

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ІНЖЕНЕРІЙ, ТРАНСПОРТУ ТА АРХІТЕКТУРИ
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Пояснювальна записка

до дипломної роботи

бакалавра

Освітньо-кваліфікаційний рівень

Галузь знань **13 Механічна інженерія**

Шифр і назва галузі знань

Напрямок підготовки (спеціальність): **132 «Матеріалознавство.
Відновлення та технічний сервіс автомобілів»**

Шифр і назва напрямку підготовки (спеціальності)

на тему: «Відновлення колінчастого валу компресора вантажного
автомобіля»


Шифр **ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ**

Виконав: студент 4-го курсу,
група *МТВА-20-1*


Підпис

Владислав СОЛОВОД
Ім'я, прізвище

Керівник: *к.т.н., доц. каф ТАМ.*


Підпис

Олександр РУДИК
Ім'я, прізвище

До захисту допускаю:
зав. кафедри ТАМ д.т.н., проф.


Підпис

Олександр ДИХА
Ім'я, прізвище

10 06 2024 р.

Хмельницький, 2024

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. кафедрою ТАМ
Диха О.В.
" 04 " березня 2024 р.

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

Соловуду Владиславу Олександровичу

1. Тема проєкту (роботи): «Відновлення колінчастого валу компресора вантажного автомобіля»

Керівник роботи: Рудик Олександр Юхимович, к.т.н., доц. каф. ТАМ.

Затверджено наказом університету від 15 лютого 2024 р. № 8 (Д 16).

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) на кафедру: 18.06.2024 р.

3. Вихідні дані до проєкту (роботи): *матеріали переддипломної практики.*

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

1). Призначення та умови роботи компресора автомобіля КамАЗ-5320 і його колінчастого валу.

2). Розробка технологічного процесу відновлення колінчастого валу компресора.

3). Розробка технологічного процесу складання компресора після відновлення колінчастого валу.

5. Перелік графічного матеріалу (презентація):

– розробити презентацію у вигляді слайдів з розкриттям питань відповідно до мети роботи.

6. Консультанти розділів проєкту (роботи).


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

7. Дата видачі завдання: 4 березня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

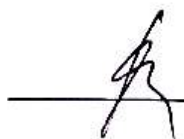
№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Призначення та умови роботи компресора автомобіля КамАЗ-5320 і його колінчастого валу	20.04.2024	вик.
2	Розробка технологічного процесу відновлення колінчастого валу компресора	05.05.2024	вик.
3	Розробка технологічного процесу складання компресора після відновлення колінчастого валу	25.05.2024	вик.
4	Оформлення роботи	18.06.2024	вик.
5	Захист роботи	20.06.2024	

Студент



Владислав СОЛОВОД

Керівник роботи



Олександр РУДИК

РЕФЕРАТ

Обсяг пояснювальної записки – 83 сторінки, кількість рисунків – 8, таблиць – 5, додатків – 1, кількість джерел згідно із переліком посилань – 32.

Студент гр. МТВА-20-1 Соловод Владислав Олександрович



Тема: «Відновлення колінчастого валу компресора вантажного автомобіля».

Розглянуто призначення та умови роботи компресора автомобіля КамАЗ-5320 і його колінчастого валу. Наведені технічні вимоги до колінчастого валу компресора та призначення способу усунення його дефектів; призначення поверхонь базування та послідовності обробки відновленого колінчастого валу; розрахунки припусків на обробку колінчастого валу та загальної товщини покриття наплавленого шару; технологічний процес і режими відновлення шийок колінчастого валу у середовищі вуглекислого газу (технічні умови на їх зношування, ремонтне креслення, вибір раціональних способів усунення дефектів і послідовність їх обробки).

Перелік ключових слів: КАМАЗ-5320, КОМПРЕСОР, КОЛІНЧАСТИЙ ВАЛ, ВІДНОВЛЕННЯ, НАПЛАВЛЕННЯ, НОРМАЛІЗАЦІЯ, ГАРТУВАННЯ, МЕХАНІЧНА ОБРОБКА.

Зміст

Анотація	6
Abstract	7
Перелік скорочень.....	8
Вступ	9
1 Призначення та умови роботи компресора автомобіля КамАЗ-5320 і його колінчастого валу.....	10
1.1 Призначення та умови роботи компресора автомобіля КамАЗ-5320.....	10
1.2 Призначення та умови роботи колінчастого валу компресора	14
1.3 Ремонт компресора автомобіля КамАЗ	15
2 Розробка технологічного процесу відновлення колінчастого валу компресора.....	16
2.1 Технічні вимоги до колінчастого валу компресора.....	16
2.2 Призначення способу усунення дефектів колінчастого валу компресора.....	17
2.3 Призначення поверхонь базування та послідовності обробки відновленого колінчастого валу	18
2.4 Розрахунок припусків на обробку колінчастого валу та загальної товщини покриття наплавленого шару	19
2.5 Технологічний процес відновлення колінчастого валу компресора	20
2.6 Розрахунок режимів технологічного процесу відновленого колінчастого валу	22
3 Розробка ТП складання компресора після відновлення колінчастого валу.....	37

ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ				
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Соловод		
Перевір.		Рудик		
Н. Контр.		Маковкін		
Затверд.		Диха		
Відновлення колінчастого валу компресора вантажного автомобіля				
		Літ.	Арк.	Акрушів
		4	63	
ХНУ, гр.МТВА-20-1				

Зміст

Анотація	6
Abstract	7
Перелік скорочень.....	8
Вступ	9
1 Призначення та умови роботи компресора автомобіля КамАЗ-5320 і його колінчастого валу	10
1.1 Призначення та умови роботи компресора автомобіля КамАЗ-5320.....	10
1.2 Призначення та умови роботи колінчастого валу компресора.....	14
1.3 Ремонт компресора автомобіля КамАЗ	15
2 Розробка технологічного процесу відновлення колінчастого валу компресора.....	16
2.1 Технічні вимоги до колінчастого валу компресора	16
2.2 Призначення способу усунення дефектів колінчастого валу компресора	17
2.3 Призначення поверхонь базування та послідовності обробки відновленого колінчастого валу	18
2.4 Розрахунок припусків на обробку колінчастого валу та загальної товщини покриття наплавленого шару	19
2.5 Технологічний процес відновлення колінчастого валу компресора	20
2.6 Розрахунок режимів технологічного процесу відновленого колінчастого валу.....	22
3 Розробка ТП складання компресора після відновлення колінчастого валу.....	37

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ			
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Соловод			Відновлення колінчастого валу компресора вантажного автомобіля	Літ.	Арк.	Акрушів
Перевір.		Рудик				4	63	
Н. Контр.		Маковкін				ХНУ, гр.МТВА-20-1		
Затверд.		Диха						

3.1	Призначення основних технічних вимог на складання компресора	37
3.2	Розрахунок розмірів, зазорів і натягів спряжень при складанні компресора.....	37
3.3	Операції ТП складання компресора.....	40
3.4	Режими ТП складання компресора	41
3.5	Технічні вимоги на випробування компресора	49
	Висновки.....	50
	Список використаних джерел	52
	Додатки	56

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						5
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Анотація

Розглянуто призначення та умови роботи компресора автомобіля КамАЗ-5320 і його колінчастого валу. Наведені технічні вимоги до колінчастого валу компресора та призначення способу усунення його дефектів; призначення поверхонь базування та послідовності обробки відновленого колінчастого валу; розрахунки припусків на обробку колінчастого валу та загальної товщини покриття наплавленого шару; технологічний процес і режими відновлення шийок колінчастого валу у середовищі вуглекислого газу (технічні умови на їх зношування, ремонтне креслення, вибір раціональних способів усунення дефектів і послідовність їх обробки).

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						6
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Abstract

The purpose and operating conditions of the compressor of the KamAZ-5320 car and its crankshaft are considered. The technical requirements for the crankshaft of the compressor and the appointment of a method for eliminating its defects are given; designation of the base surfaces and sequence of processing of the restored crankshaft; calculations of allowances for machining the crankshaft and the total coating thickness of the deposited layer; technological process and modes of restoration of crankshaft necks in a carbon dioxide environment (technical conditions for their wear, repair drawing, selection of rational methods for eliminating defects and the sequence of their processing).

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						7
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перелік скорочень

ДВЗ

КШМ – кривошипно-шатунний механізм.

БЦ – блок циліндрів.

ГЦ – головка циліндрів.

ГБЦ – головка блоку циліндрів.

КВ – колінчастий вал.

ТО – технічне обслуговування.

СНСІF₂ – фреон.

СВЧ – струм високої частоти.

НРС – твердість за Роквеллом, [МПа].

ТГВ – токарно-гвинторізний верстат.

Al – алюміній.

Fe – залізо.

C – вуглець.

S – сірка.

P – фосфор.

Cr – хром.

Cu – мідь.

As – миш'як.

Si – кремній.

Mn – марганець.

Ni – нікель.

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						8
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Вступ

Актуальність теми. Компресор – складова пневматичної гальмівної системи автомобіля. Він працює у важкому температурному режимі, а колінчастий вал компресора сприймає значні знакозмінні навантаження, що призводить до його зношування. Тому потрібне відновлення його працездатності.

Новизна роботи. Розроблені технологічні процеси відновлення шийок колінчастого валу компресора наплавленням у середовищі вуглекислого газу та його наступного складання.

Можливість використання висновків і рекомендацій у наукових дослідженнях та на практиці: застосувати запропоновані технологічні процеси при ремонті компресора.

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Призначення та умови роботи компресора автомобіля КамАЗ-5320 і його колінчастого валу

1.1 Призначення та умови роботи компресора автомобіля КамАЗ-5320

Компресор – складова пневматичної гальмівної системи авто. Він служить для нагнітання повітря в ресивери, звідки стисле повітря через гальмівний кран подають до гальмівних камер. Компресор працює у важкому температурному режимі (його нагрівання як при стисканні повітря, так і з боку працюючого ДВЗ). Деталі компресора сприймають знакозмінні навантаження як динамічні, так і від тиску повітря при його стискуванні. Також на компресор діє зовнішнє агресивне середовище: волога, пил тощо.

