

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Розробка ділянок технічного обслуговування і ремонту в умовах (ТОВ "Вітчизна") м. Конотоп Шосткінського району Сумської області»

Виконав:

(підпис)

Хранівський Д.А
(Прізвище, ініціали)

Група:

АІ 2202-1 с.т

(Науковий) керівник:

(підпис)

Бондарев С.Г
(Прізвище, ініціали)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу Ступінь вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 208 Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри агроінжинірингу
_____ Шуляк М.Л.
“__” _____ 202_ року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Хранівському Даніілу Андрійовичу

1. Тема роботи: «Розробка діляниць технічного обслуговування і ремонту в умовах (ТОВ „Вітчизна”) м. Конотоп Шосткінського району Сумської області», керівник роботи: Бондарев Сергій Григорович, к.т.н доцент, затверджені наказом закладу вищої освіти від “10” 10 2024 року № 3484/ос

2. Строк подання здобувачем роботи: “27” 05 2025 року.

3. Вихідні дані до роботи: Виробничо-фінансовий звіт господарства за останні роки, довідникова література з даної тематики, посібники, журнали з даної тематики, матеріали, отримані під час проходження практики, інтернет джерела.

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

1. Загальна характеристика господарства

2. Узагальнена частина

3. Загально-технічна частина

4. Охорона праці

5. Економічна частина

Висновки.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: 1-6 Конструкторська розробка, 7 Технічно-економічні показники.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Економічне обґрунтування			
Нормконтроль			
Охорона праці			

7. Дата видачі завдання: “05” вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Збір інформації про діяльність господарства	до 14.09.24 р.	
2.	Аналіз літературних джерел	до 30.11.24 р.	
3.	Складання плану роботи	до 11.01.25 р.	
4.	Написання вступу	до 23.01.25 р.	
5.	Написання першого розділу «Загальна характеристика господарства»	до 14.02.25 р.	
6.	Написання другого розділу «Узагальнена частина»	до 12.03.25 р.	
7.	Написання третього розділу «Загально-технічна частина»	до 15.04.25 р.	
8.	Написання розділів «Охорони праці» та «Економічної частини»	до 1.05.25 р.	
9.	Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 15.05.25 р.	
10.	Подання роботи на рецензування	до 23.07.25 р.	
11.	Подання до попереднього захисту	до 27.05.25 р.	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

Хранівський Д.А.
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

(підпис)

Бондарев С.Г.
(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Хранівський Д.А Розробка дільниць технічного обслуговування і ремонту в умовах (ТОВ "Вітчизна"). – Кваліфікаційна (бакалаврська) робота на здобуття вищої освітньо-кваліфікаційного рівня вищої освіти спеціалізації 208 «Агроінженерія». Сумський національно-аграрний університет, Суми 2025.

Дана кваліфікаційна (бакалаврська) робота присвячена технології відновлення гільз циліндрів двигуна КамАЗ - 740 методом термопластичного деформування в матриці. Актуальність теми обумовлена високою вартістю нових гільз, дефіцитом запасних частин, особливо в умовах війни та потреби у відновленні великої кількості техніки в стислі терміни.

У роботі проведено аналіз конструктивних особливостей гільзи двигуна КамАЗ - 740, визначено характер типових дефектів, що виникають під час експлуатації, обґрунтовано доцільність застосування термопластичного методу деформування. Запропоновано технологічний процес обробки, включаючи режими нагріву, обтискання, охолодження та контролю якості.

Проведено техніко-економічне обґрунтування, також розроблено заходи з охорони праці, пожежної безпеки та екологічного захисту на виробничій дільниці. Проект підтверджує економічну доцільність та технічну ефективність впровадження даного методу у практику ремонтного машинобудування, зокрема для оборонного та аграрного секторів.

Обсяг роботи:

Пояснювальна записка — 46 сторінок; Таблиці — 11 сторінок;
Джерел інформації — 2 сторінок; Графічна частина — 7 аркушів.

Ключові слова: Термопластичне деформування, матриця, термічна обробка, пластична, зносостійкість.

ABSTRACT

Khranivsky D.A. Development of maintenance and repair areas in the conditions of (LTD "Vitchyzna"). – Qualification (bachelor's) work for obtaining a higher educational qualification level of higher education in specialization 208 "Agroengineering". Sumy National Agrarian University, Sumy 2025.

This qualification (bachelor's) work is devoted to the technology of restoring the cylinder liners of the KamAZ - 740 engine by the method of thermoplastic deformation in the matrix. The relevance of the topic is due to the high cost of new liners, the shortage of spare parts, especially in wartime and the need to restore a large number of equipment in a short time.

The work analyzes the design features of the KamAZ - 740 engine liner, determines the nature of typical defects that arise during operation, justifies the feasibility of using the thermoplastic deformation method. The technological process of processing is proposed, including heating, pressing, cooling and quality control modes.

A feasibility study has been carried out, and measures for labor protection, fire safety and environmental protection at the production site have also been developed. The project confirms the economic feasibility and technical efficiency of implementing this method in the practice of repair engineering, in particular for the defense and agricultural sectors.

Scope of work:

Explanatory note — 46 pages; Tables — 11 pages;

Sources of information — 2 pages; Graphic part — 7 sheets.

Keywords: Thermoplastic deformation, matrix, heat treatment, plastic, wear resistance.

ЗМІСТ

Вступ.....	8
Розділ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА	
1.1 Географічне розміщення підприємства.....	9
1.2 Інформаційна складова господарства.....	9
1.3 Структура МТП підприємства.....	10
Розділ 2. УЗАГАЛЬНЕНА ЧАСТИНА	
2.1. Між регламентні терміни для проведення сервісних робіт.....	11
2.2. План по кількості поточних ремонтів сільськогосподарських машин.....	12
2.3. Розрахунок річної трудомісткості ремонтів і ТО МТП.....	13
2.4. Встановлення чисельності умовних ремонтів.....	17
Розділ 3. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	
3.1. Технічні параметри двигуна.....	18
3.2 Розгляд конструкції виробу.....	21
3.3 Технологічний процес відновлення гільз циліндрів шляхом термопластичного деформування.....	23
3.4 Розрахунок режимів хонінгування.....	36
Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ	
4.1 Загальні відомості про техніку безпеки.....	38
4.2 Основні шкідливі та небезпечні фактори.....	38
4.3 Особисте захисне спорядження.....	39
4.4 Вимоги до робочого місця.....	39
4.5 Протипожежні заходи.....	39
4.6 Надання медичних послуг.....	40
4.7 Організаційні заходи.....	40
Розділ 5. Економічна частина	
5.1 Вартість обладнання та матеріалів.....	41
5.2 Структура робочого персоналу та оплата праці працівників.....	42

5.3 Розрахунок економічної ефективності використання даного методу.....	42
5.4 Розрахунок вартості відновлення гільз.....	43
Висновок.....	46
Список використаної літератури.....	48
Додатки.....	50
Додаток А	
Додаток Б	
Додаток В	
Додаток Г	
Додаток І	
Додаток Д	
Додаток Е	

ВСТУП

В наш час головним чинником довготривалої роботи будь-якої сільськогосподарської техніки є своєчасне регламентне проведення ТО та ремонту. Справний технічний стан є важливим фактором стабільної роботи підприємства та підвищення показників ефективності. Саме тому своєчасний ремонт і технічне обслуговування мають вирішальне значення для підтримки її працездатності та продовження терміну служби.

У зв'язку з цим, ремонт і технічне обслуговування даного обладнання є невід'ємною частиною підтримання його працездатності. Саме тому я підіймаю цю тему оскільки вона є досить важлива для майбутніх запланованих ремонтних робіт, які спрямовані на відновлення та збереження функціональних можливостей техніки.

В даній кваліфікаційній роботі була розрахована метод відновленню гільз блоку циліндрів двигуна КамАЗ-740 термопластичним методом по матриці.

Силовий агрегат є досить популярним із-за своєї простої конструкції, невисокої вартості виробництва та ремонтпридатності і ти самим характеризує стрибок в галузі машинобудування та відіграє важливу роль у розвитку малого та середнього бізнесу країни.

Розділ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

1.1 Географічне положення господарства

ТОВ "Вітчизна" розташоване в селі. Шевченківське, Сумської області Конотопського р-н.

1.2 Інформаційна складова господарства

Підприємство "Вітчизна" має у приватній власності, які знаходяться на території Сумської області 16000 га землі і 15750 га ріллі.

Площі посіву займає: соняшник – 4700 га (29,0%), кукурудза на зерно – 5400 га (34,0%), всього разом площа займає 10100 га (63,0%).

Серед зернових і зернобобових культур і технічних культур основну площу займає соя, пшениця озима, пшениця яра, ріпак озимий, просо, горох. Їх частка займає відповідно: соя – 2800 га (17,0%); пшениця озима – 1650 га (10,0%); пшениця яра – 700 га (4,0%); ріпак озимий – 670 га (4,0%); просо – 200 га (1,0%); горох – 180 га (1,0%).

Згідно з даними таблиці, спостерігається значне збільшення врожайності майже всіх сільськогосподарських культур протягом останніх 3 років. Зокрема, це стосується урожайності олійних культур у 2023–2024 роках. впала з 49,6% та 22,7%, зернобобових культур впала з 96,4% та 41,9%. Зокрема, рівень урожайність сої у 2022 р. порівняно із 2023 р. підвищилась відповідно відповідно із 30,2 до 48,1 ц/га.

Таблиця 1.2 – Дані урожайності у підприємстві "Вітчизна".

