових комплектаціях вже оснащені такими пристосуваннями, то під час проведення розбирально-складальних операцій на слюсарному верстаку, слюсарю при багатократній зміні просторового положення ГБЦ необхідно використовувати допомогу іншого працівника для її утримання (фіксації), що суттєво впливає на тривалість виконання робіт та їх якість, ускладнюючи робочий процес та підвищуючи його вартість.

Саме тому, в таких умовах доцільними є застосування оригінального універсального пристосування для закріплення ГБЦ всіх типів [9]. Додатковими операціями, які можуть бути виконані за його участі є визначення зносу отворів напрямних втулок клапанів, виконання робіт із «розсухарювання» клапанів та регулювання теплових зазорів між стрижнями клапанів та штовхачами. Виконання описаних додаткових операцій потребує до

оснащення даного пристосування допоміжними зйомними модулями (пристроями).

До конструкції пристосування входять різні деталі (рис. 3.1), які структурно можна віднести до трьох основних вузлів – опорної стійки, поворотної платформи й траверси.

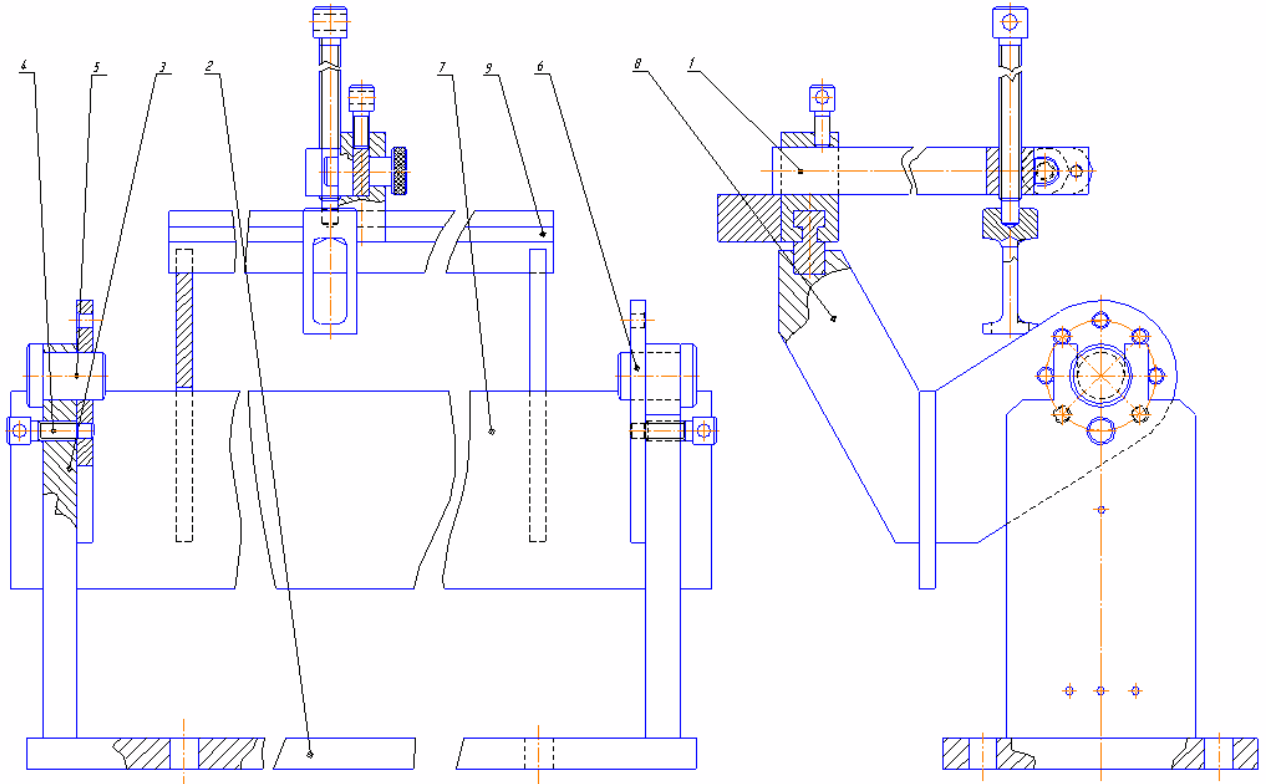


Рисунок 3.1. – Конструктивна схема універсального пристосування для закріплення та ремонту ГБЦ ДВЗ:

1 – пристрій для розсухарювання клапанів; 2 – плита опорна; 3 – стійка; 4 – гвинт стопорний; 5 – цапфа; 6 – пластина бічна; 7 – пластина несуча; 8 – опора напрямної; 9 – напрямна.

Конструкція опорної стійки пристосування складається із опорної плити (2), стійок (3) та стопорного гвинта (4), натомість як поворотна платформа пристосування – з деталей позначених на рис. 3.1 позиціями (5)-(9).

Кріплення ГБЦ до несучої пластини (7) пристосування здійснюється за допомогою болтового з'єднання.

Основу конструкції пристрою для розсухарювання клапанів (рис. 3.2) складає повзун (1), здатний переміщуватися вздовж напрямної (9) поворотної платформи (див. рис. 3.1), оснащений привареною до нього пластиною (2) та рухомою штангою (3), на якій безпосередньо закріплюється механізм для розсухарювання клапанів (10) із силовим натискним гвинтом (5). Для фіксації

вильоту штанги (3) у повзуні (1) використовується стопорний гвинт (4). На іншому кінці штанги (3) встановлений фланець (9) оснащений силовим гвинтом (5). В свою чергу фланець (9) закріплюється на штанзі (3) за допомогою осі (6) та гайки (8). Для фіксації встановленого просторового положення фланцю (9) використовується гвинт (7).

Використання такої конструкції пристрою дозволяє встановлювати розсухарювач (10) співвісно із клапаном будь-якої ГБЦ.

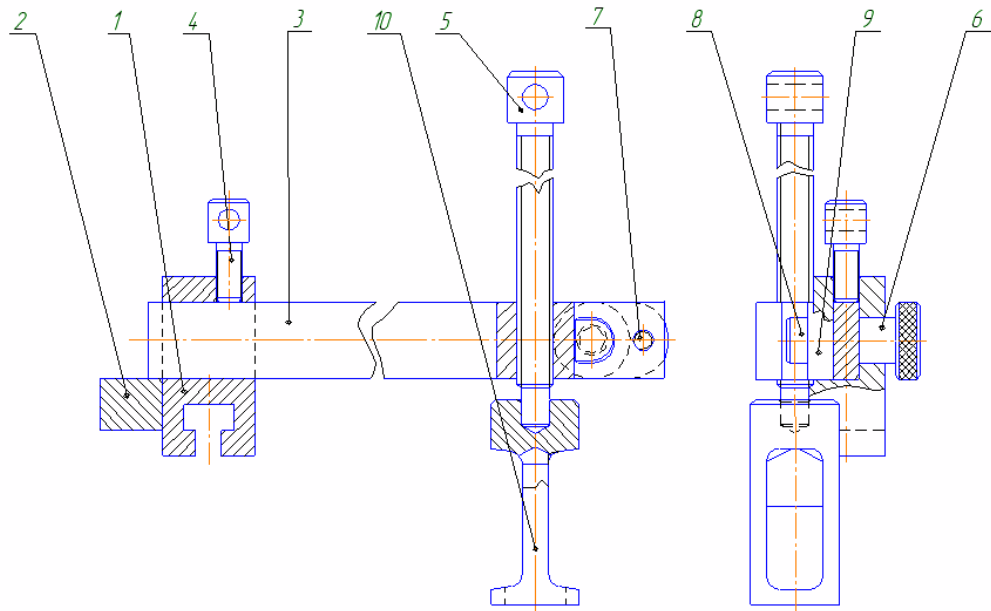


Рисунок 3.2. - Додаткове пристосування до стенду призначене для розсухарювання клапанів:

1 – повзун; 2 – пластина повзуна; 3 – штанга; 4, 7 – фіксуючі гвинти; 5 – основний силовий гвинт; 6 – гайка; 8 – вісь фланцю; 9 – фланець; 10 – розсухарювач.

Задля забезпечення можливості оцінки й контролю величин зазорів Δ (рис. 3.4 а) у спряженні «напрямна втулка клапану – стрижень клапану» пристосування може бути оснащено додатковим пристроєм (рис. 3.5), який визначає величину дійсного переміщення тарілки клапана (D_m), що є технологічно більш простим й точним (рис. 3.4 б): обчислення залежності $\Delta_m / \Delta \approx 2,1$ дозволяє встановити взаємозв'язок наявного зазору Δ й переміщення D_m тарілки клапану із її середнього положення у крайнє; при цьому повне переміщення тарілки клапану (D_m) між двома крайніми положеннями складатиме $2\Delta_m$.