Компресор поршневого типу КамАЗ-5320 – непрямочний, 1-ступінчастого стискування. Його встановили на передньому торці задньої кришки БЦ. Привід компресора шестерний. Поршні виготовлені з Al (з плаваючими пальцями), які від осьового переміщення фіксуються у бобишках поршня за допомогою стопорних кілець. Повітря із впускного колектора ДВЗ надходить у циліндри компресора через впускні клапани. Стисле поршнями повітря витісняється у пневмосистему через розташовані в ГЦ пластинчаті нагнітальні клапани [1].

БЦ і ГЦ охолоджують рідиною, яку підводять із системи охолодження ДВЗ. Масто до третьових поверхонь компресора подають з масляної магістралі ДВЗ до заднього торця колінчастого валу компресора через ущільнювач. Поршневі пальці, корінні шарикопідшипники і стінки циліндрів змащують розбризуванням. При досягненні у пневмосистемі тиску (7,2-7,6) кгс/см² регулятор тиску з'єднує нагнітальну магістраль з атмосферою. Це припиняє подачу повітря у пневмосистему. А при зниженні тиску повітря у пневмосистемі до (6,1-6,4) кгс/см², регулятор перекриває вихід повітря в атмосферу і компресор починає нагнітати повітря у пневмосистему [1].

Будова автомобільного компресора подібна до будови ДВЗ (не рахуючи процес внутрішнього згорання) і по аналогії з ДВЗ компресор має КШМ і

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						10
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

клапанний механізми, системи охолодження, мащення і живлення атмосферним повітрям [2].

Компресор автомобіля КамАЗ-5320 – 2-циліндровий (рис. 1.1), з рядним розташуванням циліндрів. Живлення атмосферним повітрям відбувається від повітряного фільтру ДВЗ; охолодження водяне; змащування примусове від системи змащування ДВЗ; привід шестерінчастий від розподільних шестерень ДВЗ. Компресор встановлено у розвал циліндрів ДВЗ і кріплять на передньому торці блоку розподільних шестерень.

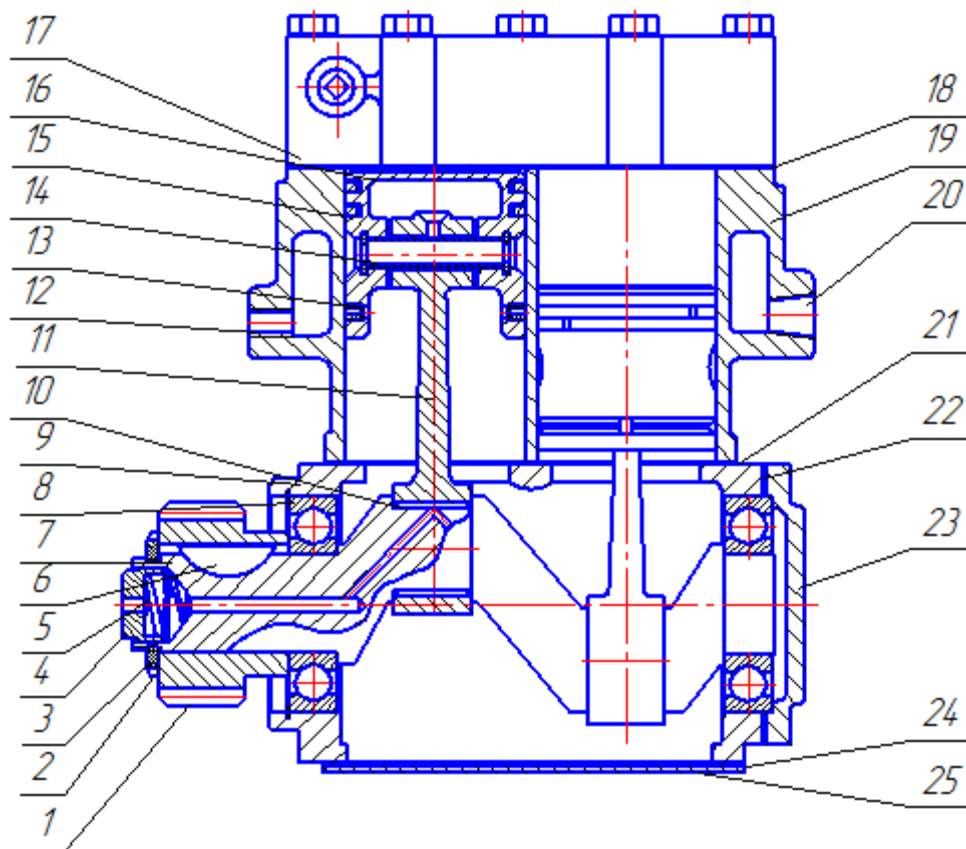


Рисунок 1.1 – Компресор автомобіля КамАЗ-5320

Компресор має БЦ 19; головку 17, яка кріпиться до БЦ вісьмома шпильками; картер 9, який закритий знизу нижньою кришкою 25, а позаду – кришкою 23. У картері 9 на 2-х шарикопідшипниках 8 обертається КВ 7. У передньому торці КВ встановлено ущільнювач 4, який підтискається пружиною 5 до штуцера, по якому трубою підводять мастило від системи змащування ДВЗ під тиском $P = (1,0-5,0)$

										Арк.
										11
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ					

кгс/см. На КВ 7 встановлено шатуни 11, які пов'язані з поршнем 16 плаваючими пальцями 14. Щоб не було осьового переміщення, пальці у бобишках поршня фіксують за допомогою упорних кілець. На головці поршня встановлені 2 компресійні кільця, а на спідниці – 1 мастилознімне.

У верхній частині БЦ 19 містяться сідла пластинчатих впускних клапанів товщиною $h = 1,0$ мм, які притискають до сідел пружинами і утримують від бічного зміщення напрямними. У головці БЦ 17 містяться пластинчаті нагнітальні клапани товщиною $h = 1,40$ мм; їх притискають до сідел пружинами.

Верхня частина БЦ і головка компресора оснащені водяною сорочкою; їх охолоджують антифризом чи водою (підводять до БЦ із системи охолодження ДВЗ).

Мастило до шатунних підшипників компресора поступає через ущільнювач 4 по каналам у щоках КВ 7. Корінні шарикопідшипники 8, поршневі пальці 14 і стінки циліндрів змащують розбризуванням мастила. Його надлишок через зливний отвір у нижній кришці картера 9 стікає по трубці у масляний картер ДВЗ.

Основні вимоги до компресорів:

- міні споживана потужність;
- міні кількість мастила у стислому повітрі;
- малі габарити і маса;
- безшумність при роботі;
- достатня довговічність;
- міні трудомісткість ТО.

Продуктивність компресора (кількість стислого повітря, яке подають у гальмівний привід за 1 хв.) і споживана ним потужність залежать від його робочого об'єму, тиску в приводі і частоти обертання КВ. Продуктивність компресора прямо пропорційна частоті обертання КВ і обернено пропорційна тиску у приводі (споживана потужність прямо пропорційна обом цим параметрам). Компресор повинен створювати у повітряному балоні, який має сполучення з атмосферою через дросель $\varnothing 1,60$ мм і завдовжки 3,0 мм, тиск не < 600 КПа.

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						12
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Кількість мастила в повітрі, яке подається компресором, визначають так: на відстані 55 мм від торця випускного штуцера встановлюють екран з кальки. При частоті обертання КВ, близькій до \max , визначають \varnothing створюваної на цьому екрані за 10 с масляної плями. Він не повинен бути більшим 20,0 мм.

При роботі компресора не допускають сторонніх шумів та інших звуків, які свідчать про несправність. Показником нормальної роботи компресора є мастилопропускна здатність (кількість мастила, яке проходить через нього з примусовим мащенням). Для компресора КамАЗ-5320 ця кількість не повинна бути більшою 750,0 см/хв. при тиску мастила 5,0 кгс/см і його температурі $t=80^{\circ}\text{C}$.

КШМ компресора складається з таких деталей: 1 або декілька циліндрів; поршень з поршневыми кільцями і шатун, з'єднані поршневим пальцем; КВ, підшипники якого встановлені в картері компресора.

Клапанний механізм – це клапани (плоскі пластинчаті металеві – впускний і випускний), які переміщуються під дією тиску повітря в циліндрі, та їх пружини.). Сідло впускного клапана розташоване в циліндрі або в головці, а сідло випускного – в головці.

Усі деталі механізмів компресора металеві: циліндр чавунний; головка, картер, поршень – чавунні або АІ; шатун – сталевий або АІ; КВ – сталевий або чавунний; поршневі палець, клапани, їх пружини і сідла – сталеві.

Живлення компресора атмосферним повітрям проводять з очищенням через фільтр. Для цього використовують повітряний фільтр ДВЗ або автономний фільтр компресора.

Охолодженням компресора вирішують наступні задачі:

- поліпшення параметрів робочого циклу і підвищення продуктивності, так як з пониженням температури повітря в циліндрі підвищується його наповнення;
- зниження термічної навантаженості деталей компресора, які знаходяться у контакті з нагрітим стислим повітрям (головка циліндрів, циліндр, поршень, клапани та їх пружини тощо);

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– зменшення температури мастила, яке знаходиться на стінках; це призводить до покращення його фізико-хімічних характеристик і запобігає утворення нагару.

Система охолодження компресора може бути повітряною, водяною або змішаною. У 1-му випадку охолодження циліндра і головки здійснюється за рахунок наявності на їх поверхнях ребер. У 2-му випадку головка і верхня частина циліндра оснащені водяними сорочками, в які подається вода від системи охолодження ДВЗ. При змішаному охолодженні головка охолоджується водою, а циліндр оснащений ребрами для охолодження повітрям. Ефективність водяного охолодження вища, ніж повітряного.

Змащенням компресора вирішують наступні функції:

- зменшення тертя між рухомими деталями, що призводить до зниження споживаної компресором потужності ДВЗ;
- зменшення температури деталей;
- підвищення (за рахунок масляної плівки) ущільнення між поршнем і циліндром;
- захист деталей від корозії.

В автокомпресорі є різні види рухомих тертьових з'єднань, для яких використовується мастило:

- розбризкуванням з масляної ванни у картері;
- або примусове від системи мащення ДВЗ.

Щоб відрегулювати тиск у приводі, подачу стислого повітря від компресора відключають.

