

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Факультет конструювання та дизайну

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри

Надійності техніки, к.т.н. доц.

(назва кафедри)

А.В. Новицький.

(ПІБ)

« ____ » _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

на тему: „Розробка технологічного процесу та пристосувань відновлення гільз циліндрів двигунів Д-245”

Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»

Гарант освітньої програми

д.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)

Булгаков В.М.

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра

ст.викладач

(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

Сиволапов В.А.

(ПІБ)

Виконав

(підпис)

М'язко М.В.

(ПІБ студента)

Київ – 2025

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Факультет конструювання та дизайну**

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
надійності техніки,

К.Т.Н., доц. А.В. Новицький
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)
— ” ————— 2024 року

ЗАВДАННЯ

на виконання кваліфікаційної роботи бакалавра студенту

М`язку Максиму Володимировичу
(прізвище, ім`я, по батькові)

Спеціальність «Галузеве машинобудування»

Тема кваліфікаційної роботи бакалавра **Розробка технологічного процесу та пристосувань відновлення гільз циліндрів двигунів Д-245**

затверджена наказом ректора НУБІП України від 16 12. 2024р. № 2265 -Є”

Термін подання завершеної роботи (проекту) на кафедру 1.06.2025
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до випускної бакалаврської роботи 1. Аналітичний огляд конструкції та технічна характеристика двигунів внутрішнього згорання. 2. Технічна характеристика двигунів Д-245. 3. Каталоги ремонтно-технологічного обладнання. 4. Технічні умови на ремонт деталей циліндро-поршневої групи двигунів Д-245;

Перелік питань, які потрібно розробити Вступ. 1. Вихідні дані для проектування. 2. Технологічна частина. 3. Конструкторська частина. 4. Охорона праці. 5. Техніко-економічного обґрунтування. Висновки.

Перелік графічних документів 1. Можливі несправності деталей циліндро-поршневої групи двигунів, способи виявлення та усунення.. 2. Ремонтне креслення. 3. Пристосування для закріплення гільз циліндрів. Складальне креслення. 4.5. Креслення деталей. 6. Охорона праці. 7. Техніко-економічні показники.

Дата видачі завдання 18 " грудня 2024 р.

Керівник кваліфікаційної роботи бакалавра Сиволапов В.А.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання М`язку М.В.
(підпис) (прізвище та ініціали студента)

ЗМІСТ

	Стор
ВСТУП	5
1.ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОБОТИ	8
1.1. Несправності двигунів і причини їх виникнення	8
1.2. Аналіз роботоздатності циліндропоршневої групи	15
1.3. Пошкодження гільз циліндрів при експлуатації (кавітація) і монтажі (надлом бурту)	21
1.4. Задачі кваліфікаційної роботи бакалавра	27
2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ	28
2.1. Аналіз технологій виготовлення гільз циліндрів двигунів	28
2.2. Вибір способу відновлення гільз циліндрів	30
2.3. Відновлення зовнішньої поверхні гільз циліндрів	37
2.4. Відновлення внутрішньої поверхні гільз циліндрів	39
2.5. Обґрунтування граничних та допустимих при ремонті розмірів циліндро-поршневої групи двигунів Д-245	46
3.КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА РОБОТИ	49
3.1. Розробка конструкції пристосування для закріплення гільз та обґрунтування необхідності його застосування.	49
3.2. Розрахунок на міцність основних деталей конструкції пристосування	50
3.3. Розробка пристосування для розточування гільз циліндрів	53
4. ОХОРОНА ПРАЦІ	57
4.1. Загальні заходи безпеки	57
4.2. Заходи безпеки при виконанні складальних робіт	59

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ					
Зм	Арк.	№ ДОКУМ	Підпис	Дата						
Розробив		М'язко М.В.			Зміст			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Сиволапов В.А.						5	2	
Н. контр.		Ревенко Ю.І.			НУБіП України					
Затвердив										