Культури	Урожайність ц/га		
	2022 р.	2023 р.	2024 р.
Бобові	48,3	55,5	33,5
Пшениця озима	52,4	55,6	51,9
Пшениця яра	43,5	54,2	35,1
Кукурудза	64,5	71,9	59,4
Просо	13,8	24,6	31,4
Горох	12,7	23,6	30,1
Соя	30,2	48,1	43,1
Ріпак озимий	32,2	45,6	34,3

1.3. Структура МТП підприємства

Машинно-тракторний парк ТОВ "Вітчизна" досить широкий і різносторонній. На підприємстві присутні сучасні високопродуктивні, агрегати. Розподіл напрацювання МТП приведена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Напрацювання МТП підприємства "Вітчизна"

Агрегат	Чисельність	Планомірний наробіток
МТЗ 80	1	1637
МТЗ 82	1	1613
МТЗ 1221	2	1554
МТЗ 1221 В2	1	1566
Беларус 82.1	3	1279
Беларус 892	3	1305
Valmet 113	1	1754
New. Holland T7060	1	1878
John Deere 6175 M	1	1926
John Deere 6195 M	4	1955
John Deere 8320R	5	2140
John Deere 8R340	4	2235
John Deere 8R370	1	2264
John Deere 9510RT	1	2418
<u>Комбайн</u>		
John Deere S670	4	3500
John Deere S770	3	3600
<u>Автомобілі</u>	34	
<u>С.г-машини і агрегати</u>		
Жниварка, жатки та знаряддя	38	
Борони	10	

Культиватори	4	
Коток	1	
Плуги	7	
Сівалки і обладнання	11	
Косарки	3	
Подрібнювачі	5	
Обприскувачі та обладн	12	
Розкидачі	9	
Глибкорозпушувач	1	
Валкувач	1	
Навантажувачі і обладн	9	
Причепи та перевантажувачі	59	
Подрібнювачі	5	
Обприскувачі та обладн	12	
Розкидачі	9	
Глибкорозпушувач	1	
Валкувач	1	
Навантажувачі і обладн	9	
Причепи та перевантажувачі	59	

Розділ 2. УЗАГАЛЬНЕНА ЧАСТИНА

2.1. Між регламентні терміни для проведення сервісних робіт

Складання плану по завантаженню майстернь проведення робіт залежить від кількості задіяної техніки в роботі на полі, та багатьох інших аспектів.

Таблиця 2.1 – Інтервали виконання робіт по налагодження працездатності.

Бренд машини	ТО-1	ТО-2	ТО-3	ПР	КР	СТО	
Трактори							
МТЗ 80	60	240	1000	2000	6000	За регламентом	
МТЗ 82	60	260	1100	2000	6000		
МТЗ 1221	125	500	1500	2000	6500		
МТЗ 1221 В2	125	500	1500	2000	6500		
Беларус 82.1	60	240	1000	2000	6000		
Беларус 892	125	500	1000	2000	6000		
Valmet 113	150	600	1800	2300	8000		
New.Holland T7060	250	750	1500	2500	9000		
John Deere 6175 M	250	750	1500	2500	9000		
John Deere 6195 M	250	750	1500	2500	9000		
John Deere 8320R	500	1000	1500	3000	9000		
John Deere 8R340	500	1000	1500	3000	9000		
John Deere 8R370	500	1000	1500	3000	9000		
John Deere 9510RT	500	1000	1500	3000	9000		
Комабайни							
John Deere S670					10000		
John Deere S770					10000		
Автомобілі							
Кавз 3270	2500	5000			130		
Chevrolet Niva 2123	15	30			250		
Citroen Jumpy L2H1	10	20			300		
Peugeot 301 Active	10	20			300		
Renault Duster	15	30			300		
Renault Master	15	30			500		
УАЗ 2206	4000	10			150		
УАЗ 31512	4000	10			150		
УАЗ 374195	4000	10			150		
VW Transporter	15	30			300		
ГАЗ 27057 303	10	20			250		
ГАЗ 330273–303	10	20			250		
ГАЗ СА3 3507	2500	5000			150		

ЗІЛ ММ3 504	2500	5000			200	
ЗІЛ ММ3 504 М	2500	5000			200	
ЗІЛ ММ34502	2500	5000			200	
МАЗ 63213С3	15	30			300	
КАМАЗ 65115	15	30			500	
КАМАЗ 45143	15	30			500	
SCANIA G 420	30	70			700	

2.2. План по кількості поточних ремонтів сільськогосподарських машин.

Сільськогосподарська техніка потребує щорічного поточного ремонту після завершення польових робіт. Отже, кількість поточних ремонтів сільськогосподарської техніки співпадає з її фактичною кількістю.

Таблиця 2.2 - Річна програма ТО і ремонтів МТП

Марка	Обсяг машин	Планове напрацювання на 1 машину	Кількість проведення даного виду ремонту					
			КР	ПР	ТО-3	ТО-2	ТО-1	СТО
Трактори		Мото-год						
МТЗ 80	1	818,5	-	-	1	2	10	2
МТЗ 82	1	806,5	-	-	-	3	10	2
МТЗ 12221	2	932,4	-	1		2	11	4
МТЗ 1221 В2	1	939,6	-	-	-	1	6	2
Беларус 82.1	3	739,5	-	1	1	7	27	6
Беларус 892	3	876	-	1	1	3	16	6
Valmet 113	1	1052,4	-	-	-	1	3	2
New Holland T7060	1	1126,8	-	-	-	1	3	2
John Deere 6175	1	1540,8	-	-	1	1	3	2
John Deere 6195 М	4	1564	-	2	2	4	4	8
John Deere 8320R	5	2568	1	3	4	4	17	10
John Deere 8R340	4	2682	1	2	4	3	13	8
John Deere 8R370	1	2716,8	-	1	1		11	2

John Deere 9510 RT		2901,6	-	1	1	1	3	2
Комбайни		Фіз-га						
John Deere S670	4	3500	1	3				
John Deere S770	5	3600	1	2				
С-г машини								
Жниварки, жатки	37			37				
Борони	10			10				
Культиватори	4			4				
Коток	1			1				
Плуги	7			7				
Сівалки	11			11				
Косарки	3			3				
Подрібнювачі	4			4				
Обприскувачі	12			12				
Розкидачі	9			9				
Глибоко-розпушувач	1			1				
Наватажувач	9			9				
Автомобілі		Тис.км						
КАВЗ 3270	1	10	-	-	-	2	2	4
Chevrolet Niva 2123	3	25	-	-	1		2	4
Citroen Jumpy	1	30	-	-	-	1	2	2
Peugeot 301	2	15	-	-	-	-	1	2
Renault Duster	6	28	-	4	-	1	6	12
Renault Master	1	26	-	-	-	1		2
УАЗ - 2206	1	15	-	-	-	1	3	2
УАЗ - 31512	1	15	-	-	-	1	3	2
УАЗ - 374195	2	17	-	1	-	2	5	4
VW Transporter	1	29	-	-	-	1	1	2
ГАЗ 27057-303	1	20	-	-	-	1	1	2
ГАЗ 33027-303	1	20	-	-	-	1	1	2
ГАЗ САЗ 3507	2	24,5	-	1	-	9	10	4
ЗІЛ ММЗ 504	1	22,8	-	-	-	4	5	2
ЗІЛ ММЗ 504 М	1	22,8	-	-	-	4	5	2
ЗІЛ ММЗ 4502	1	22,8	-	-	-	4	5	2

МАЗ 63213 С3	1	45	-	-	-	1	1	2
КАМАЗ 65115	3	15,5	-	1	-	1	2	6
КАМАЗ 45143	3	15,5	-	1	-	1	2	6
SCANIA G 420	1	30	-	-	-	-	1	2

2.3. Розрахунок річної трудомісткості ремонтів і ТО МТП

Загальна річна трудомісткість обслуговування машинного парку визначається як сума трудовитрат на капітальний, поточний ремонт і технічна обслуговування.

Загальна трудомісткість КР, ПР, ТО-3, ТО-2, ТО-1, СТО визначають по формулі:

$$T_N = T_K \left(\frac{T_H}{100} \right) \cdot K_{\Pi}$$

де T_N – загальна трудомісткість для n -го виду ремонтно-обслуговуючих робіт для машини даної марки, люд-год;

T_K – кількість n -го виду ремонтно-обслуговуючих робіт для певної машини даної марки, люд-год;

T_H – трудомісткість напрацювання для n -го виду ремонтно-обслуговуючих робіт для певної машини даної марки, люд-год;

K_{Π} – коефіцієнт періодичності n -го виду ремонтно-обслуговуючих робіт для машини даної марки, люд-год.

Загальна трудомісткість ремонтів і ТО тракторів:

$$T_{\text{КР}} = 250,7 + 285,4 = 536 \text{ люд-год};$$

$$T_{\text{ПР}} = 131,3 + 181,3 + 125,7 + 191,9 + 250,6 + 285,5 + 352 + 326 = 1844 \text{ люд-год};$$

$$T_{\text{ТО3}} = 29,4 + 22,1 + 26,2 + 45 + 125,1 + 513,6 + 429,1 + 527,1 + 59 = 1775 \text{ люд-год};$$

$$T_{\text{ТО2}} = 49,1 + 72,5 + 55,9 + 28,1 + 155,2 + 78,8 + 31,5 + 33,8 + 46,2 + 187,6 + 308,1 + 241,3 + 87,0 = 1375 \text{ люд-год};$$

$$T_{TO1} = 130,9 + 129 + 164,1 + 90,2 + 319,4 + 224,2 + 50,5 + 54,0 + 98,6 + 425,4 + 534,1 + 472,0 + 130,4 + 92,8 = 2915 \text{ люд-год};$$

$$T_{CTO} = 16,3 + 16,1 + 37,2 + 18,7 + 44,3 + 52,5 + 21 + 22,5 + 30,8 + 125,1 + 256,8 + 214,5 + 54,3 + 58 = 968 \text{ люд-год}$$

Загальна трудомісткість ремонтів комбайнів:

$$T_{KR} = 140 + 108 = 248 \text{ люд-год};$$

$$T_{PR} = 420 + 216 = 635 \text{ люд-год}$$

Загальна трудомісткість ремонтів і ТО автомобілів:

$$T_{PR} = 560 + 85 + 122 + 77,5 + 77,5 = 922 \text{ люд-год};$$

$$T_{TO3} = 5 \text{ люд-год};$$

$$T_{TO2} = 6 + 9 + 8,4 + 7 + 4 + 10 + 8 + 9 + 6 + 6 + 66 + 27 + 27 + 27 + 13 + 13 = 293 \text{ люд-год};$$

$$T_{TO1} = 8 + 20 + 24 + 6 + 67,2 + 18 + 18 + 34 + 11,6 + 8 + 8 + 98 + 45,6 + 45,6 + 45,6 + 18,0 + 12,4 + 12,4 + 12 = 493 \text{ люд-год};$$

$$T_{CTO} = 10 + 50 + 30 + 15 + 168 + 26 + 15 + 15 + 34 + 29 + 20 + 20 + 49 + 22,8 + 22,8 + 22,8 + 45 + 46,5 + 46,5 + 30 = 717 \text{ люд-год};$$

Загальна трудомісткість ремонтів сільськогосподарських машин:

$$T_{PR} = 52 + 66,7 + 53 + 20 + 43,7 + 44 + 15 + 53 + 80 + 16,3 + 25 + 45 = 513 \text{ люд-год};$$

Сумарна трудомісткість:

$$\Sigma_T = 536 + 1844 + 1775 + 1375 + 2915 + 968 + 248 + 635 + 922 + 5 + 293 + 493 + 717 + 513 = 13\,239 \text{ люд-год}.$$

2.4. Встановлення чисельності умовних ремонтів

Із сукупності обсягу ремонтно – обслуговуючих робіт встановлюємо чисельність умовних ремонтів.