1.2 Призначення та умови роботи колінчастого валу компресора

КВ – основна деталь автокомпресора, призначена для перетворення обертального руху, який передається від ДВЗ через зубчасту передачу, на вал, у зворотно-поступальний рух поршнів компресора (призначені для нагнітання повітря у пневматичну систему керування гальмівними механізмами). У процесі

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						14
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

роботи КВ зазнає значних знакозмінних динамічних навантажень і піддається дії крутних і згинаючих моментів.

1.3 Ремонт компресора автомобіля КамАЗ

Компресори виходять з ладу не одразу. Про їх проблеми свідчить поява стороннього шуму та маслянистих плям на їх поверхнях, а також при незапусканні електромагніту.

Причини появи цих ознак [1-8]:

- знос деталей;
- мала кількість або надлишок CHClF_2 ;
- вихід з ладу вентилятора охолодження;
- забивання пилом і брудом конденсатора;
- недостатнє циркулювання CHClF_2 у системі.

Найбільшому зношенню піддається конденсатор (його виготовляють з Al сплаву), який охолоджує CHClF_2 та виділяє тепло. Він міститься перед радіатором, щоб краще обдувати конденсатор зустрічним потоком повітря. При їзді на конденсатор потрапляє бруд і пил, що викликає механічні пошкодження та електрохімічну корозію: забивається ресивер-осушувач (фільтруючий елемент).

Замерзлі шланги й несподіване вимкнення компресора говорять про його засмічення: якщо в салоні з'явився запах відстояної води, то маємо несправність випарника (виходить з ладу у результаті засмічення).

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						15
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2 Розробка технологічного процесу відновлення колінчастого валу компресора

2.1 Технічні вимоги до колінчастого валу компресора

Технічні вимоги до колінчастого валу компресора наступні [1-8]:

- биття корінних шийок не повинно бути $> 0,05$ мм;
- овальність і конусність корінних шийок повинні бути не $> 0,01$ мм;
- твірні шатунних шийок повинні бути паралельні осям корінних шийок при точності $0,02$ мм на усій довжині;
- шорсткість поверхні корінних і шатунних шийок становить $Ra 0,80$;
- радіуси галтелей шатунних шийок становлять $(1,0-1,5)$ мм, а корінних – не < 1 мм.

Технічні умови на зношування КВ компресора наведені у табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Технічні умови на зношування КВ компресора (див. рис. 2.1 [16-17])

Позначення	Найменування дефекту	Розміри, мм		Висновок
		Номінальний	Допустимий без ремонту	
1	Зношування шатунних шийок	$28,5_{-0,02}$	28,472	Перешліфування під ремонтний розмір; нанесення покриттів
		1-й ремонт. $28,2_{-0,020}$	28,172	
		2-й ремонт. $27,9_{-0,020}$	27,872	
2	Зношування поверхонь під шестерню та шарикопідшипник	$35_{+0,003}^{+0,020}$	$< 34,9$	Нанесення покриттів

3	Зношування поверхні під ущільнювач	$25^{+0,030}$	$> 25,025$	Нанесення покриттів
4	Зношування шпонкового паза за шириною	$5^{+0,055}_{+0,010}$	$> 5,025$	Фрезерування нового пазу
5	Зношування торців щік шатунних шийок	$27^{+0,084}$	$> 27,4$	Нанесення покриттів
6	Зношування різьби	M 33x1,5	> 2 -х ниток	Бракування

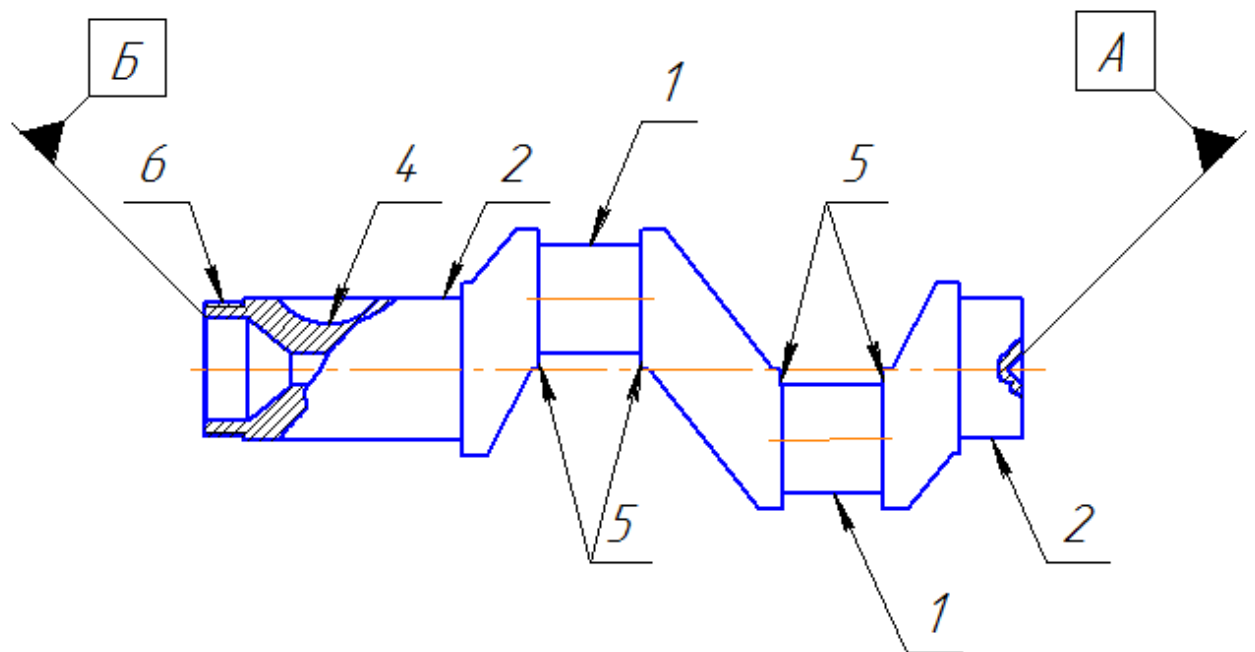


Рисунок 2.1 – Ремонтне креслення колінчастого валу компресора автомобіля КамАЗ

2.2 Призначення способу усунення дефектів колінчастого валу компресора

КВ компресора виготовляють зі сталі 35 (рис. А6). Шатунні та корінні шийки гартують до твердості HRC (52-62). Інші поверхні мають твердість HB (179-229) [1-8]. Найчастіші дефекти – зношування шатунних і корінних шийок. У табл. 2.2 наведені можливі способи усунення цих дефектів.

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.2 – Вибір раціональних способів усунення дефектів КВ [16-17].

Найменування способів усунення дефектів	Значення показників методів відновлення				
	Коеф. застосовності, Кп	Питома собівартість, Спс, коп/деталь	Коеф. відносної довговічності, Кд	Віроємність безвідмовної роботи	Коеф. техн. ефективності
Перешліфування у ремонтний розмір	1,0	22	0,96	0,96	21,08
Залізнення	1,0	31	1,2	0,86	32,12
Хромування	1,0	89	1,4	0,94	62,43
Наплавлення у середовищі CO ₂	1,0	20	1,5	0,98	83,12
Вібродугове наплавлення	1,0	54	0,95	0,93	80,58

З таблиці. 2.2 видно, що найраціональнішим є відновлення КВ наплавленням у середовищі CO₂.

2.3 Призначення поверхонь базування та послідовності обробки відновленого колінчастого валу

Послідовність обробки дефектних поверхонь КВ наведена у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Послідовність обробки дефектних поверхонь КВ (див. рис. 2.1 – технологічні бази А і Б)

№ відновлюваної поверхні	Послідовність обробки при відновленні поверхні	Квалітет точності	Шорсткість Ra, мкм
1	Наплавити у вуглекислому газі (рис. А4)	12-14	–
	Обточити	10-12	2,50
	Шліфувати (попередньо)	8	1,25
2	Шліфувати (начисто)	6	0,32
	Наплавити у вуглекислому газі (рис. А4)	12-14	–
	Обточити	10-12	2,50
	Шліфувати (начисто)	0,63	1,25

2.4 Розрахунок припусків на обробку колінчастого валу та загальної товщини покриття наплавленого шару

Загальна товщина покриття наплавленого шару [16-17]:

$$H = (G + z_1 + z_2 + z_3) / 2, \quad (2.1)$$

де G – зношення поверхні, мм;

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

z_1 – припуск на мехобробку до наплавлення, мм;

z_2 – припуск на чорнову обробку після наплавлення, мм;

z_3 – припуск на чистову обробку після наплавлення, мм;

Для поверхонь 1 і 2 (див. табл. 2.3): $z_1 = 0$ мм; $z_2 = 2,0$ мм; $z_3 = 0,40$ мм.

$$H_1 = (1,0 + 2,0 + 0,40) / 2 = 1,70 \text{ мм},$$

$$H_2 = (1,5 + 2,0 + 0,40) / 2 = 1,96 \text{ мм}.$$

2.5 Технологічний процес відновлення колінчастого валу компресора

Таблиця 2.4 – ТП відновлення КВ [4-7].