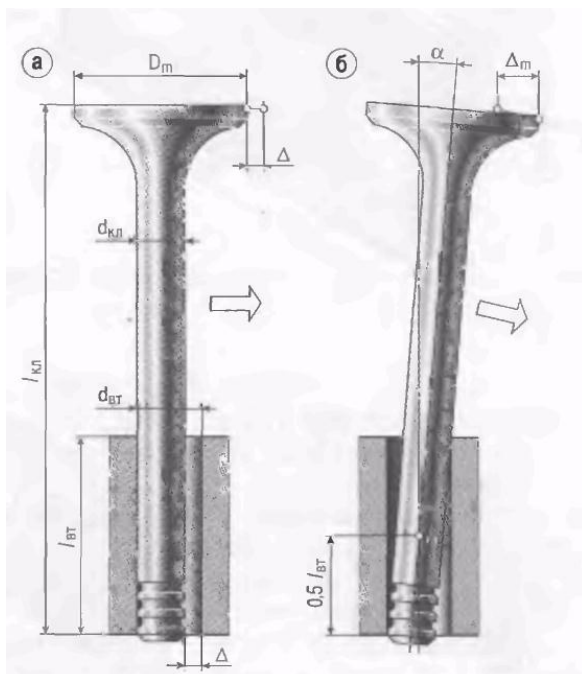


Рисунок 3.4. – Визначення зазорів в
спряженні «стрижень клапана –
напрямна втулка»:

- а) – оцінка величини зазору Δ між
стрижем клапана і втулкою;
б) – оцінка величини зазору за
переміщенням тарілки клапана

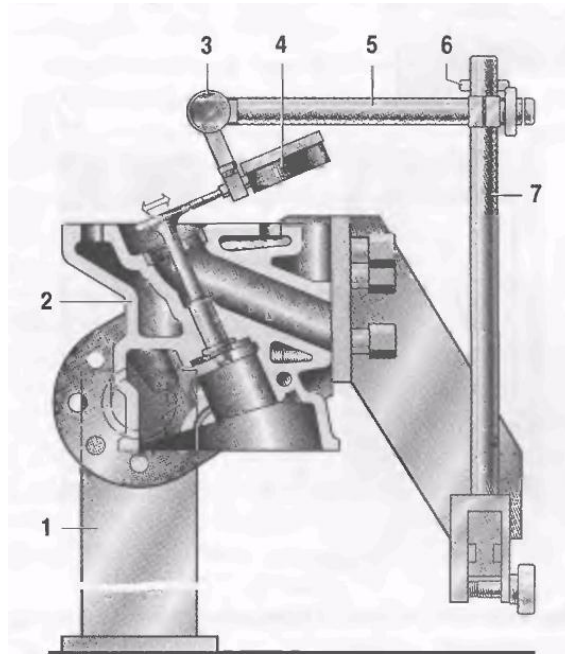


Рисунок 3.5. – Додатковий пристрій для
перевірки зазору між стрижнем клапана
і його прямою втулкою:

- 1 – оригінальне пристосування (рис. 3.1); 2 –
ГБЦ ДВЗ; 3 – кріплення індикаторної
головки; 4 – індикаторна головка; 5, 7 –
горизонтальна та вертикальна штанги; 6 –
механізм з'єднання штанг

Проведений аналіз технічних засобів для контролю та оцінки величин
теплових зазорів в приводі клапанів ГРМ виявив, що найбільш часто для цього
застосовуються традиційні засоби – щупи (рис. 3.6).



Рисунок 3.6. – Контрольний щуп
для визначення величини теплового
зазору в приводі клапанів

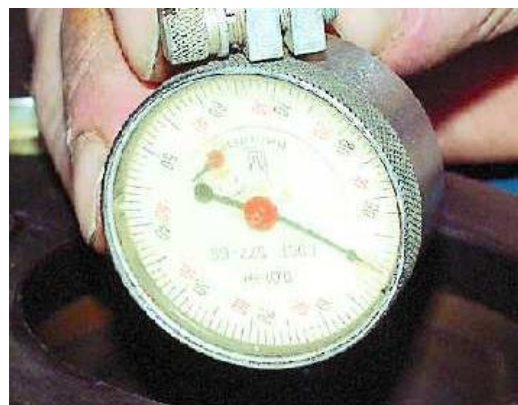


Рисунок 3.7. – Індикаторна
вимірювальна головка

При цьому забезпечення точності встановлення розміру залежить від таких
факторів як: правильно обрана слюсарем товщина щупу, стан його робочої
поверхні та суб'єктивність оцінки, в значній мірі залежна від досвіду робітника.

Більш ефективним та точним є проведення вимірів із застосуванням індикаторних пристосувань, оснащених індикаторними вимірювальними головками, які дозволяють забезпечити високий ступінь точності – до 0,01 мм (див. рис. 3.7).

Конструкцію оригінального індикаторного пристосування, яке забезпечує при однократному встановленні на ГБЦ можливість послідовного визначення величин «теплових» зазорів у клапанному механізмі, представлено на рис. 3.8.

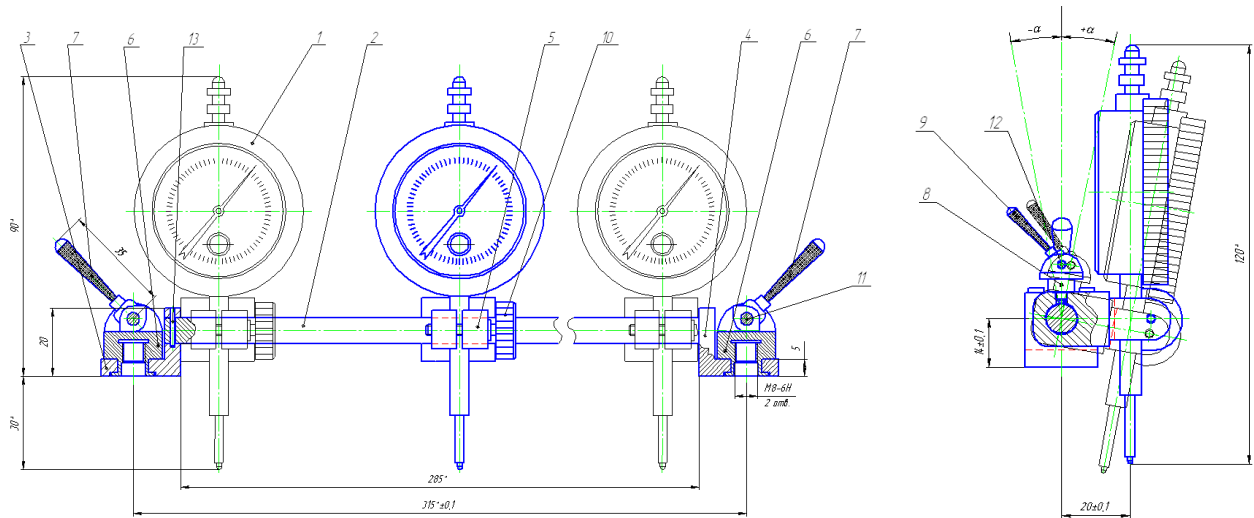


Рисунок 3.8. - Оригінальне пристосування для визначення величин теплових зазорів в приводі клапанів ГРМ ДВЗ:

1 – індикаторна головка; 2 – напрямна; 3 – фланець лівий; 4 – фланець правий; 5 – напрямна стійка; 6 – гайка; 7 – рукоять гайки; 8 – фіксатор напрямної стійки; 9 – рукоять фіксатора; 10 – фіксатор; 11 та 12 – осі; 13 – штифт.

Закріплення пристосування на ГБЦ та його налаштування відбуваються у відповідності до схеми наведеної на рис. 3.9, а сам принцип виконання вимірів та проведення регулювальних операцій щодо встановлення оптимальних значень теплових зазорів клапанів із його використанням наступний:

- після демонтування кришки клапанного механізму в першу чергу виконується оцінка температурного стану деталей ГРМ за допомогою електронного термометру. Така процедура дозволяє вчасно приступити до виконання технологічних операцій лише при досягненні температурних показників ГБЦ значень 25 ± 5 °С. За інших температур, величини зазорів будуть меншими, так деталі механізму будуть ще знаходитися у розширеному стані, а це створить передумови для появи значних помилок та неточностей, що допустити не можна;

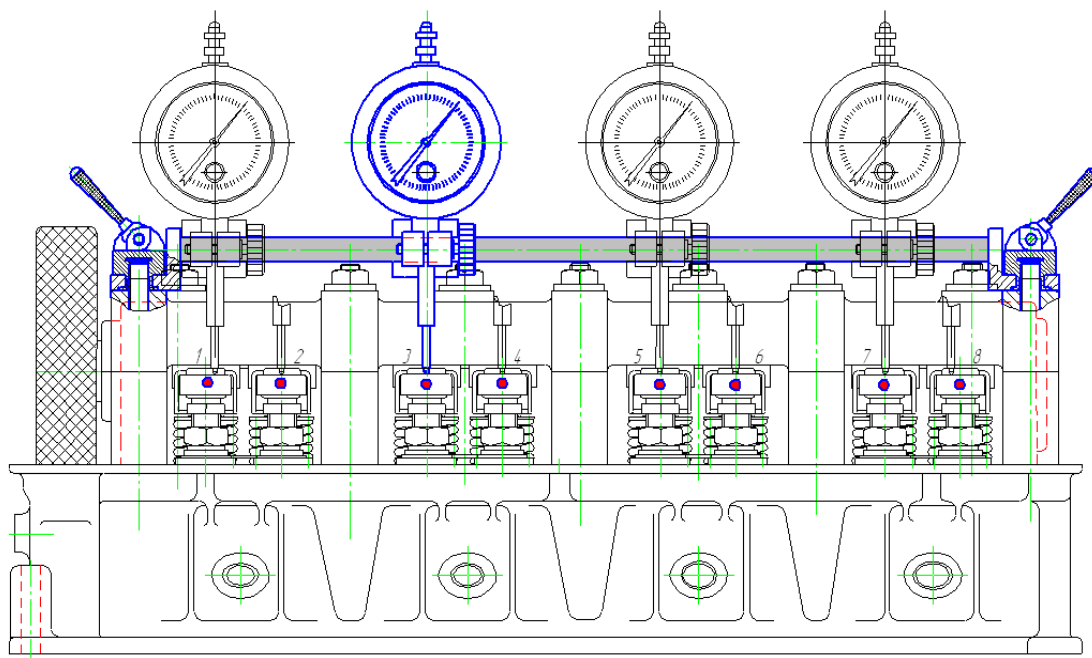


Рисунок 3.9. – Приклад схеми закріплення пристосування на ГБЦ

- установку та закріплення пристосування можна проводити й при більш високих температурних показниках ГБЦ, що дозволить скоротити час на виконання операції.