Умовний ремонт – це розрахункова одиниця, яка дозволяє порівняти або підсумувати різні типи ремонтів за єдиною шкалою, базуючись на трудомісткості.

Формула встановлення кількості умовних ремонтів:

$$N_{\text{ум.рем}} = \frac{\Sigma_T}{N_{\text{кр}}}$$

де Σ_T – сумарна трудомісткість умовних ремонтів;

$N_{\text{кр}}$ – капітальний ремонт одного трактора трудомісткістю 285,4

$$N_{\text{ум.рем}} = \frac{13239}{285,4} \approx 46,3 = 47$$

Отриманий результат потрібно заокруглити до цілого числа у бік збільшення. Важливо, що кількість ремонтів у найбільш завантаженому місяці є критичним показником для оцінки можливостей підприємства. І хоча зростання машинно-тракторного парку може вимагати більше ремонтних робіт, цей показник не варто штучно завищувати без реальних підстав.

РОЗДІЛ 3. ЗАГАЛЬНО-ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

3.1. Технічні параметри двигуна

Силовою установкою автомобілів сімейства КамАЗ (рисунок.1) є двигун є двигун КамАЗ-740 і його модифікації (рисунок.2).



Рис. 1 Загальний вигляд і схема бортового автомобіля КамАЗ 45143

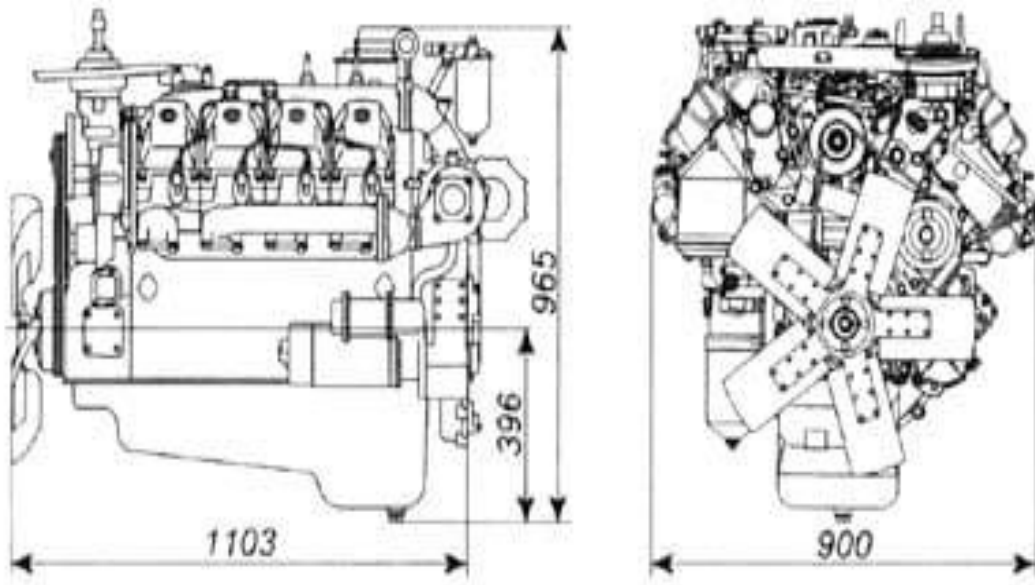


Рис. 2 Загальний вигляд двигуна моделі КамАЗ-740.31-240

Силова установка розташували у підкапотні передній частині машини, у відсіку для двигуна, вздовж поздовжньої лінії авто, приводячи в рух задні колеса колісної формули (6x4). Невеликі розміри силового блоку дозволяють інтегрувати його в моторний відсік, зберігаючи лінійне розташування.

Приводи розподільчих валів реалізується за допомогою шестеренної передачі. Привід водяного насоса і генератора відбувається за допомогою двох клиноподібних ременів, що дає змогу істотно знизити рівень шуму та спростити технічне обслуговування.

У системі змащення використано повно-потоківі змінні оливні фільтри, а також відцентровий фільтр, які дозволяють значно збільшити моторесурс двигуна.

Силовa установка фіксується до корпусу автомобіля за допомогою чотирьох точок кріплення.

Система мащення двигуна КамАЗ 740.31-240 має комбіновану систему (під тиском + розбризкуванням), яка забезпечує безперебійне змащення всіх рухомих частин двигуна: підшипників колінчастого та розподільчого валів, поршневої групи, турбіни, газорозподільного механізму тощо.

Система включає масляний насос, фільтр очищення масла, водомасляний теплообмінник, масляний картер, маслоналивну горловину, направляючу трубку і показчик рівня масла. Різні комплектації двигуна можуть відрізнятися формою масляного картера, розташуванням і глибиною копильника масла. Відповідно, масляний насос має різні маслозбірники. Двигуни оснащуються маслозаливною горловиною та показчиком рівня масла розташованими у передній кришці або на картері маховика.

Шестеренчастий масляний насос, обладнаний шестернями внутрішнього зчеплення, масло приймачем та редукційним клапаном, розташовано спереду блока циліндра та приводиться в рух колінчастим валом.

Відцентровий фільтр масляний з активно-реактивним приводом ротора, розміщений на передній кришці блока циліндра з правого боку двигуна.

Легко знімні оливні фільтри, що працюють на повний потік, обладнано фільтрувальними елементами зі спеціального картону. Перевірка

функціонування системи змащення здійснюється за допомогою як електричного приладу, так і датчика критичного тиску оливи.

Двозступневий сухий повітроочисник зі змінним фільтруючим елементом. Перший ступінь: інерційно-циклонний. Відсікає великі частинки пилу завдяки закручуванню повітря, частинки відцентровою силою спрямовуються в пилозбірник. Другий ступінь: фільтруючий елемент паперовий фільтр тонкої очистки затримує дрібні частинки розміром до кількох мікронів.

Паливний насос реалізований як плунжерний, отримуючи механічну енергію через привід від колінчастого вала двигуна.

Система охолодження двигуна КАМАЗ 740 є рідинною. Охолодження радіатора відбувається за допомогою вентилятора, який приводиться в рух від колінчастого вала, і управляється датчиком температури. Твердотільні термостати, що не розбираються, інтегровані в систему за допомогою гнучких гумових шлангів.

3.2 Розгляд конструкції виробу

Гільзи циліндрів КамАЗ-740-тонкостінні. Їхні стінки мають товщину 13,5 мм. Відлиті вони з особливого високо міцного чавуну, і відповідно до аналізу даних експлуатації, демонструють вражаючу стійкість до зношування.

Гільзи циліндрів двигунів КамАЗ є змінними. Коли гільзи циліндрів монтуєть у блок, між стінками гнізд циліндрів та внутрішніми стінками блоку циліндрів виникає водяна сорочка, через що гільзи циліндрів мають назву "мокрі".

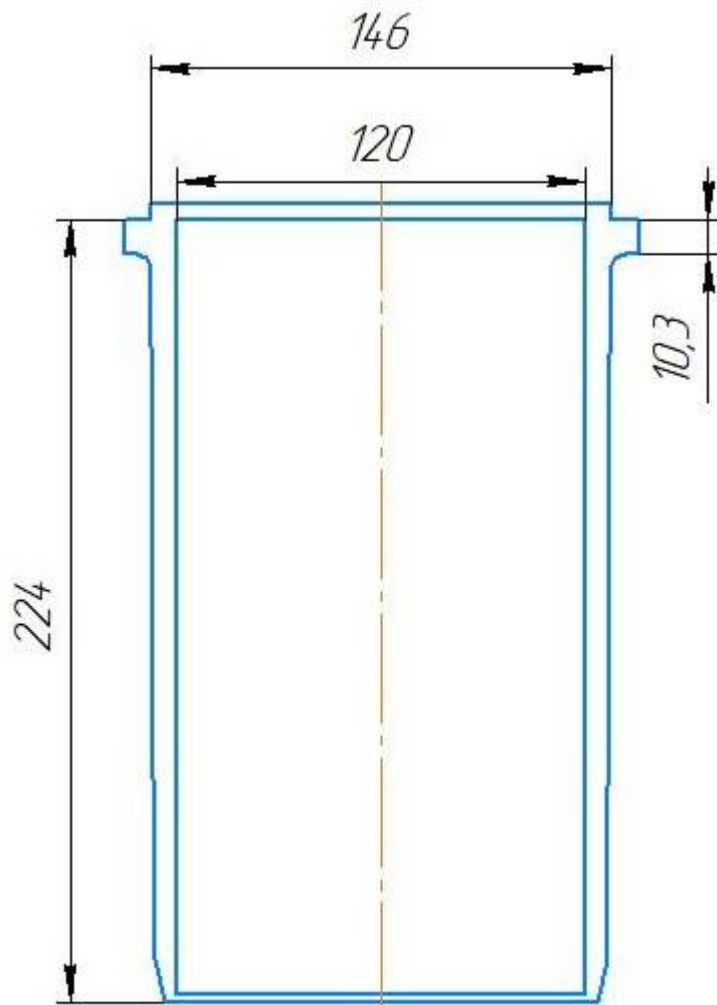


Рис. 3. Гільза блоку циліндрів двигуна КамАЗ 740.31-240

При надходженні двигунів на глибокий поточний та капітальний ремонт, гільзи циліндрів можуть мати максимальне зношення внутрішнього діаметру не більше 0,2 мм. Зношення циліндрів двигуна КамАЗ-740 суттєво менше, ніж зношення інших дизельних та карбюраторних двигунів.