№ операції	Найменування операції	Устаткування	Пристосування, матеріали	Інструменти
005	Мийна	Мийна установка М-203 [27]	Розчин "Лабомід 203" [9]	
010	Слюсарна	Магнітний дефектоскоп МД-М [14]	Суспензія [13]	
015	Контрольна	Верстак слюсарний ОРГ-5365 [23]	Машина електрична ручна, шкірка ЛСУ 600x30 14А 25Н	
020	Наплавлювальна (шийки шатунні)	ТГВ 16Б05 [24], понижуючий редуктор ОМР100 1/12.2 112 В5М1, наплавлювальна головка А-580-м, перетворювач ПСО- 303А	Центрозмішувач, поворотна головка WSX ND30, поводок	Штанген- циркуль ШЦЦ-200, молоток спеціальний

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						20
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

025	Наплавлювальна (шийки корінні)	ТГВ 16Б05, понижуючий редуктор ОМР100 1/12.2 112 В5М1, наплавлювальна головка А-580-м [26], перетворювач ПСО- 303А [27]	Центр, призми	Штанген- циркуль ШЦЦ-200, молоток спеціальний
030	Термічна (нормалізація)	Електропіч СНЗ- 8.16.5/10-ІЗ [21]		
035	Токарна (обточування корінних шийок)	ТГВ 16Б05	Центр, призми	Упори, різці Т15К6, штанген- циркуль ШЦЦ-200, скоба, калібр
040	Токарна (обточування шатунних шийок)	ТГВ 16Б05	Центрозмішувач, поворотна головка WSX ND30, поводок	Різець Т16К6 (лівий і правий), штанген- циркуль ШЦЦ-200, скоба
045	Свердлувальна (розкриття масляних каналів)	Радіально-свердлильний верстат 2А554	Призми	Зенкер Р6М5, шомпол, молоток
050	Термічна (загартування СВЧ шийок шатунних)	Установка ЛПЗ-107	Реле часу для установки і пересування валу	Індуктор роз'ємний ПКМВИ

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

055	Круглошліфувальна (шийки шатунні)	Круглошліфувальний верстат 3М152МФ1	Центрозмішувач, поворотна головка, поводок	Шліфувальний круг ПП600х63х305 24А25С17К5, індикатор, скоба
060	Круглошліфувальна (шийки корінні)	Круглошліфувальний верстат 3М152МФ1 3М152МФ1	Поводок упорний, центр, пристосування для правки круга	Шліфувальний круг ПП600х63х305 24А25С17К5, індикатор, скоба
065	Балансування	Верстат балансувальний 9Д715УС	Пристосування М24621, балансири	Оправка
070	Слюсарна (зачистка задирок)	Слюсарний верстак, пневмодрель	Слюсарні лещата ТОРТУЛ DJAD0107, Призми	Напиллок, круг шліфувальний
075	Мийна	Машина мийна 1438М	Розчин "Лабомід 102"	
080	Контрольна	Стіл, стелаж	Призми	Мікрометр МК100-150- 0,01, калібри, лупа лп-1-10х, зразок шорсткості Ra 0,8

2.6 Розрахунок режимів технологічного процесу відновлення колінчастого валу

Операція 005. Мийна (див. табл. 2.4).

Промити КВ у розчині "Лабомід 203" [9] концентрацією 25 г/л при $t = (80-92)^\circ\text{C}$.

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						22
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Приймаємо час операції [10]:

– основний $T_0 = 6,0$ хв.

– підготовчо-завершальний $T_{ПЗ} = 11,0$ хв. .

– допоміжний $T_{доd} = 0,50$ хв. .

– оперативний $T_{ОП} = T_0 + T_{доd} = 6,50$ хв. .

Час на обслуговування робочого місця: $T_{ОРМ} = 0,120 \times T_0 = 0,72$ хв.

Штучний час на операцію $T_{ШТ} = T_{ОП} + T_{ОРМ} = 7,20$ хв.

Операція 010. Слюсарна.

Обробити зенкером гнізда масляних каналів. Прочистити масляні канали та продути їх стислим повітрям. Зачистити корінні і шатунні шийки від бруду та іржі.

Приймаємо [11-12]: $T_{ПЗ} = 5,0$ хв. , $T_{ШТ} = 4,0$ хв.

Операція 015. Контрольна.

Намагнітити КВ. Нанести на шийки корінні та шатунні суспензію (дисперсний порошок прожареного окису Fe-крокус і трансформаторне мастило [13]) та оглянути КВ. Не допускаються тріщини, які виходять на галтелі та кільцеві виточки.

Режим роботи дефектоскопу МД-М (рис. А2): $U = 5,0$ В; $I = 155$ А.

Штучний час операції $T_{ШТ} = 4,60$ хв.

Підготовчо-заключний час $T_{ПЗ} = 3,0$ хв.

Операція 020. Наплавлювальна (наплавити шатунні шийки – [16-17]).

Перехід 1. Встановити і зняти КВ.

Допоміжний час $T_{доd} = 0,30$ хв.

Підготовчо-заключний час:

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						23
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_{ПЗ} = 8,0 + 0,80 + 0,10 + 0,10 + 5,40 = 14,40 \text{ хв.}$$

Перехід 2. Наплавити 1-у шатунну шийку (у 2 шари товщиною 1,0 мм). \varnothing шийки після наплавлення $d = 31,0 \text{ мм}$; довжина наплавлення $l = 27,0 \text{ мм}$. \varnothing електродного дроту НІ-30ХГСА [15] $d = 1,20 \text{ мм}$. Щільність струму $D_a = 120,0 \text{ А/мм}$, коефіцієнт наплавлення $a_{П} = 12,70 \text{ г/Ахч}$. Тоді сила струму:

$$I = 0,785 \times d^2 \times D_a = 0,785 \times 1,20^2 \times 120,0 = 135,60 \text{ А} \quad (2.2)$$

Напруження $U = 20,0 \text{ В}$.

Швидкість подачі дроту, м/хв.:

$$V_{ПР} = Q_{РМ.} / 0,785 \times d^2, \quad (2.3)$$

де $Q_{РМ.}$ – об'єм розплавленого металу, $\text{см}^3/\text{хв.}$;

$$Q_{РМ.} = G_{РМ.} / J, \quad (2.4)$$

де $G_{РМ.}$ – маса розплавленого металу, г;

J – щільність розплавленого металу, для дроту НІ-30ХГСА $J = 8,75 \text{ г/см}^3$ [15].

$$G_{РМ.} = I \times a_{П} / 60 = 135,60 \times 12,70 / 60,0 = 28,70 \text{ г},$$

$$Q_{РМ.} = 28,70 / 8,75 = 3,28 \text{ м}^3 / \text{хв.}$$

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						24
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_{\text{ПР}} = 3,28 / 0,785 \times 1,20^2 = 2,90 \text{ м / хв.}$$

Швидкість наплавлення, м/хв. [16]:

$$V_H = 0.785 \times d^2 \times V_{\text{ПР}} \times k \times a / t \times S, \quad (2.5)$$

де t – товщина наплавленого шару, мм;

S – крок наплавлення, мм/об.

$$S = 1,50 \times d = 1,50 \times 1,20 = 1,80 \text{ мм / об.} \quad (2.6)$$

$k = 0,82$ – коефіцієнт неповноти наплавленого шару [16, 17];

$a = 0,88$ – коефіцієнт [16, 17].

Тоді:

$$V_H = 0.785 \times 1.2^2 \times 2.9 \times 0.82 \times 0.88 / 1 \times 1.8 = 1.3 \text{ м / хв.}$$

Частота обертання:

$$n = 1000 \times V_H / \Pi \times D = 1000 \times 1.3 / 3.14 \times 3.1 = 13 \text{ об / хв.} \quad (2.7)$$

Основний час:

$$T_O = (l / n \times S) \times i, \quad (2.8)$$

де i – к-ть шарів наплавлення;

l – довжина наплавлення, мм.

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						25
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T_0 = (2,7/13 \times 1,8) \times 2 = 2,3 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, пов'язаний з переходом, складає 0,70 хв. на 1 погонний метр валика. Тоді:

$$L = \Pi \times D \times l / S = 3,14 \times 31 \times 27 / 1,8 \times 1000 = 1,46 \text{ м.} \quad (2.9)$$

$$T_{\text{доо}} = 0,70 \times L = 0,70 \times 1,46 = 1,02 \text{ хв.}$$

Перехід 3. Наплавити 2-у шатунну шийку [16-18].

$$T_0 = 2,30 \text{ хв.}; \quad T_{\text{доп}} = 1,02 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{оп}} = 2,30 \times 2 + 1,02 \times 2 + 0,3 = 6,94 \text{ хв.}$$

Час обслуговування робочого місця і штучний час:

$$T_{\text{орм.}} = (11 - 15\%) \times T_{\text{оп}} = 0,11 \times 6,94 = 0,76 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{шт}} = 6,94 + 0,76 = 7,70 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{пз}} = 15,40 \text{ хв.}$$

Операція 025. Наплавлювальна (наплавлення корінних шийок [16-18].

Перехід 1. Встановити і зняти КВ.

$$T_{\text{доо}} = 0,30 \text{ хв.}$$

$$T_{\text{пз}} = 15,40 \text{ хв.}$$

Перехід 2. Наплавити 1-у корінну шийку в 1 шар завтовшки $h = 1,70$ мм.

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						26
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$D = 37,40 \text{ мм};$$

$$D_a = 1020 \text{ А/мм}^2;$$

$$a_{\Pi} = 16,50 \text{ з/А} * \text{зод};$$

$$I = 0,785 \times d^2 \times D_a = 0,785 \times 2^2 \times 1020 = 320,30 \text{ А};$$

$$U = 22,0 \text{ В};$$

$$G_{PM.} = I \times a_{\Pi} / 60 = 320,3 \times 16,5 / 60 = 88,08 \text{ м/хв.};$$

$$Q_{PM.} = G_{PM.} / J = 88,08 / 8,75 = 10,07 \text{ см}^3 / \text{хв.};$$

$$V_{\Pi P} = Q_{PM.} / 0,785 \times d^2 = 10,07 / 0,785 \times 2^2 = 3,20 \text{ м/хв.};$$

$$V_H = 0,785 \times d^2 \times V_{\Pi P} \times k \times a / t \times S = 0,785 \times 2^2 \times 3,2 \times 0,82 \times 0,88 / 1,7 \times 3 = 1,42 \text{ м/хв.};$$

$$S = (1,2 - 2) \times d = 1,5 \times 2 = 3 \text{ мм/об.};$$

$$n = 1000 \times V_H / \Pi \times D = 1000 \times 1,42 / 3,14 \times 37,4 = 12,0 \text{ об/хв.};$$

$$T_0 = (17 / 12 \times 3) \times 1 = 0,47 \text{ хв.};$$

$$L = \Pi \times D \times l / S = 3,14 \times 37,4 \times 17 / 1000 \times 3 = 0,67 \text{ м};$$

$$T_{\text{зод}} = 0,7 \times L = 0,7 \times 0,67 = 0,47 \text{ хв.};$$

Перехід 3. Наплавити 2-у корінну шийку [10-13]:

$$T_0 = 0,47 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{зод}} = 0,47 \text{ хв.};$$

$$T_{OP} = 0,47 \times 2 + 0,47 \times 2 + 0,3 = 2,18 \text{ хв.};$$

$$T_{OPM.} = (11 - 15\%) \times T_{OP} = 0,11 \times 2,18 = 0,24 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{ШГ}} = 2,18 + 0,24 = 2,42 \text{ хв.};$$

Операція 030. Термічна (нормалізація при $t = (860-920)^\circ\text{C}$ в електричній печі СНЗ-8.16.5/10-ИЗ [21] – рис. А3).