- після закріплення пристосування виконуємо встановлення на нього індикаторної головки (1) (номера позицій тут і надалі приведені у відповідності до рис. 3.8) та її налаштування;

- налаштування індикаторної головки (1) виконується шляхом її встановлення у технологічний отвір напрямної стійки (5) та попередньої фіксації від переміщення фіксатором (10). Наступне провертання напрямної стійки (5) разом із закріпленою індикаторною головкою (1) відносно осі напрямної (2) у вертикальній площині дозволяє встановити контакт ніжки індикаторної головки (1) із кінцем штовхачем (або коромислом клапану) (див. рис. 3.9), клапан якого підлягає визначенню та регулюванню теплового зазору. Після цього виконується фіксація положення напрямної стійки (5) шляхом закручування фіксатору (8) та остаточне закріплення індикаторної головки фіксатором (10). Останній етап - виставлення індикаторної головки (1) у нульове положення при обертанні її вимірювального диску до співпадіння стрілки індикатору із нульовою позначкою;

- виконуємо остаточне визначення температурного стану ГБЦ;

- переміщуємо штовхач клапану у вертикальній площині та визначаємо величину переміщення спираючись на показники індикатору; у разі потреби

проводимо операцію повторно задля уникнення похибок, а за необхідністю переналаштовуємо індикаторну головку;

- у разі невідповідності визначеної величини теплового зазору, проводимо його регулювання за стандартною методикою заводу-виготовлювача ДВЗ;

- для визначення величин зазорів інших клапанів, у відповідності до прийнятого порядку, послаблюємо затяжку фіксатора (8) прямої стійки (5) та переміщуємо її вздовж прямої (2) до потрібного положення; у разі потреби змінюємо положення індикаторної головки (1) у прямій стійці (5) за допомогою фіксатора (10) та проводимо виміри величини теплового зазору у відповідності до попередніх рекомендацій;

- після закінчення оцінки величин та виконання регулювання зазорів, пристосування знімається із ГБЦ, виконується встановлення кришки ГРМ та інших елементів, які були демонтовані у відповідності до технологічного процесу регулювання теплових зазорів даного ДВЗ.

3.2. Проектні та перевіірочні розрахунки за елементами конструкцій запропонованих пристосувань

3.2.1. Розрахунок болтів кріплення опорної плити (2) пристосування для фіксації ГБЦ (див. рис. 3.1) до робочого столу слюсарного верстаку. З конструктивних міркувань, кріплення опорної плити (2) пристосування здійснюємо за допомогою болтового з'єднання використовуючи стандартні болти із шестигранною головкою розміром *M16×60.109.40X.019* у кількості 4 шт. та забезпечуючи необхідний момент затяжки

Під дією навантажень, які виникають в процесі виконання технологічних операцій розбирання-складання ГБЦ, різьбові поверхні кріпильних болтів та гайок можуть зминатися, що приведе до руйнування даного з'єднання. Основними загальноприйнятими розрахунками міцності й стійкості різьбового з'єднання на зріз та зминання передбачена оцінка цих величин та порівняння із регламентованими нормативними значеннями [11, 12].

Напруження зрізу в різьбі болта прийнято визначати та оцінювати використовуючи нерівність [12]:

$$\tau_{зр} = \frac{Q_3}{\pi \cdot d_1 \cdot K \cdot H \cdot K_m} \leq [\tau_{зр}] \text{ МПа,} \quad (3.1)$$

де Q_3 – величина зусилля в з’єднанні, яке виникає від моменту затяжки;

d_1 – внутрішній діаметр різьби; приймаємо $d_1 = 13,835 \text{ мм}$;

K – коефіцієнт повноти профілю різьби; приймаємо $K = 0,87$;

H – висота гайки; при застосуванні стандартної гайки типорозміру M16 за ГОСТ 5927-70 I-го виконання приймаємо $H = 13 \text{ мм}$;

K_m – коефіцієнт, що враховує нерівномірність навантаження витків різьби із урахуванням наявних пластичних деформацій; приймаємо $K_m = 0,75$.

Величина зусилля в різьбовому з’єднанні від моменту затяжки обчислюється виразом [12]:

$$Q_3 = \frac{M_{\text{зат}}}{\frac{d_c}{2} \operatorname{tg}(\psi + \rho') + \frac{1}{3} f \frac{D_{\text{кл}}^3 - d_c^3}{D_{\text{кл}}^2 - d_c^2}}, \quad (3.2)$$

де $M_{\text{зат}}$ – регламентований момент затяжки болтового з’єднання при його утворенні; приймаємо $M_{\text{зат}} = 24,525 \text{ кН}$;

d_c – середній діаметр різьби; приймаємо $d_c = 14,7 \text{ мм}$;

ψ – кут підйому різьби; для різьби M16×60.109.40X.019 приймаємо величину $\psi = 2^\circ 30'$;

$D_{\text{кл}}$ – діаметр ключа; приймаємо $D_{\text{кл}} = 22,0 \text{ мм}$;

ρ' – кут тертя в різьбі, який залежить від:

$$\rho' = \frac{\rho}{\cos \frac{\alpha}{2}}, \quad (3.3)$$

де ρ – кут тертя; за умови, що $\operatorname{tg} \rho = f = 0,15$ приймаємо $\rho = 8^\circ 32'$;

α – кут профілю різьби; приймаємо $\alpha = 60^\circ$.

В такому разі кут тертя в різьбі болтового з’єднання складатиме:

$$\rho' = \frac{8^\circ 32'}{\cos 30^\circ} = \frac{8^\circ 32'}{0,866} = 9^\circ 51'.$$

Величина зусилля затяжки, що виникає від дії моменту затяжки становить:

$$Q_3 = \frac{24525}{\frac{14,7}{2} \operatorname{tg}(2^\circ 30' + 9^\circ 51') + \frac{1}{3} \cdot 0,15 \frac{22^3 - 14,7^3}{22^2 - 14,7^2}} = 81913,5 \text{ Н}.$$

За такої величини затяжки, в різьбі болта виникають напруження зрізу, які мають величину:

$$\tau_{zp} = \frac{81913,5}{3,14 \cdot 13,835 \cdot 13 \cdot 0,87 \cdot 0,75} = 222,7 \text{ МПа}.$$

Допустимі значення напруження на зріз болта становлять $[\tau] = 0,3 \cdot \sigma_m$ [12], в той час як межа текучості матеріалу болта виготовленого із сталі 40Х складає [12] $\sigma_m = 900,0 \text{ МПа}$. В такому разі $[\tau] = 0,3 \cdot 900,0 = 270,0 \text{ МПа}$.

Проводимо перевірку умови міцності болтів на зріз оцінюючи:

$$\tau_{zp} < [\tau_{zp}] \quad (3.4)$$

$$222,7 \text{ МПа} < 270,0 \text{ МПа}.$$

Порівняння величин показує, що умова міцності на зріз виконується й саме тому міцність болтів у з'єднанні гарантована.

Визначаємо напруження зрізу в матеріалі різьби гайки [12]:

$$\tau_{zp} = \frac{Q_3}{\pi \cdot d \cdot K \cdot H \cdot K_m}, \quad (3.5)$$

$$\tau_{zp} = \frac{81913,5}{3,14 \cdot 16 \cdot 0,87 \cdot 13 \cdot 0,75} = 192,0 \text{ МПа}.$$

Проводимо перевірку умови міцності гайки на зріз використовуючи залежність (3.4):

$$\tau_{zp} = 192,0 \text{ МПа} < [\tau_{zp}] = 270,0 \text{ МПа}.$$

Порівняння величин показує, що умова міцності на зріз в гайці виконується; міцність з'єднання гарантована.