Через відсутність поршнів ремонтних розмірів від Камського об'єднання з виробництва велико вагових машин, при ремонті двигунів зношені гільзи циліндрів бракуються, що призводить до не виправданих витрат металу. На багатьох ремонтних підприємствах успішно практикують відновлення зношених гільз циліндрів двигунів КамАЗ-740 шляхом пластинування.

3.3 Технологічний процес відновлення гільз циліндрів шляхом термопластичного деформування

Пластування забезпечує над звичайну точність усіх работ.

Відбувається прискорене стирання поршневих кілець, зростає витрата мастила, порушується процес тепловіддачі у стінках циліндра.

Сутність процесу обтиснення при відновленні гільз циліндрів термопластичною деформацією (ТПД). При ТПД гільза швидко нагрівається індуктором струмами високої частоти (ТВЧ) і охолоджується водою через сприяє безперервно-послідовним способом по всій довжині і має відносно індуктора вертикальний і обертальний рух. Відновлення гільзи блока циліндрів двигуна методом термопластичного деформування в матриці полягає у використанні теплової енергії для зміни геометрії та фізичних властивостей гільзи, що дозволяє усунути знос і деформації та охолодження деталі як з фазовими перетвореннями, так і без них, з використанням і без використання зовнішніх механічних впливів (табл. 1).

№	Найменування операції	Од. вимір	Режими
1	Температура попереднього нагрівання	С ⁰	730...750
2	Температура загартування	С ⁰	820...860
3	Швидкість нагрівання (попереднього)	град/с	70
4	Швидкість нагрівання при загартуванні	град/с	50
5	Швидкість відносного переміщення гільзи та	м/хв.	0,12

	індуктора (попереднє нагрівання)		
6	Швидкість відносного переміщення гільз та індуктора в режимі загартування	м/хв.	0.16
7	Частота обертання гільзи	об/хв.	24...28
8	Витрата охолоджувальної води на обертання та охолодження матриці	л/хв.	70
9	Витрата охолоджувальної води через загартований спреєр	л/хв.	15
10	Струм анода (ТВЧ 100 кВт, 0,066 кГц)	А	13
11	Струм сітки	А	2,8
12	Напруга анода	кВ	11,5
13	Напруга контуру	кВ	7,0

Табл.1. Режими термохімічної обробки з одночасним гартуванням

Дані режими забезпечують усадку і загартування внутрішньої поверхні гільзи циліндра в межах 0,5...1,2 мм з овальністю та конусністю, що не перевищують вихідних значень зношеної гільзи.

Суть відновлення посадкових поясів методом електродугового напилення. Метод електродугового напилення полягає у нанесенні на поверхню посадкових поясів розплавленого металу, який утворюється від електричної дуги між двома дроти за допомогою потоку стисненого повітря.

Електродугове напилення, як процес, відзначається високою продуктивністю, мінімальним тепло в кладенням у гільзу (температура нагрівання не перевищує 1000°C), відсутністю деформації деталі. Простота і технологічність процесу сприяють низькій питомій собівартості покриття. Міцність з'єднання напиленого шару з основним металом гільзи достатня для умов експлуатації, а покриття характеризується підвищеною антикорозійною стійкістю. Поверхню посадкових поясів гільзи перед напиленням піддають очищенню від мастила та оксидів до матового стану блиску в спеціальній піскоструминній камері.

Струменева-корундова обробка проводиться на наступних режимах

№	Найменування операції	Од. вимір.	Режими
1	Тиск стисненого повітря	МПа	- 0,5...0,7
2	Відстань від сопла до деталі	мм	- 80...100
3	Час обробки	Сек.	- 60...80
4	Зернистість електрокорунду	мкм	- 100...150.

Металізація поясків відбувається на токарному верстаті будь-якої марки. Гільза закріплюється в патроні на спеціальній гідро пластовій оправці. Металізатор монтується на супорті верстата за допомогою спеціального коливальника. Коливання здійснюються оператором вручну. Механічне доопрацювання внутрішнього діаметра гільзи. В ремонтній практиці, залежно від наявності обладнання та оснащення.

Технологічний процес методом термопластичного деформування у матриці просувається в декілька етапів.

Очищення: 1. Відмити гільзи циліндрів від асфальтосмолистих забруднень у водному розчині миючого засобу МС-37 концентрацією 10..15 г/л. Режим: - температура розчину 60...700 С; -кількість подвійних ходів платформи за хвилину – 120; - амплітуда коливань 50...200 мм; -тривалість-30 хв; -кількість гільз, що очищуються одночасно – 10. Устаткування: машина мийна ОМ-4267. Примітка: на поверхнях гільз циліндрів наявність масел,

асфальтосмолистіх відкладень, слідів корозії та інших забруднень не допускається.

Ефектування:1. Виміряти діаметр внутрішньої поверхні гільзи циліндрів. Номінальний діаметр -120мм ,допустимий - 120,18 мм. Обладнання: верстак ОРГ-1468-01-060А; нутромір індикаторний НІ-160 ДСТУ 868-82.

2. Виміряти діаметр поверхні верхнього посадкового пояса. Номінальний діаметр – 142 мм, допустимий – 141,86 мм. Обладнання: штангенциркуль двосторонній ШЦ-ІІ-200-0,05 ДСТУ166-80.

3. Виміряти діаметр поверхні нижнього посадкового пояса. Номінальний діаметр–133 мм, допустимий –132,86 мм. Обладнання: штангенциркуль двосторонній ШЦ-ІІ-200-0,05 ДСТУ 166-80.

4.Виміряти висоту опорного бурта. Номінальний розмір - 10,32+0,03 мм, допустимий – 10,2мм. Обладнання: мікрометр МК-25-1 ДСТУ 6507-78.

5.Перевірити гільзу циліндрів на наявність тріщин. Обладнання: дефектоскоп магнітний МД-50П.

Примітка: відновленню не підлягають гільзи, які мають такі дефекти:- тріщини та обломи будь-якого характеру; - кавітаційно -корозійні руйнування будь-якого характеру;-забоїни, вм'ятини на посадкових поясах та опорному бурті ; -діаметральний знос внутрішньої поверхні більше 0,5мм.

Токарна:1. Обробляти поверхню, витримуючи розміри.1,2,3,4

Режими глибини:- різання 0.02 мм; - подача 0,1 мм/об; - частота обертання шпинделя станка 250 хв-1; швидкість різання 102 м/хв. Обладнання: станок токарно-гвинто різний 1К62, різець прохідний упорний (правий) 2103-0021-ВК8 ДСТУ 18879-73; штангенциркуль двосторонній ШЦ-ІІ-200-0,05 ГОСТ 166-80.

Примітка: шорсткість зовнішньої поверхні гільз не більше Ra =10 мкм; на обробленій поверхні допускаються не більше п'яти поодинокі розташованих газових раковин розміром до 2 мм та глибиною не більше 1 мм.

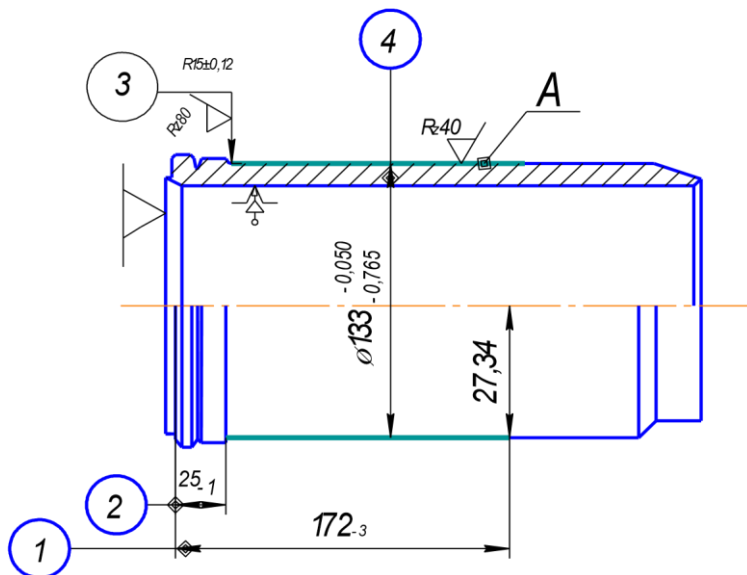


Рис.1.1 Дефектування гільз циліндрів.

Термічна обробка:

1. Вмонтувати та зафіксувати гільзу циліндрів у матрицю;
2. Включити цикли обжати гільзу в розміри 1,2.

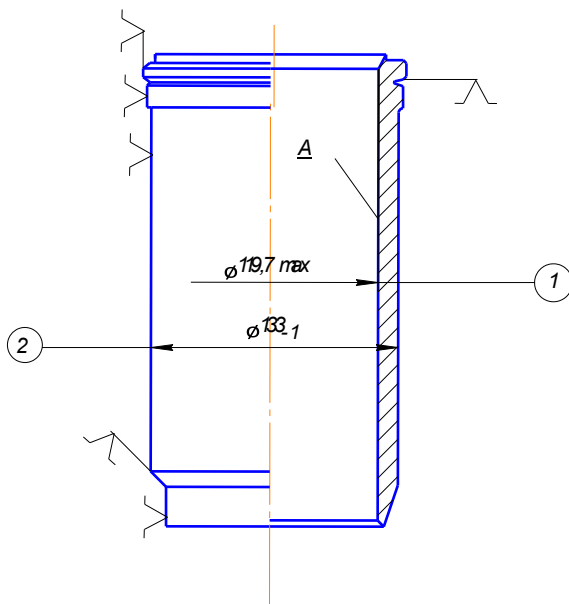


Рис.1.2 Термічна обробка гільз циліндра

Режим: - сила анодного струму 12 А; сила сітчастого струму 2,5-3 А; напруга аноду 11...13 кВт; напруга контуру 7 кВт; - температура нагріву гільз 800...650 °С ; швидкість подачі гільзи 1,8...2,3 мм за секунду; обертова частота 25хв⁻¹ час нагрівання 2 хв; охолоджуюче середовище – вода (температура не більше 260 °С). Устаткування: установка термопластичного

обтиску гільз 11.24.0537; нутромір індикаторний НІ-160 ДСТУ 868-82; штангенциркуль двосторонній ШЦ-ІІ-200-0,05 ДСТУ 166-80. Примітка: допуск овальності та конусності внутрішньої поверхні гільз не більше 0,1 мм; твердість внутрішньої поверхні гільз НВ 217...255; тріщини, гартування та інші структурні зміни не допускаються.