Операція 035. Токарна (обточування корінних шийок).

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						27
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перехід 1. Встановити і зняти деталь.

$$T_{\text{доо}} = 0,30 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{ПЗ}} = 7,0 + 1,5 + 8,0 = 16,5 \text{ хв.}$$

Перехід 2. Обточити 1-у корінну шийку [10-13].

Подача $S = 0.20 \text{ мм/об.}$

Глибина різання $t = 1,0 \text{ мм.}$

Швидкість різання (м/хв.):

$$V = C_V / (T^m * t^x * S^y) * K_V, , \quad (2.10)$$

де $T = 60,0 \text{ хв.}$ – стійкість інструменту;

C_V – коефіцієнт, який залежить від умов роботи;

K_V – поправочний коефіцієнт (характеризує умови роботи).

Тоді:

$$K_V = K_{MV} * K_{ПВ} * K_{UV}, \quad (2.11)$$

де K_{MV} – коефіцієнт, що враховує вплив матеріалу;

$K_{ПВ}$ – коефіцієнт, що враховує поверхню заготовлі;

K_{UV} – коефіцієнт, що враховує матеріал інструменту.

$$C_V = 350; \quad X = 0,15; \quad Y = 0,35; \quad m = 0,20;$$

$$K_{MV} = K_r * (750/G_B)^{nv};$$

$$K_r = 0,8, \quad n_v = 1,0;$$

$$K_{MV} = 0,8 * (750/700)^1 = 0,86;$$

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$K_{IV} = 0,8;$$

$$K_{UV} = 1,0;$$

$$K_V = 0,86 * 0,8 * 1,0 = 0,69;$$

$$V = 350 * 0,69 / (60^{0,2} * 1,0^{0,15} * 0,2^{0,95}) = 155,0 \text{ м/хв.};$$

$$n = 1000 * V / \Pi * S = 1000 * 155 / 3,14 * 37,4 = 13200 \text{ об/хв.};$$

$$T_O = 1 * i / n * S = 17 * 1,0 / 1320 * 0,2 = 0,06 \text{ хв.}.$$

Допоміжний час, який пов'язаний з переходом:

$$T_{\text{доп}} = 0,17 + 0,12 = 0,29 \text{ хв.}.$$

Перехід 3. Обточити 2-у корінну шийку [10-13].

$$T_O = 0,06 \text{ хв.}; \quad T_{\text{доп}} = 0,29 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{оп}} = 0,06 * 2 + 0,29 * 2 + 0,3 = 1,0 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{обсл}} = 0,06 * 1,0 = 0,06 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{шт}} = 1,0 + 0,06 = 1,06 \text{ хв.}.$$

Операція 040. Токарна (обточування шатунних шийок).

Перехід 1. Встановити і зняти деталь.

$$T_{\text{доп}} = 0,30 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{пз}} = 7,0 + 1,5 + 8,0 = 16,5 \text{ хв.}.$$

Перехід 2. Обточити 1-у шатунну шийку [10-13].

Подача $S = 0,12 \text{ мм/об.};$

Глибина різання $t = 4,0 \text{ мм.}$

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Швидкість різання, м/хв.:

$$V = C_V / (T^m * S^y) * K_V,$$

де $T = 60$ хв. – стійкість інструменту;

$$C_V = 47; Y = 0.8; m = 0.2;$$

$$K_V = 0.69;$$

$$V = 47 * 0.69 / (60^{0.2} * 0.12^{0.8}) = 80 \text{ м/хв.};$$

$$n = 1000 * V / \Pi * S = 1000 * 80 / 3.14 * 31 = 820 \text{ об/хв.};$$

$$T_O = l * i / n * S = 27 * 1 / 820 * 0.12 = 0.27 \text{ хв.}.$$

Допоміжний час, який пов'язаний з переходом:

$$T_{\text{дон}} = 0.15 \text{ хв.}.$$

Перехід 3. Обточити 2-у шатунну шийку [10-13].

$$T_O = 0.27 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{дон}} = 0.15 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{оп}} = 0.27 * 2 + 0.15 * 2 + 0.3 = 1.14 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{обсл}} = 0.06 * 1.14 = 0.07 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{шт}} = 1.14 + 0.07 = 1.21 \text{ хв.}$$

Операція 045. Свердлувальна (розкриття масляних каналів).

Перехід 1. Встановити і зняти деталь.

$$T_{\text{дон}} = 0.11 + 0.06 = 0.17 \text{ хв.};$$

$$T_{\text{пз}} = 3.0 + 1.0 + 6.0 = 10.0 \text{ хв.}.$$

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						30
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перехід 2. Зенкувати масляний канал на 1-й шатунній шийці.

Глибина різання [10-13]:

$$t = 0.5 * (D - d) = 0.5 * (6 - 4) = 1,0 \text{ мм.}$$

Подача $S = 0.5 \text{ мм/об.}$

Швидкість різання, м/хв. [10-13]:

$$V = C_V * D_q / (T^m * t^x * S^y) * K_V \quad (2.12)$$

$$C_V = 16.3 ;$$

$$q = 0.3 ;$$

$$X = 0.2 ;$$

$$Y = 0.5 ;$$

$$m = 0.3 ;$$

$$T = 25 \text{ хв.};$$

$$K_V = K_{MV} * K_{PV} * K_{UV} = 0.86 * 1 * 0.8 = 0.69;$$

$$V = 16.36^{0.3} * 0.69 / (25^{0.3} * 1^{0.2} * 0.5^{0.5}) = 10.4 \text{ м/хв.};$$

$$n = 1000 * V / \pi * S = 1000 * 10.4 / 3.14 * 6 = 552 \text{ об/хв.};$$

$$T_O = 1 * i / n * S = 2 * 1 / 552 * 0.5 = 0.007 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, який пов'язаний з переходом:

$$T_{дон} = 0,05 \text{ хв.}$$

Допоміжний час на переміщення КВ на верстаті [10-13]:

$$T_{дон} = 0,02 \text{ хв.}$$

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перехід 3. Зенкувати масляний канал на 2-й шатунній шийці [10-13].

$$T_o = 0,007 \text{ хв.};$$

$$T_{дон} = 0,05 \text{ хв.}$$

Перехід 4. Прочистити шомполом масляні канали [10-13].

$$T_{дон} = 0,17 \text{ хв.};$$

$$T_{оп} = 0,007 * 2 + 0,05 * 2 + 0,19 * 0,02 = 0,49 \text{ хв.};$$

$$T_{обсл} = 0,06 * 0,49 = 0,03 \text{ хв.};$$

$$T_{шт} = 0,49 + 0,03 = 0,52 \text{ хв.}$$

Операція 050. Термічна (гартування шатунних шийок СВЧ до твердості HRC 52 – [27, 28] в електричній печі НШ-100 – рис. А5).

Операція 055. Круглошліфувальна (шліфування шатунних шийок).

Перехід 1. Встановити і зняти КВ.

$$T_{дон} = 0,3 \text{ хв.};$$

$$T_{пз} = 7,0 + 3,0 + 1,0 = 11,0 \text{ хв.}$$

Перехід 2. Шліфувати 1-у шатунну шийку.

Глибина шліфування $t = 0,013 \text{ мм/об.}$

Поздовжня подача $S = b * B = 0,35 * 20 = 7,0 \text{ об/хв.}$

(b – коефіцієнт; B – ширина круга [10-12]);

Швидкість обертання КВ, м/хв.:

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						32
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$V_D = C_V * d^k / (T^m * t^{xv} * b^{yv}), \quad (2.13)$$

де:

$$C_V = 0.24;$$

$$k = 0.3;$$

$$X_V = 1;$$

$$Y_V = 1;$$

$$m = 0.5;$$

$$Tm = 5 \text{ хв.};$$

$$n_D = 1000 * V_D / \Pi * d = 1000 * 50 / 3.14 * 28.5 = 560 \text{ об/хв.};$$

$$V_D = 0.24 * 28.5^{0.3} / 5^{0.5} * 0.013^1 * 0.35^1 = 50 \text{ м/хв.}$$

Основний час [10-13]:

$$T_O = (2 * L / n_D * S) * i * k \quad (2.14)$$

де L – довжина ходу шліфувального круга,

$$L = 1 - B = 27 - 20 = 7 \text{ мм,}$$

i – число проходів,

$$i = h / t = 0.15 / 0.013 = 12,0 \text{ (попереднє шліфування),}$$

$$i = 0.05 / 0.013 = 4,0 \text{ (кінцеве шліфування);}$$

k – коефіцієнт, який залежить від точності шліфування та зношування круга,
($k = 1,30$ – попереднє шліфування, $k = 1,60$ – кінцеве шліфування).

На попереднє шліфування:

$$T_{O.нон} = (2 * 7 / 560 * 7) * 12 * 1,30 = 0.043 \text{ хв.}$$

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						33
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На остаточне шліфування:

$$T_{O.ост} = (2 * 7 / 560 * 7) * 4 * 1,60 = 0,018 \text{ хв.}$$

Допоміжний час, який пов'язаний з обробкою 1-ї зовнішньої поверхні:

$$T_{дон} = 0,08 \text{ хв.}$$

Перехід 3. Шліфувати 2-у шатунну шийку [10-13]:

$$T_{O.нон} = 0,043 \text{ хв.};$$

$$T_{O.кінц} = 0,018 \text{ хв.};$$

$$T_{дон} = 0,08 \text{ хв.};$$

$$T_{оп} = 0,043 * 2 + 0,018 * 2 + 0,08 * 2 + 0,3 = 0,58 \text{ хв.};$$

$$T_{обсл} = 0,06 * 0,58 = 0,035 \text{ хв.};$$

$$T_{шт} = 0,58 + 0,035 = 0,615 \text{ хв.}$$

Операція 060. Круглошліфувальна (шліфування корінних шийок).