Встановлюємо величини напружень розтягу в матеріалі болтів за виразом [12] а порівнюємо їх із нормативними величинами:

$$\sigma_p = \frac{4Q_3}{\pi \cdot d_1^2} \leq [\sigma_p], \quad (3.6)$$

де $[\sigma_p]$ – допустима величина напруження в матеріалі болтів при розтягуванні, яку в свою чергу визначаємо із виразу:

$$[\sigma_p] = \frac{\sigma_T}{n}, \quad (3.7)$$

де n – коефіцієнт запасу міцності болта при регламентованому зусиллі початкової затяжки; приймаємо $n = 1,5$;

В такому разі допустима величина напруження в матеріалі болтів складе:

$$[\sigma_p] = \frac{900,0}{1,5} = 600,0 \text{ МПа}.$$

Обчислюємо величину напружень розтягу в матеріалі болтів, яка становить:

$$\sigma_p = \frac{4 \cdot 81913,5}{3,14 \cdot 13,835} = 539,6 \text{ МПа}.$$

Проводимо перевірку умов збереження міцності [12]:

$$\sigma_p < [\sigma_p] \quad (3.8)$$

$$539,6 \text{ МПа} < 600,0 \text{ МПа}.$$

Умова збереження міцності різьби болта на розтяг виконується, отже його міцність забезпечена.

Напруження зминання в різьбі гайки визначаються залежністю та оцінюються нерівністю [12]:

$$\sigma_{zm} = \frac{4Q_3}{\pi(d^2 - d_l^2) \cdot K_m \cdot z} \leq [\sigma_{zm}], \quad (3.9)$$

де z – кількість витків різьби гайки; для прийнятої висоти гайки ця величина складає:

$$z = \frac{H}{S} = \frac{13,0}{2,0} = 6,5 \text{ витків}; \quad (3.10)$$

S – крок різьби; приймаємо $S = 2,0 \text{ мм}$.

В такому разі напруження зминання в різьбі гайки складуть:

$$\sigma_{zm} = \frac{4 \cdot 81913,5}{3,14 \cdot (16,0^2 - 13,835^2) \cdot 0,75 \cdot 6,5} = 333,5 \text{ МПа}.$$

Допустима величина напруження при зминанні різьби становить [12]:

$$[\sigma_{zm}] = 0,6[\sigma_p] = 0,6 \cdot 589,0 = 353,0 \text{ МПа}. \quad (3.11)$$

Виконуємо перевірку величин напружень:

$$\sigma_{zm} < [\sigma_{zm}] \rightarrow 333,5 \text{ МПа} < 353,0 \text{ МПа}$$

Перевірка виконується, що гарантує збереження міцності різьби болтового з'єднання у експлуатаційних умовах.

3.2.2. Розрахунок силового гвинта (5) пристосування для розсухарювання клапанів (див. рис. 3.2). Необхідне для розсухарювання зусилля можна створити різними способами використовуючи пневматичні або гідравлічні силові циліндри, важільну систему або різьбові силові гвинти. Порівняння характеристик та складності організації кожного із способів виявило, що саме механічний силовий гвинт із різьбовою робочою поверхнею, який приводиться в дію мускульною силою автослюсаря, має ряд суттєвих переваг до яких відноситься простота реалізації, дешевизна та висока надійність конструкції.

Під час створення натискного зусилля, силовий гвинт сприймає навантаження стискання й кручення, які повинен витримувати у багатоциклічному режимі. Проектні розрахунки силового гвинта починаємо із визначення середнього діаметру його різьби за умови забезпечення необхідного рівня зносостійкості різьбового з'єднання [11]:

$$d_2 \geq \sqrt{\frac{P}{\pi \psi_z \xi [p]}}, \quad (3.12)$$

де d_2 - середній діаметр різьби; приймаємо з конструктивних міркувань $d_2 = 12,70$ мм для метричної різьби зовнішнього діаметру $d = 14$ мм;

P - притискна сила; вважаємо за достатню роботу пристрою із зусиллям $P = 6,0$ кН;

ψ_z - коефіцієнт, що враховує висоту гайки; приймаємо для цільних гайок $\psi_z = 2$;

ξ - відношення висоти робочого профілю різьби гвинта до її кроку; для метричної різьби приймаємо $\xi = 0,541266$;

$[p]$ - величина допустимого тиску в різьбі гвинта та гайки; вважаємо, що гвинт і гайка виконані із сталі, а тому для такої пари - $[p] = 13,0$ Н/мм².

За таких даних, середній діаметр різьби силового гвинта за умови забезпечення необхідного рівня його зносостійкості встановитиме:

$$d_2 = \sqrt{\frac{6000,0}{3,14 \cdot 2 \cdot 0,541266 \cdot 13}} = 12,58 \text{ мм}.$$

Умова самогальмування силового гвинта є обов'язковою для створення зручних умов роботи та забезпечення безпеки. Її оцінюємо за виразом [11]:

$$\alpha < \varphi', \quad (3.13)$$

де α - кут під'єму гвинтової лінії, який визначається за формулою:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{s}{\pi d^2}, \quad (3.14)$$

де s - крок різьби; приймаємо $s = 2,0$ мм.

$$\text{Отже, } \operatorname{tg} \alpha = \frac{2,0}{3,14 \cdot 14,0} = 0,043326.$$

Обчислене значення $\operatorname{tg} \alpha$ дозволяє визначити кут під'єму гвинтової лінії різьби, який складає - $\alpha = 2^{\circ} 29'$.

φ' - приведений кут профілю різьби, величина якого визначається з виразу [11].

$$\varphi' = \operatorname{arctg} \frac{f}{\cos \delta}, \quad (3.15)$$

де f - коефіцієнт тертя в парі «сталь-сталь»; приймаємо - $f = 0,15$;

δ - кут нахилу робочої лінії витків різьби; приймаємо $\delta = 30^{\circ}$.

Отже, приведений кут профілю різьби силового гвинта складатиме:

$$\varphi' = \operatorname{arctg} \frac{0,15}{\cos 30^{\circ}} = 9^{\circ} 50'.$$

Проводимо перевірку умови присутності ефекту самогальмування силового гвинта (3.13):

$$\alpha = 2^{\circ} 29' < \varphi' = 9^{\circ} 50'.$$

Отже, умова самогальмування різьби гвинта виконується, що гарантує забезпечення ефективності його роботи.

Наступними розрахунками оцінюємо умови стійкості гвинта. Починаємо розрахунки із встановлення рівня гнучкості гвинта λ_1 [11]:

$$\lambda_1 = \frac{\mu \cdot l}{i_{\min}}, \quad (3.16)$$

де μ - коефіцієнт, що враховує спосіб закріплення гвинта; приймаємо $\mu = 2$;

l - довжина робочої різьбової ділянки гвинта; виходячи із необхідності стиснення пружини клапану та конструктивних міркувань, приймаємо $l = 160,0$ мм;

i_{min} - мінімальний радіус інерції поперечного перерізу гвинта, який потрібно визначити з виразу [11]:

$$i_{min} = \sqrt{\frac{I_{min}}{F}}, \quad (3.17)$$

де I_{min} - мінімальна величина осьового моменту інерції, який в свою чергу визначається залежністю [11] і при значенні внутрішнього діаметру різьби $d_1 = 11,835$ мм, складає:

$$I_{min} = \frac{\pi d_1^4}{64} = \frac{3,14 \cdot 11,835^4}{64} = 962,5 \text{ мм}^4. \quad (3.18)$$

F - площа поперечного перерізу гвинта обчислена наступним чином:

$$F = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 11,835^2}{4} = 110,0 \text{ мм}^2. \quad (3.19)$$

Величина мінімального радіусу інерції поперечного перерізу гвинта складе:

$$i_{min} = \sqrt{\frac{962,5}{110,0}} = 2,95.$$

Для визначення величини гнучкості силового гвинта проведені всі необхідні попередні розрахунки. Отже, його значення становить:

$$\lambda_1 = \frac{2 \cdot 160,0}{2,95} = 108,2.$$

Отримане значення гнучкості гвинта гарантує достатньо високу його стійкість під час виконання технічних дій, й дозволяє не проводити додаткові розрахунки на стійкість.

Визначаємо кількість витків різьби гайки (фланця, поз. 9 на рис. 3.2) враховуючи регламентовані обмеження значення питомого тиску в різьбі за умови рівномірного розподілення навантаження за витками [11]:

$$z = \frac{P}{\pi d_2 h[p]}, \quad (3.20)$$

де P - осьове навантаження, необхідне для створення зусилля розсухарювання клапанів; приймаємо - $P = 6,0$ кН;

d_2 - середній діаметр різьби; прийнято - $d_2 = 12,70$ мм;

h - робоча висота профілю різьби; прийнята - $h = 1,082$ мм;

$[p]$ - значення питомого тиску; приймаємо - $[p] = 13 \text{ Н/мм}^2$.

Мінімальна кількість витків різьби у тілі фланцю складатиме:

$$z = \frac{6000,0}{3,14 \cdot 12,70 \cdot 1,082 \cdot 13} = 10,7 \text{ витків}.$$

Приймаємо ціле число. Отже, $z = 11$ витків.

З умови міцності на зріз:

$$z = \frac{P}{\pi d \cdot (s - 2r) \cdot [\tau]_{зр}}, \quad (3.21)$$

де P - осьове навантаження; попередньо прийнято $P = 6,0$ кН;

d - зовнішній діаметр різьби; прийнято $d = 14,0$ мм;

s - крок різьби; приймаємо $s = 2,0$ мм;

r - радіус, приймаємо $r = 0,288$ мм;

$[\tau]_{зр}$ - допустиме напруження на зріз; приймаємо $[\tau]_{зр} = 100,0 \text{ Н/мм}^2$.

$$\text{Отже, } z = \frac{6000,0}{3,14 \cdot 14,0 \cdot (2 - 2 \cdot 0,288) \cdot 1,424 \cdot 100,0} = 0,96.$$

Приймаємо, що умови міцності на зріз виконується при $z = 1$ витку.