Піскоструменева: 1. Створити на нижньому та верхньому посадкових поясках шорстку поверхню. Режим: тиск повітря в межах 0,5–0,6 МПа; кут нахилу абразивного струменя до поверхні від 45° до 70°; дистанція від сопла до робочої поверхні 20...40 мм; витрата повітря 4...6 м³/хв; продуктивність 40...60 см/хв. Устаткування: камера струменево – корундової обробки 026-7,00.000 Примітка: поверхні повинні бути матовими.

Слюсарна: 1. Закрити захисними кожухами (екранами) непоновлювані поверхні гільзи циліндрів.

Металізація: 1. Виконати металізацію пояска у розмірі 1,2;

2. Виконати металізацію пояска розміром 3;

3. Виконати металізацію бурта розмірами 4,5,6.

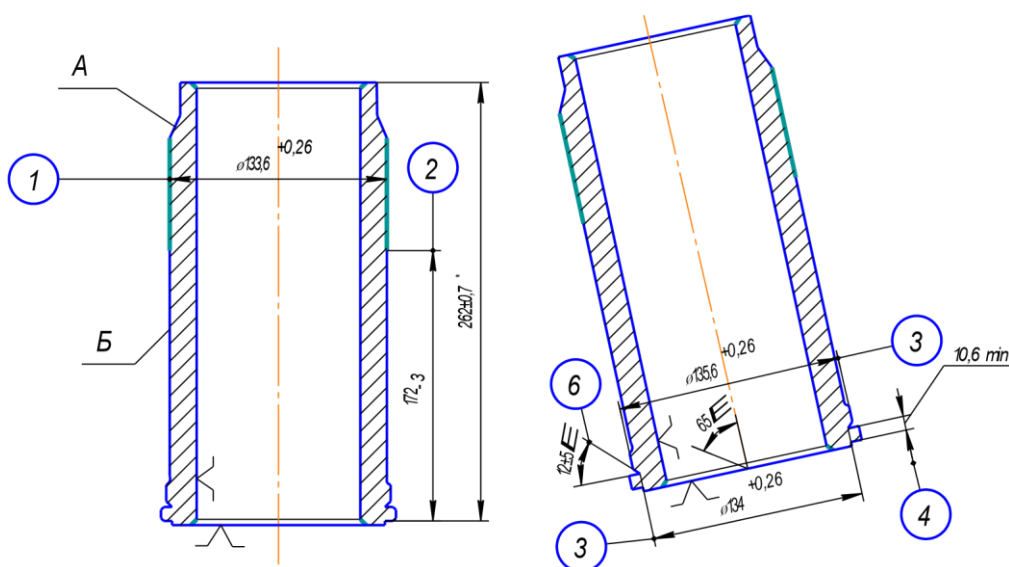


Рис.1.3 Металізація гільз циліндра

Режим: Сила струму 250А; напруга дуги 30В; амплітуда вібратора 20...40 мм; Частота коливань вібратора 0,06 ... 0,04 с⁻¹; тиск стисненого повітря 0,5 ... 0,6 МПа; швидкість подачі дроту 4,7 м/хв; частота обертання 60 хв-1;

Дистанція металізації 85 ... 100 мм. Обладнання: установка електродугової металізації EM 12-67 М дріт Св08Г2С ДСТУ 2246-70 \varnothing 1,5 ... 2,0 мм.

Примітка: твердість металізаційного покриття не менше ніж HRC 33...36; покриття не повинно мати пор та від шаровування від основного металу.

Слесарная :1. Зняти захисні кожухи.

Шліфувальна: 1 Шліфувати поверхню розміром 1. 2. Шліфувати поверхню розмірами 2,3.

Режим обробки: Глибина різання 0,2 мм; - Величина подачі 0,005 мм/об; число проходів – 1; частота обертання гільзи циліндрів 63 хв^{-1} ; швидкість різання 27 м/хв. Обладнання: верстат круглошліфувальний ЗБ161; коло ПП600х63х305 14А50-ПС-7К5 50 м/с 1 кл. А ДСТУ 2424-75, олівець

3908-00591 ДСТУ 607-75, штангенциркуль ШЦ-ІІ-250-0,1 ДСТУ 166-80.

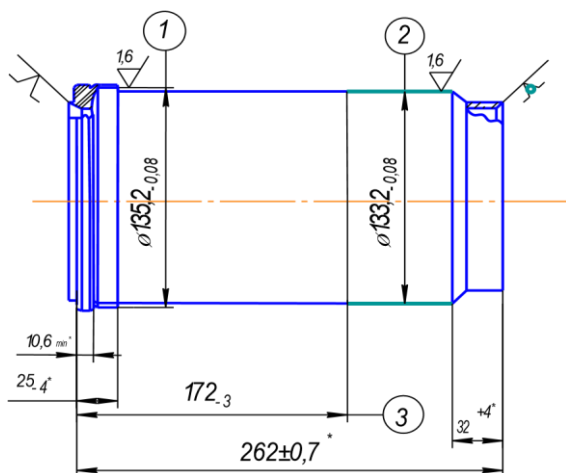


Рис.1.4 Шліфування гільз циліндра

Примітка: шорсткість поверхонь посадкових поясів не більше

$R_a = 1,6 \text{ мкм}$; фарбування та відкол металізаційного шару на заданих розмірах (за довжиною) не допускаються.

Розточна: 1. Розточити отвір розміром 1. Режим: обертання шпинделя верстата 850 хв^{-1} , глибина різання 0,11 мм, подача 0,05 мм/об, швидкість різання 319 м/хв. Обладнання: алмазно – розточувальний верстат 2Е78ПН.

Примітка: овальність і конусоподібність внутрішньої поверхні гільзи 0,01...0,03 мм, шорсткість $R_a = 0,32...0,63 \text{ мкм}$.

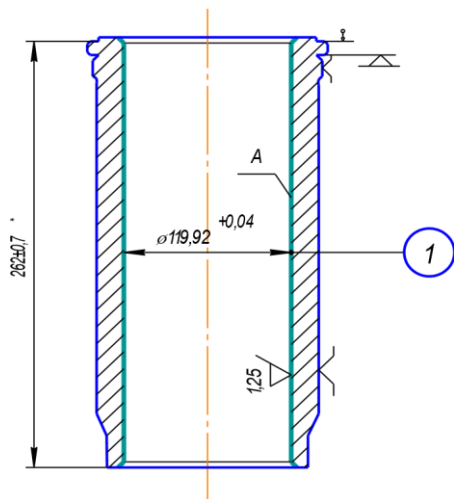


Рис.1.5 Розточування гільз циліндра

Шліфувальна.1. Шліфувати поверхні верхнього та нижнього посадочних поясків гільзи відповідно до розмірів 1,2,3.

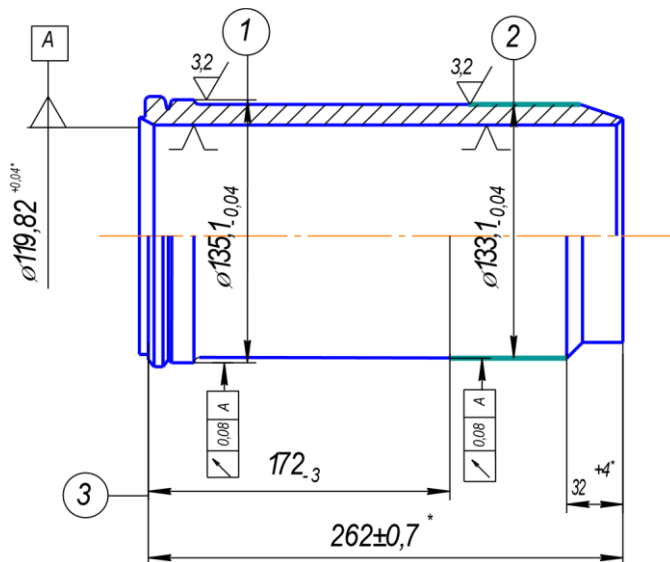


Рис.1.6 Шліфування гільз циліндра

Режим: Глибина різання 0,0026 мм/об; Величина подачі 0,2 мм/хв; Число проходів – 1; Частота обертання гільзи циліндрів 76 хв⁻¹; Швидкість різання 35 м/с. Обладнання: верстат круглошліфувальний 3Б16 ; коло шліфувальне ПП600х63х305 53с40с1К5; алмазний олівець 3908-00591 ДСТУ 607-75; мікрометр МК-150-1 ДСТУ 6507-78. Примітка: допуск циліндричності посадкових пасків трохи більше 0,05 мм; радіальне биття поверхні посадкових пасків щодо осі внутрішньої поверхні гільз не більше 0,08 мм; допуск не площинності поверхонь верхнього та нижнього торців бурта відповідно не

більше 0,03 та 0,02 мм; шорсткість поверхонь посадкових поясків не більше $Ra = 2,5$ мкм.

Обробка хонінгуванням

Хонінгування – це процес фінішної обробки циліндричних отворів, який здійснюється за допомогою дрібно зернистих абразивних брусків, що виконують обертально – поступальний рух разом з хонем. Хонінгування відбувається при рясному подаванні змащувально – охолоджувальної рідини до зони різання, яка складається з 80...90% гасу 10...20% індустріальної оливи. Використання змащувально-охолоджувальної рідини забезпечує зниження температури в зоні різання та видалення часточок абразивних зерені продуктів зносу з поверхні брусків та з оброблюваної поверхні. Хонінгування виконується утри прийоми: чорнове, напівчистове та чистове.

Хонінгування: Виконати чорнове хонінгування внутрішньої поверхні гільзи до розміру 1.

Режим: -припуск (глибина різання) 0,05 мм; - подача 18м/хв; число подвійних ходів за хвилину 59; частота обертання головки хона 230об/хв;- швидкість різання 79м/хв; питомий тиск брусків 1,2 МПа.