Перехід 1. Встановити і зняти деталь.

$$T_{дон} = 0,30 \text{ хв.};$$

$$T_{пз} = 7,0 + 3,0 + 1,0 = 11,0 \text{ хв.}$$

Перехід 2. Шліфувати 1-у корінну шийку.

$$t = 0,013 \text{ об/хв.};$$

$$S = 9 \text{ мм/об.}$$

Швидкість обертання КВ [10-13]:

$$V_D = C_V * d^k / (T^m * t^{xv} * b^{yv}) \text{ м/хв.},$$

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						34
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

де:

$$C_V = 0.24;$$

$$k = 0.3;$$

$$X_V = 1;$$

$$Y_V = 1;$$

$$m = 0.5;$$

$$Tm = 5,0 \text{ хв.};$$

$$n_D = 1000 * V_D / \Pi * d = 1000 * 50 / 3.14 * 35 = 480 \text{ об/хв.};$$

$$V_D = 0,24 * 35^{0.3} / 5^{0.5} * 0.013^1 * 0.35^1 = 53,0 \text{ об/хв.}$$

Основний час, хв.:

$$T_O = (2 * L / n_D * S) * i * k,$$

де L – довжина ходу шліфувального круга;

$$L = 1 + B/2 = 17 + 20/2 = 27 \text{ мм},$$

i – число проходів,

$$i = h/t = 0.2/0.013 = 15;$$

$$T_O = (2 * 27 / 480 * 9) * 15 * 1.3 = 0.24 \text{ хв.};$$

$$T_{дон} = 0,08 \text{ хв.}$$

Перехід 3. Шліфувати 2-у корінну шийку [10-13].

$$T_O = 0.24 \text{ хв.};$$

$$T_{дон} = 0,08 \text{ хв.};$$

$$T_{оп} = 0.24 * 2 + 0.08 * 2 + 0.3 = 0.94 \text{ хв.};$$

$$T_{обсл} = 0,06 * 0.94 = 0,056 \text{ хв.};$$

$$T_{шт} = 0.94 + 0.056 = 0.996 \text{ хв.}$$

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						35
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Операція 065. Балансування (балансувати КВ).

Перехід 1. Встановити і зняти КВ:

$$T_{дон} = 0,3 \text{ хв.}$$

Перехід 2. Балансувати КВ [7, 8]:

$$T_{оп} = 0,6 \text{ хв.};$$

$$T_{обсл} = 0,076 \text{ хв.};$$

$$T_{шт} = 0,3 + 0,6 + 0,076 = 0,976 \text{ хв.}$$

Операція 070. Слюсарна (зачистити задирки):

$$T_{шт} = 0,26 + 0,02 = 0,28 \text{ хв.}$$

Операція 075. Промивальна (промивати й очищати КВ):

$$T_{шт} = 0,70 \text{ хв.};$$

$$T_{пз} = 8,0 \text{ хв.}$$

Операція 080. Контрольна (перевірити: якість наплавлених поверхонь; розміри і шорсткість шатунних і корінних шийок; биття корінних шийок):

$$T_{пз} = 5,0 \text{ хв.};$$

$$T_{дон} = 0,30 \text{ хв.};$$

$$T_{орм.} = 0,10 \text{ хв.};$$

$$T_{шт} = 1,90 \text{ хв.}$$

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						36
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3 Розробка ТП складання компресора після відновлення колінчастого валу

3.1 Призначення основних технічних вимог на складання компресора

КВ, який встановлено у картер, повинен обертатися рукою. Момент його провертання, не повинен бути $> 0,3$ кгс*м. Плунжери повинні без заїдання переміщатися у напрямних втулках силою не $> 0,5$ кгс. Поршневий палець потрібно підібрати до отворів у бобишках поршня із зазором до $0,006$ мм. У з'єднанні поршневого пальця з втулкою верхньої головки шатуна зазор повинен складати $(0,005-0,012)$ мм [6].

Зазор у стиках поршневих кілець повинен бути $(0,20-0,40)$ мм. Стики встановлених на поршень компресійних кілець повинні бути розташованими один до одного під $\angle 180^\circ$ [5].

Гайки болтів нижньої головки шатуна потрібно затягнути моментом $M = (1,50-1,70)$ кгс*м. Після затягування шатунних підшипників перевіряють легкість обертання КВ: момент його провертання не повинен бути $> 0,8$ кгс*м. Кінцевий момент затягування гайок шпильок кріплення ГЦ повинен бути $M = (1,20-1,70)$ кгс*м.

3.2 Розрахунок розмірів, зазорів і натягів спряжень при складанні компресора

Монтажні зазори і натяг основних з'єднань при складанні деталей компресора наведені у табл. 3.1.

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						37
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 3.1 – Монтажні зазори і натяг основних з'єднань при складанні деталей компресора [5-7]

Найменування зв'язаних деталей	Розміри, мм		Проміжки-натяг у сполученнях, мм	
	Номінальний	Допустимий без ремонту	Номінальний	Допустимий при ремонті
Картер компресора – Ø отвору під підшипник.	72 ^{+0.03}	72,04	<u>000</u> + 0.042	<u>000</u> + 0.062
Кульковий підшипник – Ø зовнішнього кільця.	72 _{-0.013}	–		
БЦ – Ø циліндра.	60 ^{+0.03}	–	<u>+ 0.030</u>	<u>+ 0.030</u>
Поршень – Ø спідниці.	60 _{-0.06} ^{-0.03}	–	<u>+ 0.090</u>	<u>+ 0.090</u>
Поршень – висота 1 ^ї та 2 ^ї канавок.	2.5 ^{+0.06} _{+0.035}	–	<u>+ 0.034</u>	<u>+ 0.034</u>
Кільце компресійне – висота кільця.	2.5 _{-0.012}	–	<u>+ 0.070</u>	<u>+ 0.070</u>
Поршень – висота 3-ї канавки.	4.755 _{-0.02}	–	<u>+ 0.034</u> <u>+ 0.082</u>	<u>+ 0.034</u> <u>+ 0.082</u>
Кільце мастилознімне – висота кільця.	–	–		
Кульковий підшипник – Ø отвору.	35 _{-0.012}	–	<u>+ 0.002</u>	<u>+ 0.012</u>
КВ – Ø корінної шийки.	35 ^{+0.02} _{+0.003}	34.99	<u>+ 0.030</u>	<u>+ 0.036</u>
КВ – довжина шатунної шийки.	27 ^{+0.084}	27.42	<u>+ 0.262</u>	<u>+ 0.262</u>
Шатун – ширина нижньої головки.	26.8 _{-0.19} ^{-0.06}	–	<u>+ 0.476</u>	<u>+ 0.476</u>

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ

Арк.

38

КВ – отвір під ущільнювач. Ущільнювач – зовнішній \emptyset .	$25^{+0.03}$ $25^{-0.02}_{-0.04}$	25.05 –	$\frac{+0.020}{+0.073}$	$\frac{+0.020}{+0.152}$
БЦ – \emptyset отвору у втулці плунжера. Плунжер впускного клапана – \emptyset плунжера.	$10^{+0.03}_{-0.035}$ $10^{-0.035}_{-0.085}$	10.06 –	$\frac{+0.031}{+0.113}$	$\frac{+0.031}{+0.161}$
БЦ – \emptyset отвору під втулку плунжера.	$13^{+0.035}$	–	$\frac{-0.113}{-0.042}$	–
Втулка плунжера – зовнішній \emptyset .	$13^{+0.115}_{+0.08}$	–		
БЦ – діаметр \emptyset під сідло клапана. Сідло клапана – зовнішній \emptyset .	$17^{+0.019}$ $17^{+0.115}_{+0.04}$	– –	$\frac{-0.076}{-0.022}$	–
Поршень – \emptyset отвору під поршневий палець. Палець поршневий – зовнішній \emptyset .	$12.5^{+0.003}_{-0.009}$ $12.5_{-0.012}$	– –	$\frac{000}{+0.010}$	$\frac{+0.038}{+0.012}$
Шатун – \emptyset отвору під втулку. Втулка верхньої головки.	$14^{+0.019}$ $\frac{14.115}{14.08}$	14.05 –	$\frac{-0.114}{-0.060}$	$\frac{-0.114}{-0.028}$
Шатун у зборі – \emptyset отвору нижньої головки. Вкладиш – товщина вкладиша. КВ – \emptyset шатунної шийки.	$32^{+0.015}$ $1.75^{-0.013}_{-0.02}$ $28.5_{-0.021}$	– – –	$\frac{+0.025}{+0.075}$	$\frac{+0.025}{+0.075}$

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ

Арк.

39

3.3 Операції ТП складання компресора

Операція 005. Складальна (БЦ).

У різьбові отвори БЦ вкручуються пробки і косинець для підведення води після мащення їх різьби нітрофарбою, щоб забезпечити герметичність з'єднання. Надівши по 2 кільця ущільнювачів на кожен плунжер у зборі зі штоком і гніздом, ці вузли встановлюються у напрямні втулки плунжера. На гнізді штоків встановлюються коромисла впускних клапанів, а на напрямні коромисла – пружини [10].

Операція 010. Складальна (ГБЦ).

Для складання у різьбові отвори ГЦ вкручуються змащені нітрофарбою пробки, штуцери та косинці. У різьбовий отвір ГЦ вкручуються сідла нагнітальних клапанів. В отвори ГЦ вставляються пружини випускного клапана. Після цього клапани притирають і промивають, щоб видалити абразивні частки, які утворилися при притиранні. На сідлах клапанів встановлюються нагнітальні клапани й пружина, а в різьбовий отвір ГЦ вкручується пробка з прокладкою [12].

Операція 015. Складальна (підбирання і складання поршнів з шатунами та кільцями).

Підбираються поршневі пальці за отвором у верхній головці шатуна. Поршневі пальці підбираються за отвором у бобищі поршня з наступним змащенням мастилом, потім складається поршень з кільцями і шатун. Компресійні кільця встановлюють на поршень ступінчастою проточкою догори [13].

Операція 020. Складальна.

У проточений паз шарикопідшипника встановлюється кільце стопорне. На столі пресу встановлюються задній шарикопідшипник і картер компресора. КВ встановлюється у картер коротким кінцем донизу, а на шийку переднього кінця КВ надівається підшипник з одночасним напресовуванням переднього і заднього підшипників на шийки КВ і до упору в отвори картера компресора. Картер разом

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

з КВ закріплюється пристосуванням. На шпильки картера надягаються прокладки і БЦ, який закріплюється гайками з шайбами [11].