З двох визначених значень кількості витків різьби, приймаємо більше значення й використовуючи його визначаємо повну висоту різьби (товщину фланцю (9) (рис. 3.2)):

$$H = s \cdot z = 2,0 \cdot 10 = 20,0 \text{ мм}.$$

Приймаємо мінімально допустиму величину висоти фланцю силового гвинта – 20,0 мм. Для підвищення рівня надійності пристрою, з огляду на можливе перевищення в експлуатаційних умовах прийнятої величини зусилля розсухарювання $P = 6,0$ кН, остаточно приймаємо товщину фланцю в місці розташування різьбової ділянки під силовий гвинт – 30,0 мм.

3.3. Заходи із виробничої безпеки при роботі із пристосуваннями

Проектування будь-яких пристроїв та механізмів повинно обов'язково враховувати безпекові критерії виконання, при їх застосуванні, технологічних операцій та забезпеченні необхідного рівня охорони праці виробничих працівників [13].

«Безпека виробничого обладнання забезпечується правильним вибором принципів його дії, кінематичних схем, конструктивних рішень, параметрів робочих процесів, використанням різних захисних засобів. Експлуатація машин, механізмів, обладнання та пристосувань є джерелами небезпечного виробничого фактора, вплив якого на працюючого може привести до травм» [13].

Перед підготовкою до виконання ремонтних операцій, слюсар-автомеханік обов'язково повинен пройти первинний інструктаж та в подальшому дотримуватися встановлених правил техніки безпеки при роботі із пристосуваннями [13]. «Перед початком роботи необхідно:

- одягти робочий одяг;
- упорядкувати робоче місце, видаливши всі зайві предмети, підготувати та розкласти у раціональному порядку потрібні пристосування та інструменти;
- перевірити технічний стан пристосувань та відсутність у них пошкоджень;
- підготувати засоби індивідуального захисту та перевірити їх комплектність й справність» [13].

4. ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ РОЗДІЛ

4.1. Загальні положення щодо особливостей організації виробничого процесу ремонту ГБЦ на підприємстві

Головна мета даної кваліфікаційної роботи полягала у розробці та впровадженні у виробничий процес ТОВ «Калита-Нова» (м. Кропивницький) раціональної технології усунення дефектів ГБЦ ДВЗ, реалізація якої дозволила б підприємству отримати додатковий прибуток. На поточний час, даний вид послуг в регіоні надається не лише даним підприємством, тому для створення кращих конкурентних умов, розроблена технологія передбачала усунення найбільш критичних дефектів (короблення привальної площини, заміна напрямних втулок клапанів, відновлення сідел клапанів, заварювання тріщин й раковин (корозійних кратерів)) та виконання діагностичних й випробувальних операцій.

Дуже важливим критерієм в розробленій технології було визначено застосування новітніх технологій, використання сучасного технологічного обладнання провідних світових виробників, оригінальних пристосувань та високотехнологічного інструменту. Не менш важливо для підприємства й правильно оцінити потрібні показники можливих для реалізації обсягів робіт, розрахувати необхідну кількість та підібрати технологічне обладнання, оцінити потребу у штатній чисельності виробничого персоналу, розрахувати раціональні параметри виробничого приміщення для реалізації технології та безпечної організації праці робітників й ін.

Лише за таких умов, можливо досягти необхідного рівня потрібної ефективності функціонування всіх виробничих ланок та структур підприємства при реалізації технології ремонту ГБЦ та розширити групу потенційних клієнтів й обсяги виробництва.

4.2. Оцінка потенційних обсягів виконання робіт з ремонту ГБЦ

Оцінку можливих для реалізації у 2024 році обсягів робіт підприємства з ремонту ГБЦ автомобільних й тракторних ДВЗ визначали спираючись на виконані обсяги даного виду робіт у попередні роки (в період з 2021 р. по квітень 2024 р.) представлені у таблиці 1.1 загального розділу роботи. В цій таблиці представлені як поагрегатні трудомісткості, так й трудомісткості робіт

за окремими вузлами і механізмами. Враховуючи потенційно можливе збільшення ремонтних операцій за рахунок розширення гами ремонтних дій та якості відновлення, прогнозований ріст обсягів на 2024 рік може скласти +15,0% по відношенню до 2023 року.

При цьому було враховано, що підвищення складності виконання розробленого технологічного процесу за рахунок використання нових відповідальних операції відновлення тріщин зварюванням, гідравлічного випробування герметичності каналів, регулювання клапанних зазорів, проведення додаткових розбирально-складальних робіт тощо, збільшило час перебування ГБЦ в ремонті й відповідно збільшило величину загальної трудомісткості робіт з 2,78 люд.-год. (за базовою технологією) до 8,69 люд.-год. (за розробленою) (за даними розрахунків таблиць 2.1, 2.5 та 2.6 технологічного розділу роботи).

В результаті було сформовано потенційну групу об'єктів ремонту та визначені для них трудомісткості ремонтних робіт, представлені у таблиці 4.1, що дало змогу зробити прогнозну оцінку загальної річної трудомісткості робіт по відділенню ремонту ГБЦ двигунів різних видів АТЗ.

Наступним етапом розрахунків, виступало визначення обсягів робіт підрозділу за видами робіт, результати якого наведені у таблиці 4.2. Розрахунки було проведено із урахування коефіцієнтів розподілення кожного виду робіт від загальної прогнозованої трудомісткості на 2024 рік – 2224,5 люд.-год., який приймався за даними підприємства за попередні роки й враховував його організаційні особливості.

Таблиця 4.1. – Оцінка обсягів робіт з відновлення дефектів та ремонту ГБЦ, що планується виконати підрозділом підприємства у 2024 р.

Об'єкт ремонту	Кількість ремонтних дій		Планова усереднена трудомісткість робіт на одну ГБЦ, люд-год.	Річна трудомісткість планових робіт по підрозділу, люд-год.
	виконаних у 2023 р., од.	запланованих до виконання на 2024 р. із врахуванням коефіцієнту зростання попиту (+15%), од.		
ГБЦ, що надійшли на ремонт в складі ДВЗ				
1. ДВЗ легкових автомобілів	40	46	8,69	399,7
2. ДВЗ вантажних автомобілів	56	64		556,2
3. ДВЗ тракторів (комбайнів)	15	17		147,7
ГБЦ, що надійшли на ремонт як окремі вузли				

4. Легкових автомобілів	68	78	8,69	677,8
5. Вантажних автомобілів	34	39		338,9
6. Тракторів (комбайнів)	10	12		104,3
Разом				2224,5

Таблиця 4.2. – Оцінка обсягів робіт підрозділу ремонту ГБЦ за видами, що плануються до виконання у 2024 р.

Вид робіт	Прийнятий коефіцієнт виду робіт	Річна трудомісткість даного виду робіт, люд-год.
1. Розбирально-складальні	0,12	266,94
2. Зварювальні	0,13	289,18
3. Слюсарні	0,08	177,96
4. Металорізальні	0,41	912,05
5. Регулювальні та випробувальні	0,15	333,67
6. Контрольні	0,11	244,70
Разом	1,00	2224,5

4.3. Режими роботи підприємства та фонди виробничого часу працівників та обладнання ділянки ремонту ГБЦ у 2024 р.

Прийнятий на підприємстві виробничий графік, встановлює обов'язкові для всіх штатних працівників умов організації виробничої діяльності, та обсяги годин на рік, які повинні бути ними відпрацьовані. Так, ТОВ «Калита-Нова» (м. Кропивницький) здійснює надання спектру ремонтних послуг працюючи 5 днів на робочий тиждень, в одну зміну при тривалості зміни 8 год. [2].

Державними органами нашої країни на кожен рік встановлюються нормативи тривалості робочого часу робітників та обладнання для прийнятого режиму роботи підприємства й публікуються у відкритому доступі. Так, у 2024 р. під час дії воєнного стану при 366 календарних днях, робочими днями визнано 262 дні, кількість вихідних днів становить 104 дні, кількість днів, робота в які не проводиться – 104, натомість як святкові дні – відсутні. При цьому прийняті і діють такі нормативні показники фондів робочого часу: календарний фонд - $\Phi_k = 2928,0 \text{ год.}$ та номінальний фонд - $\Phi_n = 2096,0 \text{ год.}$ [15].

Наявність у виробничих робітників різного роду причин (планові відпустки, захворювання, суспільні доручення, не заплановані невиходи на роботу та ін.), зменшує номінальні річні фонди їх виробничого часу на певну величину. За даними відділу кадрів ТОВ «Калита-Нова» у 2023 році за рахунок таких причин було втрачено 11% часу [3].