Обладнання: верстат вертикально-хонінгувальний 3К83У; головка хонінгувальна 1 1333-02-000;

Алмазні бруски АСБ 125/100.100М1; штангенциркуль ШЦ-П-200-0,05 ДСТУ 166-80; нутромір індикаторний НІ-160 ГОСТ 868-82; охолоджуюча рідина – Аквол-11.

Примітка: шорсткість внутрішньої поверхні гільзи не більше $Ra = 5$...12,5 мкм; допуск циліндричності гільз не більше 0,04 мм.

Хонінгувальна: Здійснити напівчистову обробку методом хонінгування внутрішньої поверхні розміром 1

Режим: припуск (глибина різання) 0,04 мм; подача 5...10 м/хв; кількість подвійних ходів за хв. 50; частота обертання головки хонінгувальної голівки 160 об/хв; швидкість різання 55 м/хв; питомий тиск брусків 0,7МПа.

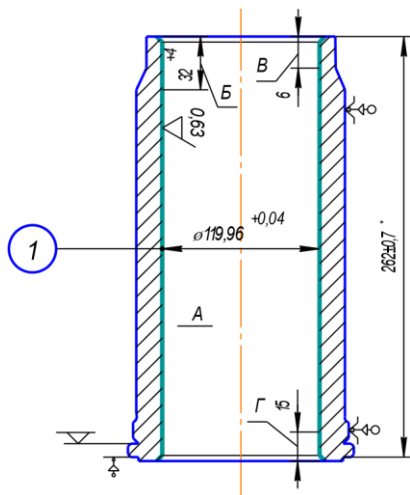


Рис.1.7 Хонінгування гільз циліндра

Обладнання :станок вертикально-хонінгувальний ЗК83У; головка хонінгувальна 11333-02-000; алмазні бруски АСБ 125/100-100М1; штангенциркуль ШЦ-ІІ-200-0,05 ДСТУ 166-80; нутромір індикаторний НІ-160 ДСТУ 868-82.

Примітка: шорсткість внутрішньої поверхні гільзи трохи більше $Ra=1,25\mu m$; допуск циліндричності гільз трохи більше $0,03\text{mm}$; на довжині до 30mm від нижнього торця гільзи допуск циліндричності внутрішньої поверхні.

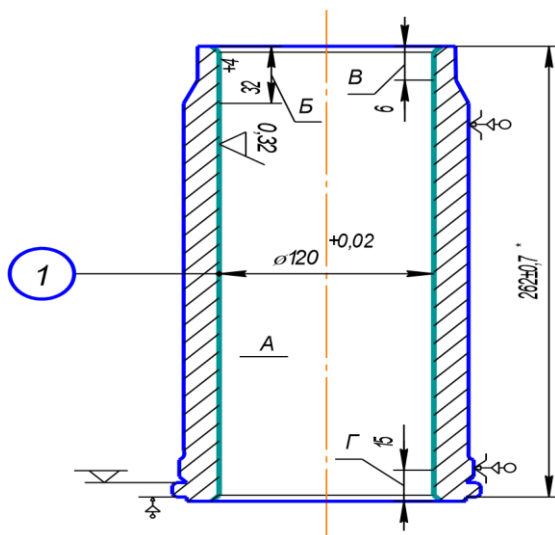


Рис.1.8 Хонінгування гільз циліндра

Не більше $0,04\text{mm}$; на довжині 9mm та 15mm відповідно від нижнього та верхнього торця гільзи циліндрів допуск циліндричності внутрішньої поверхні не повинен перевищувати $0,05\text{mm}$.

Хонінгувальна: 1. Провести чистове хонінгування внутрішньої поверхні розміром 1.

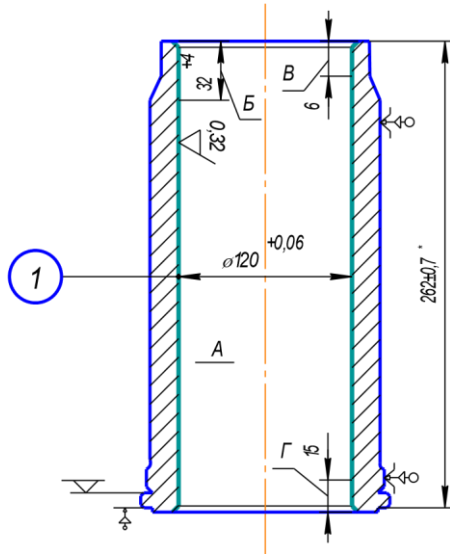


Рис.1.9 Хонінгування гільз циліндра

Режим: припуск (глибина різання) 0,03 мм; кількість подвійних ходів за хвилину 41; частота обертання голівки хонінгування 130 хв^{-1} ; швидкість різання 45 м/хв; питомий тиск брусків 0,5 МПа.

Устаткування: верстат вертикально-хонінгувальний ЗК83У; головка хонінгувальна 11333-02-000; алмазні бруски АСМ 28/20.100.100М1; штангенциркуль ЩЦ-ІІ-200-0,05 ДСТУ 166-80; нутромір індикаторний НІ-160 ДСТУ 868-82.

Примітка: допуск циліндричності внутрішньої поверхні гільз трохи більше 0,03 мм; допуск циліндричності внутрішньої поверхні гільз на довжині 30 мм від нижнього торця трохи більше 0,04 мм; допуск циліндричності внутрішньої поверхні гільз циліндрів на довжині 15 мм від верхнього та нижнього торця не більше 0,05 мм; шорсткість внутрішньої поверхні гільз трохи більше $Ra = 0,8$ мкм.

Очисна: 1. Знежирити гільзи циліндрів у водному розчині їдкого натру, тринату фосфору та рідкого скла. Режим: температура розчину 60 ... 700 °С; тривалість 8 хв. Устаткування: мийна машина ОМ-5287.

Фінішна обробка: Виконати фінішне, без абразивне полірування внутрішньої площини гільз на ділянці $262 \pm 0,7$ мм, з показником

120_{+0,04}^{+0,06}мм, застосовуючи нанесення латунно-мідного антифрикційного шару.

Режим: кількість подвійних ходів головки за хв. 25 ... 30; швидкість обертання шпинделя 150...200 хв-1; швидкість різання 47 м/хв; питомий тиск ролика 0,5 ... 1,0 МПа. Обладнання: верстат вертикально-хонінгувальний ЗГ833; головка хонінгувальна 11333-02-000; штангенциркуль ШЦ-ІІ200-0,05 ДСТУ 166-80; нутромір індикаторний НІ-160 ДСТУ 868-82; водорозчинний полімер Композит-81 Примітка: допуск циліндричності внутрішньої поверхні гільз трохи більше 0,03 мм; допуск круглості на довжині 30 мм від нижнього торця гільз циліндрів та підвищення величини діаметра розмірної групи за верхнім граничним відхиленням 0,04 та 0,02 мм відповідно; допуск круглості на внутрішній поверхні на довжині 15 мм від верхнього та нижнього торців гільз, підвищення величини діаметра розмірної групи по верхньому граничному відхилення та шорсткості поверхонь 0,05 та 0,03 мм, Ra = 1,25 мкм відповідно; шорсткість внутрішньої поверхні гільз циліндрів трохи більше Ra=0,4 мкм.

Контрольна робота: 1.Сортувати гільзи циліндрів за розмірними групами. Примітка: гільзи циліндрів, що входять до комплекту одного дизеля, мусять бути однієї розмірної групи.

3.4 Розрахунок режимів хонінгування

Операція хонінгування. Розрахунок режимів хонінгування

а) визначаємо довжину абразивних брусків з умови:

$$l_6 = \left(\frac{1}{3} \dots \frac{3}{4} \right) \cdot l$$

де l –довжина хонінгованого отвору гільзи циліндрів, мм

$$l_6 = \left(\frac{1}{3} \dots \frac{3}{4} \right) \cdot 245 = 82 \dots 184 \text{ мм,}$$

Приймаємо довжину брусків $l_6 = 125$ мм.

б) Довжину ходу доводочної головки розраховуємо за формулою:

$$L_x = 1 + 2l_2 - l_d$$

де l_2 -перебіг брусків (вихід за торцеву поверхню гільзи циліндрів), мм ($l_2 = 20...30$ мм).

$$L_x = 245 + 2 \cdot 25 - 125 = 1700 \text{ мм},$$

в) Кількість подвійних ходів хонінгувальної голівки визначаємо за формулою:

$$n_{\text{двх}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{вп}}}{2L_x}$$

де $V_{\text{вп}}$ — швидкість зворотно-поступального руху хонінгувальної головки ,м/хв. Зворотно-поступальна швидкість при хонінгуванні обирається залежно від матеріалу та твердості оброблюваної деталі, матеріалу хонінгувальних брусків за довідковою літературою. Приймаємо $V_{\text{вп}}$ (чорнова) =20м/хв, $V_{\text{вп}}$ (напівчистова) =17м/хв, $V_{\text{вп}}$ (чистова) = 14м/хв.

$$n_{\text{дв(чорнова)}} = \frac{1000 \cdot 20}{2 \cdot 170} = \frac{59_{\text{двх}}}{\text{хв}}$$

$$n_{\text{дв(напівчистова)}} = \frac{1000 \cdot 17}{2 \cdot 170} = 50_{\text{двх/хв}}$$

$$n_{\text{дв(чистова)}} = \frac{1000 \cdot 14}{2 \cdot 170} = 41_{\text{двх/хв}}$$

г) Швидкість обертання хонінгувальної головки обираємо згідно з довідковою літературою. Приймаємо: $V_{\text{вп}}$ (чорнова) = 70м/хв,

$$V_{\text{вп}} \text{ (напівчистова)} = 55\text{м/хв}, V_{\text{вп}} \text{ (чистова)} = 45\text{м/хв}.$$

За обраною коловою швидкістю визначаємо частоту обертання хонінгувальної головки:

$$n_x = \frac{1000 \cdot V_{\text{вр}}}{\pi \cdot D}$$

де D – діаметр оброблюваного отвору гільзи циліндрів, мм

$$n_{x(\text{чорнова})} = \frac{100070}{3,14 \cdot 109,8} = 203 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{x(\text{напівчистова})} = \frac{100055}{3,14 \cdot 109,92} = 159 \text{ хв}^{-1};$$

$$n_{x(\text{чистова})} = \frac{100045}{3,14 \cdot 110} = 130 \text{ хв}^{-1}$$

Уточнюємо отриману кількість обертів, враховуючи паспортні дані верстата: n (чорнова) = 230 об/хв; n (напівчистова) = 160 об/хв; n (чистова) = 130 об/хв.