Ущільнювач з пружиною вставляється в отвір переднього кінця КВ і фіксується стопорним кільцем. Встановлюється задня кришка у зборі з сальником. Після установалення у паз КВ шпонки, на шийку валу напресовують шестерню, (закріплюється гайкою з шайбою, яку шплінтують після затягування).

Операція 025. Складальна.

Поршні з шатунами і кільцями встановлюються у циліндри компресора, а шатуни закріплюються на КВ. Перед установкою поршневі кільця, шатунні вкладиші й поверхня дзеркала циліндрів змащуються мастилом. На БЦ встановлюються прокладки, а на сідлі – впускні клапани. На напрямні стержні ГЦ надягаються пружини, на блок встановлюється ГЦ і закріплюється гайками [13].

Операція 030. Контрольна.

Проводиться припрацювання компресора, його випробування і контроль відповідності параметрів.

3.4 Режими ТП складання компресора

Операція 005. Складальна.

Устаткування: стенд, щоб скласти БЦ компресора.

Пристосування: щоб закріпити блок.

Інструменти: набори гайкових ключів.

Нормування операції наступне (визначається тривалість операцій – [10]):

– вкрутити пробки і косинець, щоб підвести воду у БЦ, після мащення їх поверхонь нітрофарбою;

$$t_1 = 0,25 * 3 = 0,75 \text{ хв.};$$

$$t_2 = 0,5 * 3 = 1,50 \text{ хв.};$$

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						41
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t = t_1 + t_2 = 0,75 + 1,50 = 2,25 \text{ хв.};$$

– надіти по 2 кільця ущільнювачів на кожен плунжер;

$$t = 0,08 * 4 = 0,32 \text{ хв.};$$

– зібрати плунжер зі штоком та гніздом;

$$t = 0,18 * 4 = 0,72 \text{ хв.};$$

– змастити мастилом;

$$t = 0,10 * 2 = 0,20 \text{ хв.}$$

– установити складені вузли у напрямні втулки плунжера;

$$t = 0,18 * 2 = 0,36 \text{ хв.};$$

– установити коромисло для впускних клапанів;

$$t = 0,10 \text{ хв.};$$

– установити пружину;

$$t = 0,06 \text{ хв.};$$

– установити напрямні впускних клапанів;

$$t = 0,18 * 2,0 = 0,36 \text{ хв.};$$

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						42
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T = 2,25 + 0,32 + 0,72 + 0,20 + 0,36 + 0,10 + 0,06 + 0,36 = 4,37 \text{ хв.}$$

Операція 010. Складальна.

Устаткування: верстак слюсарний ОРГ-5365 [23].

Пристосування: спеціальне для закріплення головки блоку [29, 30].

Інструменти: набір гайкових ключів, паста для притирання ГОИ [31].

Нормування операції наступне (визначається тривалість операцій – [10]):

– вкручують пробки, косинці, штуцери (попередньо змастити їх поверхні нітрофарбою Емаль НЦ-132:

$$t = 0,5 * 3,0 + 0,25 * 3,0 = 2,25 \text{ хв.};$$

– закручують сідла нагнітальних клапанів:

$$t = 0,6 * 2,0 = 1,2 \text{ хв.};$$

– притирають сідла нагнітальних клапанів:

$$t = 1,2 * 2,0 = 2,4 \text{ хв.};$$

– встановлюють нагнітальні клапани:

$$t = 0,09 * 2,0 = 0,18 \text{ хв.};$$

– встановлюють пружини нагнітальних клапанів:

$$t = 0,06 * 2,0 = 0,12 \text{ хв.};$$

– закручують пробку з прокладкою:

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						43
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t = 0,6 * 2,0 = 1,2 \text{ хв.};$$

$$T = 2,25 + 1,20 + 2,40 + 0,18 + 0,12 + 1,20 = 7,35 \text{ хв.}.$$

Операція 015. Складальна.

Устаткування: стенд для складання поршня з шатуном компресора УЕСД-60.

Пристосування: спеціальні пристосування та оправка.

Інструменти: молоток.

Нормування операції [10-13]:

– підбирають шатуни за масою:

$$t = 0,21 * 2,0 = 0,42 \text{ хв.};$$

– підбирають поршні за масою:

$$t = 0,21 * 2,0 = 0,42 \text{ хв.};$$

– запресовують втулку верхньої головки шатуна:

$$t = 0,2 * 2,0 = 0,4 \text{ хв.};$$

– підбирають і встановлюють поршневий палець:

$$t = 0,13 * 4,0 + 0,22 * 2,0 = 0,96 \text{ хв.};$$

– встановлюють поршневі кільця:

$$t = 0,31 * 6,0 = 1,86 \text{ хв.};$$

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						44
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$T = 0,42 + 0,42 + 0,40 + 0,96 + 1,86 = 4,06 \text{ хв.}$$

Операція 020. Складальна.

Устаткування: пневматичний прес F460-140-60-230, пристрій для складання компресора 72-7825-1504.

Пристосування: спеціальна оправка.

Інструменти: викрутка, набір гайкових ключів.

Нормування операції [10-13]:

– встановлюють стопорне кільце в підшипник:

$$t = 0,37 \text{ хв.};$$

– напресовують підшипник на КВ і в картер:

$$t = 0,5 * 1,2 = 0,6 \text{ хв.};$$

– встановлюють замкову шайбу і закріплюють її гайкою:

$$t = 0,65 * 0,10 = 0,65 \text{ хв.};$$

– перевіряють легкість обертання КВ:

$$t = 0,20 \text{ хв.}$$

– встановлюють і закріплюють БЦ на картері:

$$t = 0,23 + 0,18 + (0,07 * 6,0) + (0,2 * 6,0) = 2,03 \text{ хв.};$$

– встановлюють ущільнювач і пружину в отвір заднього кінця КВ:

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						45
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$t = 0,08 + 0,07 = 0,15 \text{ хв.};$$

– встановлюють і закріплюють задню кришку картера:

$$t = 1,90 \text{ хв.};$$

– встановлюють передню кришку разом із сальником:

$$t = 1,90 + 0,33 = 2,23 \text{ хв.};$$

– встановлюють шпонку і напресовують шестерню:

$$t = 0,5 \text{ хв.};$$

– встановлюють і зашплінтовують гайку з шайбою:

$$t = 0,26 + 0,07 + 0,20 = 0,53 \text{ хв.};$$

$$T = 0,37 + 0,60 + 0,75 + 0,20 + 2,03 + 0,15 + 1,90 + 2,23 + 0,50 + 0,53 = 7,36 \text{ хв.}.$$

Операція 025. Складальна.

Устаткування: пристрій для складання компресора 72-7825-1504.

Пристосування: патрон, щоб закручувати шпильки.

Інструменти: динамометричний ключ Dnipro-M, набір спеціальних ключів.

Нормування операції [10-13]:

– змащують мастилом поршневі пальці, шатунні вкладиші, дзеркало циліндра:

$$t = 0,11 + 0,23 + 0,28 = 0,62 \text{ хв.};$$

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						46
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– встановлюють поршні в циліндри:

$$t = 0,30 * 2,00 = 0,60 \text{ хв.};$$

– встановлюють вкладиші та закріплюють кришки нижніх головок шатунів, зашпінтовують болти:

$$t = 1,10 * 2,00 + 0,18 * 4,00 = 2,92 \text{ хв.};$$

– перевіряють легкість обертання КВ:

$$t = 0,60 \text{ хв.};$$

– протирають поршні і верхню площину БЦ:

$$t = 0,17 \text{ хв.};$$

– вкручують шпильки у БЦ:

$$t = 0,23 * 8,00 = 1,84 \text{ хв.};$$

– встановлюють прокладки на БЦ:

$$t = 0,23 \text{ хв.};$$

– встановлюють впускні клапани на сідла:

$$t = 0,18 * 2,00 = 0,36 \text{ хв.};$$

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– встановлюють напрямні стержні в ГЦ:

$$t = 0,18 * 2,00 = 0,36 \text{ хв.};$$

– надягають пружини на стержні:

$$t = 0,06 * 2,00 = 0,12 \text{ хв.};$$

– встановлюють головку на блок та її закріплюють:

$$t = 0,22 + 0,07 * 8,00 * 0,90 + 0,20 * 8,00 = 2,32 \text{ хв.};$$

– прикручують регулятор тиску:

$$t = 0,14 + 0,06 + 0,07 * 3,00 + 0,20 * 3,00 = 1,01 \text{ хв.};$$

– вкручують патрубок для підведення повітря:

$$t = 0,40 \text{ хв.};$$

$$T = 0,62 + 0,60 + 2,92 + 0,60 + 0,17 + 1,84 + 0,36 + 0,36 + 0,12 + 2,32 + 1,01 = 11,55 \text{ хв.};$$

Операція 030. Контрольна.

Припрацьовують компресор на холостому ході ($t = 10,0 \text{ хв.}$).

Випробовують компресор на продуктивність ($t = 6,50 \text{ хв.}$).

Перевіряють винесення мастила компресора стисненим повітрям ($t = 10,0 \text{ хв.}$).

Випробовують на герметичність нагнітальні клапани ($t = 1,0 \text{ хв.}$).

Устаткування: стенд для перевірки пневмообладнання автомобілів «Пневмотест 01.03».

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						48
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Інструменти: інструментальний ящик ОРГ-1611.

$$T = 10,0 + 6,50 + 10,0 + 1,0 = 27,5 \text{ хв.}$$

3.5 Технічні вимоги на випробування компресора

Після складання компресор випробовують на стенді при швидкості обертання КВ (1220-1340) об/хв. При цьому застосовують мастило групи В2 ДСТУ-17479-74, параметри якого наступні [7]:

- тиск (0,15-0,30) МПа;
- температура не нижче 40°C.

Перед випробуванням компресор проходить припрацювання на холостому ході протягом 12 хв. Компресор підтримує тиск не < 0,60 МПа. Кількість мастила, яке витікає через зливний отвір у нижній кришці картера, повинно бути не > 450 г протягом 5 хв.

Коли перевіряється віднесення мастила стислим повітрям, утворювана пляма повинна уміщатися у колі \varnothing 18 мм.