За обставин, що склалися прогнозований на 2024 р. дійсний фонд робочого часу працівників підприємства складе $\Phi_o = 0,89 \cdot 2096,0 = 1865,4 \text{ год.}$:

Аналогічні фонди часу встановлюються на підприємстві й для виробничого обладнання. На підприємстві діють нормативи, у відповідності до яких номінальний фонд часу виробничого обладнання та виробничих робітників є тотожними. Отже, у 2024 році номінальний фонд часу виробничого обладнання також складає $\Phi_{об.н.} = \Phi_n = 2096,0 \text{ год.}$ Разом з тим, виробничий процес підприємства супроводжується не повним завантаженням технологічного обладнання у часі, що формує зменшену величину дійсного річного фонду часу обладнання на 2024 р., яка оцінюється коефіцієнтом

завантаженості $\eta = 0,68$. За таких обставин, дійсний річний фонд часу виробничого обладнання всіх підрозділів підприємства у 2024 р. буде:

$$\Phi_{об.д.} = 2096,0 \cdot 0,68 = 1425,3 год.$$

4.4. Розрахунок основних характеристик ділянки ремонту ГБЦ та штатної чисельності виробничих робітників

До основних характеристик будь-якого структурного виробничого підрозділу підприємства відносять кількість універсальних або спеціалізованих постів, яку рекомендують обчислювати виразом [5, 17]:

$$X_n^{TO} = \frac{T_n}{(D_{роб.ТО}^p \cdot n_c^{TO} \cdot t_c^{TO} \cdot P_{ТО} \cdot \varphi_n^{TO})}, \quad (4.1)$$

де T_n - загальний обсяг планових робіт, що буде виконаний підрозділом з ремонту ГБЦ автомобілів у 2024 р., люд-год.; приймаємо $T_n = 2224,5 \text{ люд.} - год.$

n_c^{TO} - прийнята кількість робочих змін; $n_c^{TO} = 1 \text{ зміна};$

$D_{роб.ТО}^p$ - кількість днів у 2024 р. протягом яких підрозділом виконуються планові виробничі дії; приймаємо $D_{роб.ТО}^p = 262 \text{ днів};$

t_c^{TO} - прийнята тривалість робочої зміни; прийнято ; $t_c^{TO} = 8,0 \text{ год.};$

$P_{ТО}$ - усереднена чисельність робітників, які одночасно виконують дії на посту; приймаємо $P_{ТО} = 1 \text{ робітник};$

φ_n^{TO} - коефіцієнт завантаженості постів ділянки за часом; приймаємо $\varphi_n^{TO} = 0,68.$

За прийнятих даних, мінімально необхідна кількість постів ділянки з ремонту ГБЦ складе:

$$X_n^{TO} = \frac{2224,5}{262 \cdot 8,0 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,68} = 1,56 \text{ поста.}$$

Отже, виконання всіх запланованих переліків та обсягів виробничих робіт з ремонту ГБЦ у 2024 р. буде виконуватися в одну зміну на 2-ох постах одночасно.

Для оцінки потреби постів ділянки у виробничих робітниках, які повинні виконати заплановані обсяги робіт, користуємося загальноприйнятими формулами, які визначають їх явочну та спискову (штатну) кількість [5]:

$$P_{яв(i)} = \frac{T_{p(i)}}{\Phi_{н(i)} \cdot K}; P_{ум(i)} = \frac{T_{p(i)}}{\Phi_{д(i)} \cdot K}, \quad (4.2)$$

де $T_{p(i)}$ – трудомісткість кожного з видів робіт, що виконуються підрозділом у відповідності до таблиці 4.2 п.4.2 даного розділу роботи;

$\Phi_{н(i)}$, $\Phi_{д(i)}$ – визначені вище номінальний й дійсний фонди часу виробничих робітників на 2024 рік;

K – запланований підприємством на 2024 р. коефіцієнт перевиконання норм праці; приймаємо $K = 1,0$.

Узагальнені результати оцінки потреби у забезпеченні ділянки ремонту ГБЦ основним виробничим персоналом різних професій (на 2024 р.) наведені в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3. – Визначена та прийнята чисельність основних виробничих працівників ділянки ремонту ГБЦ за спеціальностями (на 2024 р.)

Спеціальність	Річна трудомісткість робіт, люд-год.	Явочна чисельність, осіб	Штатна чисельність, осіб	Прийнята чисельність, осіб
1. Слюсарі	266,94	0,49	0,55	1
	177,96			
	333,67			
	244,70			
2. Верстатники	912,05	0,44	0,49	1
3. Зварювальники	289,18	0,14	0,16	1
Разом	2224,5			2

Отже всього на ділянці у 2024 р. будуть працювати 3 (три) основних виробничих робітника. Для підвищення ефективності їх роботи доцільне їх дозавантаження необхідними обсягами робіт інших підрозділів підприємства.

4.5. Розрахунок та обґрунтований підбір необхідного технологічного обладнання ділянки ремонту ГБЦ

Реалізація встановлених обсягів виробництва у 2024 р. за розробленою технологією передбачає використання спеціалізованого обладнання та інструменту номенклатура якого наведена у таблицях 2.1, 2.3 та 2.6 технологічного розділу. Лише за умови повної відповідності модельного та кількісного складу розміщеного на ділянці обладнання, пристосувань та інструментів, можливо виконати заплановані (2224,5 люд.-год.) обсяги робіт.

У відповідності до діючих методик й положень [5, 18] підбір технологічного обладнання проводиться у два етапи: на першому – виконують аналітичні розрахунки мінімально необхідної кількості одиниць основного обладнання за плановою трудомісткістю закріплених за цим обладнанням обсягів робіт, в той час як на другому – підбирається дане й інше необхідне (не основне) обладнання, інструмент, підйомно-транспортні засоби та виробничий інвентар [5].

Так як ТОВ «Калита-Нова» надає послуги з ремонту вузлів і механізмів ТЗ вже не один десяток років [1], в тому числі й здійснюючи ремонт ГБЦ [3], певною кількістю основного обладнання воно вже забезпечене. До наявного на підприємстві обладнання відносяться металорізальні верстати (в тому числі й пристосування та інструменти до них), зварювальне та слюсарне обладнання тощо. Залишається розрахувати потреби й придбати лише новітнє сучасне обладнання для відновлення сідел, клапанів й напрямних втулок клапанів ГБЦ та гідравлічного випробування (обпресування) ГБЦ до та після проведення ремонтних дій.

Отже, мінімально необхідна кількість верстатів для ремонту ГБЦ ДВЗ із урахуванням коефіцієнту їх використання в часі - $k = 0,30$, складе:

$$N_{\text{мв}} = \frac{266,94 + 177,96 + 112,31 + 333,67 + 244,70}{1425 \cdot 0,30} = 2,66 \text{ верстати}.$$

Приймаємо, достатнім для виконання планових обсягів у 2024 р. 3 (три) верстати (крім наявних металорізальних).

Попередні маркетингові дослідження даного виду професійного обладнання, що є присутнім на ринку України, дозволили обґрунтовано зупинитися на обладнанні європейського виробника - італійської компанії «SERDI», яке характеризується високим рівнем точності та якості виконання операцій при відносно доступній ціновій рамці.

Так, для обробки поверхонь фасок клапанів та їх стрижнів, оптимальним є використання універсального верстату «SERDI HVR90» (рис. 4.1), до основних переваг якого можна віднести унікальну конструкцію механізму затискання клапанів та їх приводу (обертання) в процесі обробки, які забезпечують можливість відновлення всіх без винятку клапанів, без врахування величини їх

розмірів (діаметрів та довжин стрижнів й діаметру тарілок).

Для відновлення робочих поверхонь ГБЦ доцільно використати інший стенд цієї компанії - універсальний верстат «SERDI 4,5 Power» (рис. 4.2), який є універсальним й найбільш потужним серед верстатів даного типу та забезпечує високу точність обробки в діапазоні від 14 мм до 120 мм будь-яких ГБЦ, включаючи ГБЦ мотоциклів, легкових і вантажних автомобілів, тракторів тощо.

Високу якість робіт з випробування ГБЦ на герметичність забезпечує використання у технологічному процесі стенду для їх гідравлічного обпресування «SERDI SPT 1600 XL» (рис. 4.3), який дозволяє розмістити у ванні максимально габаритні ГБЦ та виконувати робочий процес із попереднім нагрівом води власними нагрівальними елементами. Додатковими перевагами даного стенду є автоматичний контроль та керування процесу в режимі максимальної економії обсягів споживання електричної енергії.

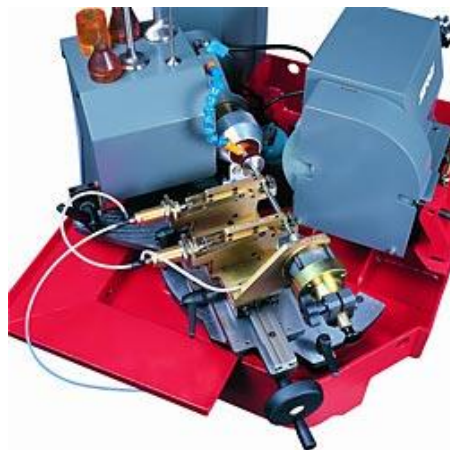


Рисунок 4.1. – Універсальний верстат для відновлення тарілок та стрижнів клапанів ГПМ «SERDI HVR90» (Італія)



Рисунок 4.2. – Універсальний



Рисунок 4.3. Універсальний стенд для

Кількість потрібного зварювального обладнання для заварювання тріщин, сколів та кратерів на поверхнях ГБЦ при прийнятому коефіцієнті його завантаженості - $k = 0,25$ складе:

$$N_{\text{зв}} = \frac{289,18}{1425,3 \cdot 0,25} = 0,81 \text{ установки.}$$

Приймаємо для проведення зварювальних операцій під час усунення дефектів ГБЦ 1 (одну) зварювальну установку. Раціональними вибором даного виду обладнання можна вважати напівавтоматичну установку «КП-02» Українського виробництва (Патон) для зварювання дротом в середовищі аргону, оснащену джерелом живлення «ПДГ-516М».