Визначаємо колову швидкість обертання хонінгувальної головки за формулою:

$$V_{\text{вр}} = \frac{\pi \cdot D \cdot n_x}{1000};$$

$$V_{\text{чорнова}} = \frac{3,14 \cdot 109,8 \cdot 230}{1000} = 79 \text{ м/хв}$$

$$V_{\text{напівчистова}} = \frac{3,14 \cdot 109,92 \cdot 160}{1000} = 55 \text{ м/хв}$$

$$V_{\text{чорнова}} = \frac{3,14 \cdot 110 \cdot 130}{1000} = 45 \text{ м/хв}$$

д) по довідковій літературі приймаємо нормативний питомий тиск брусків: $P_{\text{чор}} = 1,2 \text{ МПа}$, $P_{\text{нап}} = 0,7 \text{ МПа}$, $P_{\text{чис}} = 0,5 \text{ МПа}$.

Визначаємо штучно-калькуляційний час за формулою

$$T_{\text{шк}} = T_o + T_B + T_{\text{обс}} + T_{\text{от}}$$

де T_o – основний час, протягом якого змінюється геометрична форма деталі, хв; T_B - допоміжна тривалість оновлення, яку здійснює робітник та зняття деталей, керування верстатом, вимірювання виробу, що обробляється, хв; $T_{\text{обс}}$ - затрати часу на підтримання робочого місця, хв; $T_{\text{от}}$ - перерви на відпочинок та особисті справи, хв;

$$T_{\text{шк}} = 1,68 + 3,56 + 1,45 + 1,2 = 7,89 \text{ хв}$$

Тривалість основної операції хонінгування визначаємо за такою формулою:

$$T_o = \frac{t}{n_{дх}} \cdot S_p$$

де t -припуск на хонінгування, мм (0,03...0,05); S_p – величина подачі в радіальному напрямку за один подвійний хід при хонінгуванні головки, мм (0,001...0,002).

$$T_{чор} = \frac{0,05}{59 \cdot 0,02} = 0,42 \text{ хв}$$

$$T_{нап} = \frac{0,04}{50 \cdot 0,0015} = 0,53 \text{ хв}$$

$$T_{чор} = \frac{0,03}{41 \cdot 0,001} = 0,73 \text{ хв}$$

З табличних даних приймаємо: $T_B = 3,56$ хв, $T_{обс} = 1,45$ хв, $T_{от} = 1,2$ хв.

Висновки: Аналіз досліджень методів відновлення гільз циліндрів про демонстрував, що найбільш перспективним та найвигідніших у плані витрат відновлення гільз циліндрів термопластичним обтискання в матриці. Значення коефіцієнтів зносостійкості, витривалості та зчеплюваності для цього способу відновлення відповідно дорівнюють 0,8...1,0, 1,0 та 1,0. Метод має значущі переваги над іншими способами виконання ремонт гільз до первинних розмірів згідно з технічними умовами, зазначеними в кресленнях виробника; структура гільзи та твердість поверхні її матеріалу залишаються незмінними, завдяки чому зберігають початкові три бо технічні умови роботи сполучення; підвищується міцність робочих поверхонь, зростає їхня стійкість до стирання.; відновлені гільзи мають ресурс, який стає меншим на 100% від ресурсу нового гільза. Споживання мастила в двигунах з гільзами, відновленими методом термопластичного обтискання, відповідає рівню споживання з новими гільзами і водночас у 1,3-2 рази нижче від гільз, відновлених альтернативними технологіями.

Розділ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні відомості про техніка безпеки

Процес відновлення гільз шляхом термопластичного деформування – це термомеханічний процес, який відноситься до виробництв з підвищеною небезпекою. Він передбачає нагрівання металу до дуже високих температур, сягаючи 700-800°C, а також роботу з гідравлічними пресами. Крім того, включає в себе обробку важких сталевих деталей.

Всі працівники мають бути проінструктовані згідно з **Наказом Держпраці №15 від 26.01.2005 р.** та пройти:

- Ознайомчий інструкцій,
- Введення в курс справи на робочому місці,
- Циклічні повторні інструктажі (не рідше 1 разу на 6 місяців),
- Навчання та перевірку знань з техніки пожежної безпеки.

4.2 Основні шкідливі та небезпечні фактори

№	Фактор	Джерело
1	Висока температура поверхонь	Нагрівальні установки, печі
2	Підвищений рівень шуму	Преси, гідросистеми
3	Підвищення фізичного навантаження	Робота з гільзами
4	Ризик опіків	Контакт з гарячими деталями
5	Травмонебезпека	Затискання в пресах, ударні дії
6	Удушливі або гарячі вишарки	Масла, охолоджуючі рідини

4.3 Особисте захисне спорядження

Працівники мають бути забезпечені такими ЗІЗ:

- Спецодяг з термостійкої тканини;
- Захисні рукавиці (брезентові, термостійкі);
- Каска або шолом;
- Захисні окуляри або щиток;
- Протипилові або термостійкі фартухи;
- Взуття з металевим носком (від механічного впливу).

4.4 Вимоги до робочого місця

Оснащення вентиляційною системою (місцеве витяжне та загальнообмінне повітрообмінювання);

Наявність захисних екранів біля зони деформування;

Забезпечити освіту від 300 ЛК і вище (згідно ДБН В.2.5-28:2006);

Покриття підлоги – антиковзке, термостійке;

Розміщення інструменту та деталей у зручних зонах досяжності (ергономіка).

4.5 Протипожежні заходи

1. Виробнича дільниця належить до категорії В (пожежонебезпечна зона);
2. Повинно бути щонайменше 2 вогнегасники (порошковий та вуглекислотний);
3. Устаткування має бути заземлене, електрощити — закриті на ключ;
4. Заборонено використання відкритого вогню поблизу мастильних матеріалів;
5. Повинна бути розроблена евакуаційна схема, навчання працівників — щороку.

4.6 Надання медичних послуг

- Попередній медичний огляд — обов'язковий;
- Періодичні огляди — щомісяця;
- Комплект медикаментів на дільниці повинна бути укомплектована

згідно з наказом МОЗ №125 від 03.03.2005 р.

4.7 Організаційні заходи

- Робота проводиться у дві зміни, кожна по 6 годин;
- Забезпечення перерв на відпочинок та охолодження;
- Співробітники мають проходити щорічну підготовку та екзамен з правил безпеки.

Висновки. Впровадження заходів безпеки при виконанні відновлювальних робіт гільз двигуна КАМАЗ-740 методом термопластичного деформування вимагає комплексного підходу до техніки безпеки, санітарії, контролю середовища і медичного нагляду. Дотримання чинних норм і стандартів дозволяє знизити ризики виробничого травматизму, зберегти працездатність персоналу і забезпечити ефективне виробництво в умовах підвищеної температури та навантаження.

Розділ 5. Економічна частина

Розрахунок затрати праці і матеріалу по відновленню гільзи двигуна КамАЗ -740 методом термопластичного деформування в матриці.

5.1 Вартість обладнання та матеріалів

Енергетичні витрати	Ціна
Електроенергія	366,31 МВТ/год
Матеріальні витрати	Ціна
Охолоджуюча рідина	496 грн/літр
Керосин	101,40 грн/літр
Індустріальне масло	80 грн/літр
Круги шліфувальні (абразивні) ПП600 х63х305 53С40С1ЛК5, 14А50-ПС-7К5	900 грн/шт
Миючий засіб МС-37	1030 грн/10кг
Алмазний олівець 3908-00591 ДСТУ 607-75	348 грн/шт
Різець прохідний упорний (правий) 2103-0021-ВК8 ДСТУ 18879-73	132 грн/шт
Дріт Св08Г2С ДСТУ 2246-70 Ø 1,5...2,0 мм	115 грн/кг
Головка хонінгувальна 11333-02-000	7500 грн/ за 10 шт
Матриця Е215 Сталь 40Х	585 грн/шт
Водорозчинний полімер Композит- 81	85 грн/л
Витрати на обладнання	
Машини миючі ОМ-4267 і ОМ-5287	50000 грн
Верстат ОРГ-1468-01-060А	200000грн
Верстат Скіф 2503	50000 грн
Нутромір індикаторний НІ-160 ДСТУ 868-82	3900 грн
Штангенциркуль ШЦ-П-200-0,05 ДСТУ 166-80	2100 грн
Мікрометр МК-25-1 ДСТУ 6507-78	1490 грн
Магнітний дефектоскоп МД-50П	7000 грн
Муфельна піч МП-12/1200	29700 грн
Камера струйно-корундової обробки ВМЗ КСО-130-И-СФ-Р	6700 грн

Установка термопластичного обтискання гільз 11.24.0537	1500 грн
Установка електродугової металізації EM-12-67 M	28500 грн
Верстат токарно-гвинторізний 1К62	50000 грн
Верстат круглошліфувальний 3Б161	45000 грн
Алмазно-розточувальний верстат 2Е 78 ПН	35000 грн
Верстат вертикально-хонінгувальний 3К83У	50000 грн
Стелажі для гільз Бюджет КМ	1000 грн
Шафа інструментальна ШІ-15	9700 грн

5.2 Структура робочого персоналу та оплата праці працівників

Посада	Кількість працівників	Заробітна плата (середня) - з преміями
Оператор преса	1	18000 - 25000 грн
Оператор нагрівального пристрою	1	17000 - 2200 грн
Слюсар	2	22000 - 2800 грн
Майстер дільниці	1	25000 – 35000 грн
Контролер ВТК	1	20000 -27000 грн
Пакувальник	1	14000 грн – 18000 грн
Всього	7	116000 + премії 155000 грн

5.3 Розрахунок економічної ефективності використання даного методу

Дані для розрахунку

1. Вартість нової гільзи становить: 1500 грн;
2. Вартість відновлення гільзи становить: 600 грн (40%);
3. Ресурс нової гільзи становить: 100%;
4. Ресурс відновленої гільзи становить: 85%.