Випробують нагнітальні клапани на герметичність на непрацюючому компресорі: під'єднують головку компресора до резервуару в 1,1 л, в якому створений тиск повітря (0,60-0,70) МПа. Падіння тиску в резервуарі протягом 1 хв. не повинне перевищувати 0,05 МПа [7].

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						49
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Висновки

Розглянуто призначення та умови роботи компресора автомобіля КамАЗ-5320 і його колінчастого валу.

Наведені:

- технічні вимоги до колінчастого валу компресора та призначення способу усунення його дефектів;
- призначення поверхонь базування та послідовності обробки відновленого колінчастого валу;
- розрахунки припусків на обробку колінчастого валу та загальної товщини покриття наплавленого шару;
- технологічний процес і режими відновлення шийок колінчастого валу у середовищі вуглекислого газу (технічні умови на зношування КВ, його ремонтне креслення, вибір раціональних способів усунення дефектів і послідовність їх обробки).

Відновлення шийок колінчастого валу проводиться на токарно-гвинторізному верстаті 16Б05 (понижуючий редуктор ОМР100 1/12.2 112 В5М1, перетворювач ПСО-303А) наплавлювальною головкою А-580-м, електродним дротом НІ-30ХГСА діаметром $\varnothing = 1,2$ мм (щільність струму $D_a = 120,0$ А/дм, коефіцієнт наплавлення $a_{II} = 12,70$ г/Ахч; сила струму $I = 135,6$ А, напруження $U = 20$ А, швидкість подачі дроту $V = 2,9$ м/хв., швидкість наплавлення $V = 1,3$ м/хв.).

Після відновлення проводиться термічна обробка (нормалізація при температурі 900°C в електропечі СНЗ-8.16.5/10-ИЗ), а після обточування корінних і шатунних шийок їх гартують струмами високої частоти до твердості HRC 52 в електричній печі НШ-100.

Розроблений технологічний процес складання компресора після відновлення колінчастого валу (призначені основні технічні вимоги; розраховані розміри,

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						50
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

засори і натяги спряжень; визначені операції, режими і технічні вимоги на випробування компресора).

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						51
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Список використаних джерел

1. Компресор КамАЗ [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.rh2.ru/f1/topic-1930-kompressor-kamaz.html>
2. Технічне обслуговування і ремонт компресорів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://dalgakiran.ua/uk/products/tehnichne-obslugovuvannya-i-remont-kompresoriv/>
3. Автомобільні компресори: види, ремонт та обслуговування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://avtodoctor.com.ua/ua/blog/avtomobilnye-kompressory-vidy-remont-i-obsluzhivanie/>
4. Ремонт компресорів вантажних автомобілів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://atf.ru/articles/materialy_dlya_avtotekhniki/remont-kompressorov-gruzovykh-avtomobiley/
5. Будова і принцип дії компресора КамАЗ (5320-3509015-10) ПК 214-30 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://melagrocom.com/articles/ustroystvo-i-printsip-deystviya-kompressora-kamaz-5320-3509015-10-pk-214-30/>
6. Компресор КамАЗ (5320-3509015-10) двоциліндровий [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://skiff.org.ua/5320-3509015-10>
7. Ремонт компресора КамАЗ. Виявлення та усунення несправностей [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.vils.ru/articles/remont-kompressora-kamaz/>
8. Поршневий компресор – це...[Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://letiss.com.ua/articles-RU/piston_kompr-is_ru
9. Мийний засіб лабомід — інструкція із застосування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://novohim.com.ua/ru/moyushhee-sredstvo-labomid-instrukciya-po-primeneniyu/>
10. Горбатюк С. О. Технологія машинобудування: Навчальний посібник / С. О. Горбатюк, М. П. Мазур, А. С. Зенкін, В. Д. Каразей. – Львів: «Новий світ – 2000», 2009. – 358 с.

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						52
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

11. Ковалевський С. В. Технологія обробки типових деталей і складання машин: конспект лекцій / С. В. Ковалевський, С. Г. Онищук, Ю. Б. Борисенко. – Краматорськ: ДГМА, 2015. – 119 с.

12. Дідик Р. П. Розрахункові операції режимів механічної обробки матеріалів: точіння, свердління, зенкерування, розгортання: навч. посібн. / Р. П. Дідик, В. В. Зіль, С. Т. Пацера. – Д.: Національний гірничий університет, 2013. – 196 с.

13. Сідашенко О. І. Практикум з ремонту машин. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин. Том 1 / За ред. О. І. Сідашенко, О. В. Тіхонова. Навчальний посібник. – Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018. – 416с.

14. МД-М магнітопорошковий дефектоскоп [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://укприбор.com.ua/ua/p776471792-magnitoporoshkovyj-defektoskop.html>

15. Дріт НП-30ХГСА [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://wutmarc.ua/zvaryvalnij-drit/drit-dlya-naplavlennya/drit-np-30hgsa-o-1-2>

16. Наплавлення у середовищі захисних газів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/9976418/page:61/>

17. Наплавлення зносостійких шарів в середовищі захисних газів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/lr-11-naplavlennja-znosostijkyh-shariv-v-seredovyshchi-zahysnyh-haziv-z-dyscypliny-trybotehnika-133-hm.pdf>

18. Зварювання і наплавлення, як способи відновлення деталей [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://web.posibnyky.vntu.edu.ua/fmbt/bilichenko_servis_ta_remont_avto/1.2.html

19. Зварювання під шаром флюсу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Зварювання_під_шаром_флюсу

20. Наплавлення під шаром флюсу та в середовищі вуглекислого газу [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/7709007/page:13/>

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						53
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

21. Камерні печі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/5301191/page:3/>
22. Мийна установка М203 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.bara-sm.ru/products/130003728-moyechnaya_ustanovka_m203
23. Розрахунок і підбір технологічного устаткування та оснащення [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/7396752/page:10/>
24. Токарно-гвинторізний верстат 16Б04 - 16Б05 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://forkettle.ru/biblioteka/pasporta-i-tekhnicheskaya-dokumentatsiya/tokarnye-stanki/744-tokarnye-stanki/8343-tokarno-vintoreznyj-standok-16b04-16b05>
25. Практикум з ремонту машин. Загальний технологічний процес ремонту та технології відновлення і зміцнення деталей машин. Том 1 / Сідашенко О.І., Тіхонов О.В. Скобло Т.С. та інші. / За ред. О.І. Сідашенко, О.В. Тіхонова Навчальний посібник. – Харків: ТОВ «Пром-Арт», 2018 - 416с.
26. Розрахунково-технологічна частина [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/5303797/page:2/>
27. Зварювальні перетворювачі [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://electrosvarka.su/index.php?mod=text&uitxt=1018&print>
27. Дробот О. С. Теорія і технологія термічної обробки : методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 132 «Матеріалознавство» / О. С. Дробот. Хмельницький : ХНУ, 2022. – 35 с.
28. Сігова В. І. Технологія і проектне рішення термічних цехів і дільниць: навч. посіб. / В. І. Сігова, В. Б.Юскаєв, А. Ф. Будник. – Суми: Вид-во СумДУ, 2010. – 318 с.
29. Технологічне оснащення. Конспект лекцій [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://tgm.nmu.org.ua/ua/Конспект_лекцій_ТО.pdf
30. Технологічна оснастка Навчальний посібник [Електронний ресурс]. – Режим доступу:

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						54
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

http://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/tiup/metod/nm2021/Технологічна_оснастка_конспект_лекцій.pdf

31. Притирання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfile.net/preview/9046500/page:12/>

32. Сталь 35 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://metinvest-smc.com/ua/steel/stal-35/>

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						55
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додатки

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Графічне забезпечення дипломної роботи

					ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ	Арк.
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Рисунок А2 – Дефектоскоп МД-М



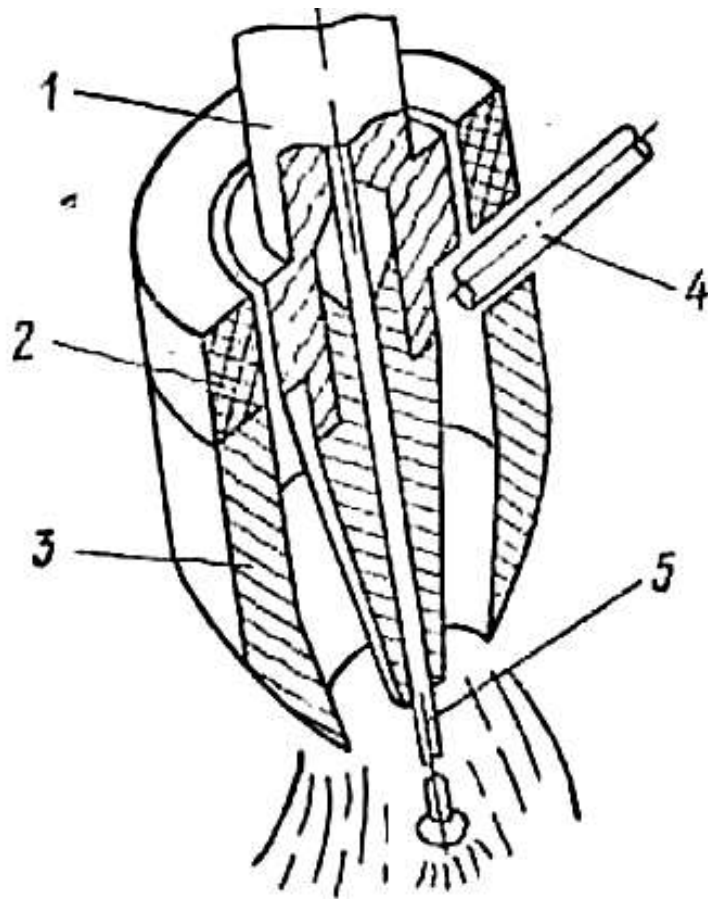
Рисунок А3 – Електропіч СНЗ-8.16.5/10-ІЗ

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ

Арк.

59



1 – мундштук; 2 – ізоляційна шайба; 3 – корпус пальника; 4 – штуцер підведення газу; 5 – електродний дріт

Рисунок А4 – Схема наплавлення у середовищі вуглекислого газу

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРМТВА 24.20127.000 ПЗ

Арк.

60