Загальна облікова номенклатура технологічного та іншого обладнання, яке необхідно розмістити на ділянці ремонту ГБЦ представлена у таблиці 4.4.

Таблиця 4.4. - Номенклатура технологічного обладнання ділянки ремонту ГБЦ ДВЗ, що планується до організації у ТОВ «Калита-Нова» у 2024 р.

Позиція	Тип та назва та обладнання	Кількість		Марка та модель	Габаритні розміри та особливості розміщення, мм	Площа підлоги під обладнанням, м ²	Паспортна потужність електро-двигуна, кВт
		обчислена	прийнята				
-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-
1	Кран консольний	-	1	Вл. виготов	-	0,00	0,7
2	Верстат консольно-фрезерний	-	1	6М13П	2280×1965 ×2265	4,48	10,0
3	Верстат токарно-гвинторізний	-	1	16Б16А	2280×1060	2,42	2,8
4	Верстат вертикально-свердлувальний	-	1	2Р135Ф2-1	1800×2170	3,91	3,7
5	Верстат універсальний для відновлення ГБЦ	1	1	SERDI 4,5	1650×660 ×1850	1,09	5,5
6	Верстат універсальний для відновлення клапанів ГБЦ	1	1	SERDI HVR90	440×600 ×320 (настільний)	0,00	0,6
7	Стенд для гідравлічного випробування ГБЦ	1	1	SERDI SPT 1600 XL	1450×600 ×1260	0,87	1,6
8	Напівавтомат зварювальний для зварювання алюмінію у середовищі аргону	1	1	КП-02 з трансф. ПДГ-516М	780×650 ×820	0,00	5,5

9	Термопіч	-	1	SNOL 30/1300	640×870 ×840	0,56	4,6
10	Ванна мийна	-	1	Вл. виготов	1200×800	0,96	0,0
11	Пристосування для закріплення та ремонту ГБЦ	-	1	Вл. виготов	890×450× 450 (настільний)	0,00	0,0
12	Пристосування для визначення величин теплових зазорів в приводі клапанів ГРМ	-	1	Вл. виготов	240×180 ×260 (настільне)	0,00	0,0

Продовження таблиці 4.4

-1-	-2-	-3-	-4-	-5-	-6-	-7-	-8-
13	Верстак слюсарний	-	2	Вл. виготов	1400×800	4,24	0,0
14	Тумба інструментальна	-	3	ОРГ-43-22	532×600	0,96	0,0
15	Стелаж секційний	-	4	2247	1400×450	2,52	0,0
16	Приймочно-пересувний стіл	-	3	Вл. виготов	400×660	0,79	0,0
17	Візок для міжопераційного транспортування деталей	-	2	Вл. виготов	1400×800	2,24	0,0
18	Балон із N ₂	-	1	-	Ø200×600	0,03	0,0
19	Ящик із піском	-	1	Вл. виготов	400×665	0,27	0,0
Разом						25,34	35,0

Отже, мінімальна необхідна площа під обладнання для ділянки ремонту ГБЦ становить 25,34 м², а сумарна потужність всіх споживачів електроенергії - 35,0 кВт.

4.6. Визначення потрібної площі ділянки ремонту ГБЦ та її розмірів

Розрахунок потрібної площі ділянки проводимо за загальноприйнятою методикою [5], яка заснована на використанні сумарної площі, що займає все виробниче обладнання (таблиця 4.4) та її збільшення на величину необхідної площі для проходів та проїздів й забезпечення необхідних відстаней від обладнання до стінок. Для спрощення розрахунків визначення додаткової площі, її прийнято визначати коефіцієнтом вільних зон - K_s , величина якого залежить від особливостей організації та провадження виробничого процесу конкретного підрозділу (ділянки, зони, посту тощо). В загальному вигляді аналітичний вираз для попереднього визначення мінімально необхідної площі відділення із ремонту ГБЦ має вигляд [5]:

$$F = f_0 \cdot K_s, \quad (4.3)$$

де f_0 - площа, яка необхідна для розміщення виробничого обладнання на підлозі виробничого підрозділу; приймаємо за даними таблиці 4.4 - $f_0 = 25,34 \text{ м}^2$;

K_s - коефіцієнт вільної зони, яким враховується площа необхідна для створення зон для транспортування вузлів і агрегатів, проходів для виробничого персоналу, та відповідного розміщення технологічного обладнання; приймаємо для ремонтної дільниці у відповідності до діючих рекомендацій і нормативів $K_s = 4,5$ [5].

За прийнятих величин складових площі, її мінімальна величина складе:

$$F = 25,34 \cdot 4,5 = 126,7 \text{ м}^2.$$

Враховуючі наявні на підприємстві виробничі будівлі і приміщення, остаточно приймаємо фактичну площу ділянки $135,0 \text{ м}^2$, що утворюється при розмірами між колонами $12,0 \times 12,0 \text{ м}$ та відповідає існуючим будівельним нормам (до $\pm 10,0\%$) для промислових об'єктів із фактичним відхиленням у $9,6\%$.

На наступному етапі проектних розрахунків, виконуємо планувальну схему ділянки із розміщенням на ній визначеного технологічного обладнання (у відповідності до штатної відомості наведеної у таблиці 4.4). Існуюча методика передбачає декілька етапів виконання дій, на першому з яких фіксуємо положення несучих колон (за наявністю), несучих стін та перегородок, дверних проємів та основних транспортних коридорів тощо. На другому – виконуємо раціональне розміщення обладнання із урахуванням необхідних відстаней між ним та стінами із урахування забезпечення проїздів та проходів та у відповідності до санітарних та безпекових норм та спеціальними позначками відмічаємо потенційних споживачів електричного струму, води, стисненого повітря тощо [13].

На останньому етапі виконуємо нумерацію обладнання у відповідності до нумерації таблиці 4.4.

4.7. Визначення потреби ділянки у основних видах енергії

4.7.1. Розрахунок параметрів природного освітлення ділянки передбачає визначення кількості й розмірів вікон, на основі обрахунку мінімально

необхідної сумарної їх площі скла за умови забезпечення нормативної, для встановленого виду виробничих робіт, рівня природної освітленості [5, 13]:

$$F_{осв} = \frac{F_n \cdot \alpha}{\tau}, \quad (4.4)$$

де F_n - прийнята фактична площа ділянки; приймаємо - $F_n = 135,0 \text{ м}^2$;

α - регламентований коефіцієнт рівня природного освітлення приміщення ділянки; приймаємо - $\alpha = 0,3$;

τ - коефіцієнт, що визначає дійсний рівень світлопроникнення через скляні вікна при їх наявності на їх поверхнях забруднень; приймаємо - $\tau = 0,5$.

В такому разі, необхідна сумарна площа скла складатиме:

$$F_{осв} = \frac{135,0 \cdot 0,3}{0,5} = 81,0 \text{ м}^2.$$

Із врахуванням фактичної висоти приміщення виробничого цеху підприємства 5,4 м [3], в якому буде розміщуватися ділянка ремонту ГБЦ, та рекомендованих відстанях: від підлоги до підвіконня - 1,0 м та від до рами вікна до стелі - 0,8 м, висота вікон буде $5,4 - 1,8 = 3,6 \text{ м}$. Фактична висота вікон буде складати $b = 3,6 \text{ м}$ з огляду на діючі вимоги, якими потрібно забезпечити кратність висоти вікон коефіцієнту $k = 6,0$ [5]. Отже, площа скла одного вікна становитиме $F_1 = 8,64 \text{ м}^2$ при ширині вікна $a = 2,4 \text{ м}$.

При цьому, для забезпечення потрібної площі застакління $F_{осв} = 81,0 \text{ м}^2$, приміщення ділянки повинне бути забезпечене 8 вікнами ($8 \cdot 8,64 = 69,1 \text{ м}^2$).

4.7.2. Розрахунок параметрів штучного освітлення приміщення ділянки. Для забезпечення нормальних умов праці виробничих робітників при недостатньому рівні природного освітлення або у темну пору доби (в осінньо-зимовий період), приміщення повинне бути оснащено штучним освітленням. Його рівень залежить від особливостей технологічного процесу, що здійснюється у приміщенні, й для підрозділів, що мають механічне обладнання складає не менше $E_{осв} = 50...60 \text{ лк}$ [5].