Коефіцієнт економічної ефективності: $K_e = (1500 \cdot 0,85) \div 600 = 2,12$
 Це означає що даний метод віднолення гільзи є економічно вигідний.

5.4 Розрахунок вартості відновлення гільз

Вихідні дані

Параметр	Значення
Кількість гільз для відновлення	10000 шт
Матеріал гільз	Сірий чавун, легований
Витрати енергії на 1 гільзу	1,5 кВт · год
Ціна електроенергії	6 грн/кВт-год
Кількість працівників	7 люд
Зарплата за зміну (середня)	750 грн на одного працівника
Тривалість зміни	8 год
Продуктивність	40 гільз/ зміну
Амортизація обладнання	40000 грн в місьць або (2000 грн за зміну)
Інші витрати на матеріали	30 грн/гільзу

1. Розрахунок енерговитрат на відновлення розраховується за формулою

$$E_{\text{відн}} = K_{\text{гил}} \cdot P_{\text{наг}}$$

де $K_{\text{гил}}$ – кількість гільз які підлягають відновленню;

$P_{\text{наг}}$ – витрата потужності нагріву для однієї гільзи.

$$E_{\text{відн}} = 10000 \cdot 1,5 = 15000 \text{ кВт/год}$$

Затрати електроенергії розраховується за формулою:

$$Z_{\text{е.е}} = E_{\text{від}} \cdot K_{\text{роб}}$$

де $E_{\text{від}}$ – витрата електроенергії на відновлення, кВт;

$K_{\text{роб}}$ – кількість задіяних працівників, чол.

$$Z_{\text{е.е}} = 15000 \cdot 4 = 60000 \text{ грн}$$

2. Розрахунок затрати праці персоналу

$$Z_{\text{пп}} = K_{\text{пер}} \cdot Z_{\text{зм}}$$

де $K_{\text{пер}}$ – загальна кількість задіяних працівників, чол;

$Z_{\text{зм}}$ – зарплата за зміну (середня).

$$Z_{\text{пп}} = 7 \cdot 750 = 5250 \text{ грн}$$

Розрахунок кількості зміни за обсягом виробництва:

$$K_3 = \frac{K_{\text{гїл}}}{P_{\text{зм}}}$$

де $K_{\text{гїл}}$ – кількість гїлз які підлягають відновленню;

$P_{\text{зм}}$ – продуктивність за зміну.

$$K_3 = \frac{10000}{40} = 250 \text{ змін}$$

Розрахунок затрат за оплату праці протягом всього терміну виробництва

$$Z_{\text{о.п}} = K_{\text{з.р}} \cdot Z_{\text{пп}}$$

де $K_{\text{з.р}}$ – кількість зміни за рік за обсягом виробництва;

$Z_{\text{пп}}$ – затрата праці персоналу за одну зміну.

$$Z_{\text{о.п}} = 250 \cdot 5250 = 1312500 \text{ грн}$$

3. Розрахунок амортизації обладнання за час використання

Витрата амортизації за зміну складає – 2000 грн

Загальна кількість затрат на амортизацію під час всього терміну виробництва

$$Z_{\text{заг.амр}} = K_{\text{з.р}} \cdot Z_{\text{амр.зм}}$$

$K_{\text{з.р}}$ – кількість зміни за рік за обсягом виробництва;

$Z_{\text{амр.зм}}$ – витрата амортизації за зміну.

$$Z_{\text{заг.амр}} = 250 \cdot 2000 = 500000 \text{ грн};$$

4. Розрахунок на затрати матеріалів під час виробництва

$$Z_M = K_{г\text{іл}} \cdot B_M$$

де $K_{г\text{іл}}$ – кількість гільз які підлягають відновленню;

B_M – витрата матеріалів (мастил, охолоджуючих рідин та ін)

$$Z_M = 10000 \cdot 30 = 300000 \text{ грн}$$

5. Розрахунок загальної собівартості затрат за період виробництва

$$Z_{\text{с.зат}} = Z_{\text{е.е}} + Z_{\text{о.п}} + Z_{\text{заг.амр}} + Z_M$$

$Z_{\text{е.е}}$ – затрати електроенергії;

$Z_{\text{о.п}}$ – затрати на оплату праці персоналу;

$Z_{\text{заг.амр}}$ – затрати на амортизацію обладнання;

Z_M – затрати на матеріали.

$$Z_{\text{с.зат}} = 600000 + 1312500 + 500000 + 300000 = 2712500 \text{ грн}$$

6. Розрахунок собівартості однієї гільзи

$$C_{г\text{іл}} = \frac{Z_{\text{с.зат}}}{K_{г\text{іл}}}$$

де $Z_{\text{с.зат}}$ – загальна собівартість затрат на відновлення, грн;

$K_{г\text{іл}}$ – кількість гільз які підлягають відновленню, шт

$$C_{г\text{іл}} = \frac{2712500}{10000} = 271 \text{ грн/гільз}$$

7. Порівняльна характеристика вартості нової гільзи:

- Середня ринкова ціна нової гільзи: 800 – 1000 грн;
- Вартість відновленої гільзи становить 271 грн;
- Економія: понад 530 – 730 грн на одну гільзу;
- Загальна економія для 10000 шт складає 5 300 000 – 7 300 000 грн;
- Період окупності даного виробництва складає менше

одного року.

Техніко-економічні переваги

1. Збереження основного матеріалу (сплави сірого чавуну з легуючими компонентами);
2. Зменшення фінансових витрат на придбання нових деталей для капітального ремонту двигунів;
3. Висока точність геометрії після обробки, забезпечена роботою в закритій матриці;
4. Витрати на електроенергію, оплату праці, оснащення та амортизацію машин та устаткування цілком компенсуються високою ціною реалізації нових гільз;
5. За промислової організації процесу (автоматизовані термо преси, печі) обладнання окуповується вже після 2–3 партій такого обсягу.

Висновки. Щодо раціональної доцільності відновлення 10000 гільз двигуна КАМАЗ-740 шляхом термопластичного деформування у матриці. Після здійснення техніко-економічного аналізу виявлено, що застосування даного методу відновлення гільз є технологічно коректним та фінансово обґрунтованим за умови відновлення партії з 10 000 одиниць. Підрахована собівартість відновлення кожної гільзи становить 271 грн, що відчутно менше ринкової ціни нової гільзи, яка змінюється в межах 800 – 1000 грн (залежно від умов конкретного постачальника) та кількості замовленої продукції). Сукупна економія на одній гільзі складає понад 530 – 730 грн, а загальна економія на партії – понад 5 – 7 млн грн. Цей метод є обґрунтованим та рекомендованим для впровадження на підприємствах, які спеціалізуються на ремонті автотракторної та військової техніки. Такий підхід дає можливість: суттєво зменшити витрати на запасні частини, покращити ремонтпридатність техніки, знизити залежність від імпортованих компонентів.

6. Висновок

В цій кваліфікаційній роботі наведено діяльність підприємства ТОВ "Вітчизна" а також проведеного дослідження було вивчено технологію відновлення гільз циліндрів двигуна КАМАЗ-740 за допомогою термопластичного деформування у матриці. Після проведення обчислень та техніко-економічного аналізу отримано наступні результати:

Даний метод показує високу ефективність у відновленні гільз, виготовлених з чавунних та сталевих сплавів, дозволяючи відновити деталі до працездатного стану з збереженням необхідної точності геометрії та достатнім запасом міцності.

Впровадження цього методу сприяє раціональному використанню матеріалів, зменшує залежність від імпорту нових компонентів та дозволяє створити самостійний цикл технічного обслуговування та ремонту.

Список використаної літератури

1. Пучин Є.А., Новіков В.С., Очковський Н.А. та ін. Технологія ремонту машин. - М.: Колос С, 2007. - 488с.
2. Пантелеєнко Ф.І., Лялякін В.П., Іванов В.П., Костянтинів В.М.. Відновлення деталей машин. Довідник за редакцією д.т.н., проф. В.П. Іванова. - М.: «Машинобудування», 2003. - 672 с.
3. Новіков В.С., Очковський Н.А.. Проектування технологічних процесів відновлення зношених деталей. Методичні рекомендації щодо курсового проектування. - М.: МДАУ, 2003. - 52 с.
4. Тойгамбаєв С.К. "Застосування інструментальних матеріалів при різанні металів". Підручник для вузів. М: Ред. Вид. Відділ МГУП, 2007-206с.
5. Тойгамбаєв С.К., Шнир'єв А.П., Голіницький П.В. Метрологія. Стандартизація. Сертифікація Підручник для вузів. М: Вид. Супутник+, 2017-375с.
6. Тойгамбаєв С.К., Голіницький П.В. Вимірювання та контроль деталей транспортних та транспортно-технологічних комплексів. Навчальний посібник М: Вид. Супутник +, 2018. - 153с.
7. Закон України "Про охорону праці". Офіційний вісник України. Київ: Верховна Рада України, останнє редагування.
8. ДНАОП 0.00-1.28-10. Правила охорони праці для працівників металургійної промисловості. — Мінпраці України, 2010.
9. ДСТУ 2293:2018. Охорона праці. Терміни та визначення.
10. Сидоренко В. К. Охорона праці в галузі машинобудування. Харків: НТУ "ХП", 2019. — 312 с.
11. Дикань Л. В., Погорєлов Ю. С. Організація і планування на підприємстві. Харків: УПА, 2020. — 276 с.
12. Завадський Й. С., Шкіль Я. В. Менеджмент виробничої діяльності. Львів: ЛНУ, 2021. — 384 с.

13. ДСТУ ISO 9001:2015. Системи управління якістю. Вимоги. — Офіційне видання.
14. Мних Є. В. Економічна ефективність інвестиційних проєктів. — К.: Знання, 2018. — 270 с.
15. Крамаренко Г. В. Оцінювання ефективності виробничих інвестицій. К.: Академвидав, 2020.
16. A review on maintenance optimization (European Journal of Operational Research, 2020).
17. Maintenance management: Literature review and directions (ResearchGate).
18. Systematic literature review of repair shops (Int. J. Production Research, 2021).
19. «Maintenance, occupational health and safety: a systematic review» 2020.
20. Safety Management Systems in construction/highway maintenance (2022).

ДОДАТКИ