Так як, в якості освітлювальних приладів використовуються люмінесцентні лампи, їх потрібну кількість прийнято визначати із умови [5]:

$$n = \frac{E_{cp} f_n F_n}{F_o \eta}, \quad (4.5)$$

де $E_{осв}$ - прийнятий рівень освітленості приміщення; приймаємо $E_{cp} = 50 \text{ лк}$;

f_n - коефіцієнт необхідного запасу рівня освітленості, що встановлюється діапазоном $f_n = 1,7 \dots 2,0$; приймаємо $f_n = 1,7$;

F_o - світловий потік, що створюється одною лампою; приймаємо для люмінесцентних ламп потужністю 200 Вт - $F_o = 5150,0 \text{ лм}$;

η - коефіцієнт, що змінюється в діапазоні $\eta = 0,2 \dots 0,54$ та враховує особливості розсіювання світлового потоку; приймаємо $\eta = 0,46$.

В такому разі, мінімально необхідна кількість ламп складе:

$$n = \frac{50,0 \cdot 1,7 \cdot 135,0}{5150,0 \cdot 0,46} = 4,84 \text{ лампи}.$$

Достатньою кількістю є використання 5-ти ламп на ділянці із їх підвішуванням до стелі. Разом з тим, для створення більш рівномірного світлового потоку доцільним є застосування 6-ти ламп.

4.7.3. Розрахунок потреби ділянки у електричній енергії.

Оцінку потреб ділянки у електричній енергії проводимо за двома напрямками: витратами силової енергії (на живлення технологічного обладнання) та штучне освітлення приміщення.

Методика визначення потреб ділянки у силовій електроенергії, передбачає застосування у розрахунках градації рівня споживання, який встановлюється за допомогою так званого коефіцієнту попиту для кожного виду технологічного обладнання [5, 13]. Результати групування обладнання ділянки, наведеного в таблиці 4.4, за групами та прийняті для цих груп коефіцієнти попиту й фактичні потужності, наведені в таблиці 4.5.

Таблиця 4.5. – Прийняті сумарні та фактичні потужності й коефіцієнти попиту різного за групами технологічного обладнання ділянки ремонту ГБЦ

№	Група обладнання	Активна потужність групи $P_{вст(i)}$, кВт	Коефіцієнт попиту групи $K_{c(i)}$	Фактична потужність групи $P_{a(i)}$, кВт
1	Металорізальне обладнання	22,6	0,20	4,52
2	Стендове обладнання	1,6	0,05	0,08

3	Зварювальне та термічне обладнання	10,1	0,10	1,01
4	Підйомно-транспортне обладнання	0,7	0,15	0,11
Разом		35,0		5,72

Отже, за даними таблиці 4.5 фактична потужність всього виробничого обладнання ділянки становить $P_a = 5,72 \text{ кВт}$.

Виходячи з прийнятих у п. 4.3 річними фондами виробничого часу на 2024 р., визначаємо потребу ділянки у електричній енергії [5]:

$$W_{обл.} = P_a \cdot \Phi_{об.д} \cdot \eta_z, \quad (4.6)$$

де $\Phi_{об.д}$ - встановлений на 2024 р. по підприємству дійсний річний фонд часу його обладнання; прийнято $\Phi_{об.д} = 1425,3 \text{ год}$.

$\eta_z = 0,35$ - усереднений (за всіма групами) коефіцієнт завантаженості обладнання за часом.

В такому разі, річні витрати електроенергії всіма групами технологічного обладнання ділянки складуть:

$$W_{обл.} = 5,72 \cdot 1425,3 \cdot 0,35 = 2853,5 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Для визначення потреб ділянки у електроенергії на її освітлення, визначаємо середній рівень витрат даного виду енергії на 1 м^2 площі підлоги. За розрахунками попереднього пункту, на ділянці буде встановлено 6 ламп потужністю 200 Вт кожна, що в сукупній кількості складе 1200 Вт (1,2 кВт). При визначеній площі підлоги приміщення ділянки – $135,0 \text{ м}^2$, на 1 м^2 відповідно припадає 8,9 Вт.

Отже, на освітлення приміщення ділянки у 2024 р. потрібно витратити:

$$W_{осв} = 135,0 \cdot 0,0089 \cdot 1425,3 = 1712,5 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

В такому разі, сумарна річна потреба підрозділу у електричній енергії становитиме [5]:

$$W_p = W + W_{осв}; \quad (4.7)$$

$$W_p = 2853,45 + 1712,50 = 4566,0 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Реєстр підприємств України. URL: https://youcontrol.com.ua/catalog/company_details/42306760/
2. ТОВ «Калита-Нова». URL: <https://clarity-project.info/edr/42306760>
3. В.О. Руденко. Звіт з переддипломної практики на тему «Підвищення ефективності технічного обслуговування і ремонту головок блоків циліндрів ДВЗ легкових автомобілів в умовах ТОВ «Калита-Нова» м. Кропивницький». – Кропивницький, ЦНТУ, кафедра ЕРМ, 2024. – 16 с.
4. Ф.І. Абрамчук та ін. Автомобільні двигуни. Підручник. – К.: В-во «Арістей», 2009. 476 с.
5. Експлуатація автомобілів. Книга 1. «Організація»: навч. посіб. / Чабанний В.Я. та ін.; за ред. Чабанного В.Я. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2009. 392 с.
6. Канарчук В.Є., Лудченко О.А., Чигиринець А.Д. Основи технічного обслуговування і ремонту автомобілів: Підручник. - К.: Вища шк., 1994. - (у 3-х кн.): Кн. 1: Теоретичні основи: Технологія. 342 с; Кн. 2: Організація, планування і управління. 383 с; Кн. 3: Ремонт автотранспортних засобів. 495 с.
7. Бабенко А.Г., Бондаревська К.В. Нормування праці: навчально-наочний посібник для студентів денної та заочної форм навчання. – Вид. 2-ге, доп. – Дніпропетровськ: Дніпровська державна фінансова академія, 2013. 158 с.
8. Практикум з експлуатації легкових автомобілів. Навчальний посібник / В.Я. Чабанний, С.О. Магопець, Є.К. Солових та ін. – Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2013. 622 с.
9. Красота М.В., Кулешков Ю.В., Магопець С.О., Шепеленко І.В., Бевз О.В., Осін Р.А., Руденко Т.В. Технологічне обладнання для обслуговування та ремонту автомобілів. Навчальний посібник. – Кропивницький: ЦНТУ, 2023. 208 с. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/12796>
10. Біліченко В.В. Механізація та автоматизація технічного обслуговування та ремонту автомобілів на підприємствах автомобільного транспорту. Навчальний посібник МОН / В.В. Біліченко, В.Л. Кременецький. – Вінниця: ВНТУ, 2008. 216 с.
11. Павлище В.Т. Основи конструювання та розрахунок деталей машин / В.

Т. Павлице. – Львів : Афіша, 2003. 560 с.

12. Основи конструювання машин: Підручник для студентів інженерно-технічних спеціальностей вищих навчальних закладів. 2-е вид., переробл. - Кривий Ріг: Видавець ФО-П Чернявський Д.О., 2015. 492 с.

13. Охорона праці на автомобільному транспорті: навчальний посібник / Пістун І.П., Хомяк Й.В., Хомяк В.В. – 2-ге вид., стер. – Суми: Університетська книга, 2015. 374 с.

14. Експлуатація автомобілів. Книга 2. «Планування» : навч. посіб. / Чабанний В.Я. та ін.; за ред. Чабанного В.Я. Кіровоград: Центрально-Українське видавництво, 2009. 400 с.

15. Електронний ресурс. Дебет-кредит. Норми тривалості робочого часу на 2024 рік <https://services.dtkr.ua/catalogues/worktime/143-normi-trivalosti-robocogo-casu-na-2024-rik>.

16. Маркович, С.І. Експлуатація та ремонт двигунів внутрішнього згоряння : навч. посіб. / С.І. Маркович, О.В. Бевз ; Центральноукраїн. нац. техн. ун-т. - Кропивницький : ЦНТУ, 2022. 334 с.
<http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/11863>

17. Управління авторемонтним виробництвом. Навчальний посібник для студентів спеціальності : Автомобілі та автомобільне господарство / Коробочка О.М., Шматко Д.З. – Дніпродзержинськ: ДДТУ, 2012. 145 с.

18. Кукурудзяк Ю.Ю. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту : навч. пос. / Ю.Ю. Кукурудзяк, О.В. Рудь, Л.В. Кукурудз як. – Вінниця: ПП. «Едельвейс і К», 2010. 336 с.

19. О.А. Лудченко. Технічне обслуговування та ремонт автомобілів : організація і управління : підручник / О. А. Лудченко. – К.: Знання, 2004. 478 с.

20. Методичні вказівки до підготовки бакалаврської кваліфікаційної роботи для здобуття освітнього ступеня «бакалавр» за освітньо-професійною програмою «Автомобільний транспорт» спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» галузі знань 27 «Транспорт» денної та заочної форми навчання / уклад.: С.О. Магопєць, Ю.В. Кулєшков, О.В. Бєвз, М.В. Красота, Д.В. Голуб, Р.А. Осін, А.С. Максименко; під заг. редакцією к.т.н., доц. Магопця С.О. - Кропивницький: ЦНТУ, 2020. 32 с.

					КР.АТ.24.06.00.00.00.00.ПЗ					
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ВСТУП			Літера	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Руденко									
Перевір.	Магопець									
								ЦНТУ		
Н.контр.	Красота							м. АТ 21СВ 2		
Затвер.	Магопець									