4.3. Заходи безпеки при роботі з механізованим інструментом.	62
4.4. Техніка безпеки при роботі на мийних установках і машинах	63
4.5. Техніка безпеки при роботі на металообробних верстаттах	68
5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	75
5.1. Визначення капіталовкладень в основні фонди	75
5.2. Розрахунок фонду заробітної плати	76
5.3. Розрахунок цехових затрат	77
5.4. Розрахунок собівартості відновлення гільз	78
5.5. Техніко-економічні показники	79
ВИСНОВКИ	81
ЛІТЕРАТУРА.	82

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		4

ВСТУП

У процесі експлуатації трактора його надійність та інші властивості поступово знижуються внаслідок зношування деталей а також корозії та втоми матеріалу, з якого вони виготовлені. У тракторі з'являються різні несправності, які усувають при технічному, обслуговуванні та ремонті. Ремонт машин, як область людської діяльності виник одночасно з появою машин.

Умови експлуатації машин мають вирішальний вплив на показники їх надійності. У зв'язку з цим експлуатаційним заходам, що забезпечують задані доремонтні та міжремонтні терміни служби машин, інженерно-технічними працівниками господарств, інших сільськогосподарських та ремонтних підприємств АПК має приділятися першорядне значення.

Головні умови ефективного використання машин та забезпечення їх високої надійності:

- Постійні кадри механізаторів та рівень їх кваліфікації;
- Забезпечення високої зацікавленості за кінцеві результати роботи і збереження техніки;
- Організація роботи за методом орендного підряду в складі колективів, бригад, ланок і механізованих загонів;
- Широке використання потоково-циклового методу організації виконання механізованих робіт.

Забезпечення необхідних показників довговічності та безвідмовності машин безпосередньо в експлуатації залежить від:

- своєчасного проведення виробничої обкатки нових та відремонтованих машин у господарствах та підготовки їх до сільськогосподарських робіт;

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ		
Зм	Арк.	№ ЛОКУМ	Підпис	Дата			
Розробив		М'язко М.В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Сиволапов О.В.				6	2
Н. контр.		Ревенко Ю.І.			Зміст		
Затвердив							
					НУБіП України		

- Організації систематичного технічного обслуговування машин та їх діагностування;
- Проведення періодичних технічних оглядів стану машин, агрегатів і вузлів;
- Забезпечення нормального режиму роботи (особливо в зимову пору року), тобто навантаження, швидкості, теплового режиму і т. д.;
- контролю та постійного забезпечення достатньої герметизації агрегатів, вузлів та систем для попередження попадання в них абразиву;
- виконання всіх рекомендацій заводів-виробників з обслуговування та застосування палив, картерних масел і мастил:
- періодичного очищення двигунів і агрегатів трансмісії від продуктів зношування, нагару та абразивних частинок;
- Дотримання встановлених правил зберігання; — створення у господарствах та об'єднаннях необхідної ремонтно-обслуговуючої бази;
- чіткої організації роботи інженерної та диспетчерської служб господарств.

Обкатка нових (відремонтованих) машин у господарствах. Своєчасна обкатка закладає основи тривалої та безвідмовної роботи машин. Її необхідно проводити протягом 60 годин при поступовому підвищенні навантаження (відповідно до рекомендацій заводів-виробників або ремонтних підприємств). Виробнича обкатка тракторів складається з випробування роботи двигуна без навантаження (15...20 хв) з перевіркою функціонування контрольних приладів; обкатки трактора без навантаження (5...7 год, по півгодини кожної передачі); перевірки роботи гідросистеми (15...20 хв) та обкатки трактора на всіх передачах з поступовим підвищенням навантаження (7 год - 15...20% навантаження, 14 год - 30...40% навантаження, 18 год - 50 ...60% навантаження і 14 год - 75% навантаження).

Обкатку трактора під навантаженням зазвичай поєднують з виконанням польових сільськогосподарських і транспортних робіт, які потребують

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		6

значних тягових зусиль. Легкі транспортні роботи особливо рекомендуються для трактора в перші 20...25 год. Під час обкатки треба постійно контролювати роботу двигуна всіх агрегатів на відсутність підвищеного нагрівання, шумів і стуків, витоків мастила і т.д.

Також необхідно ретельно виконувати всі операції ТО. По завершенні обкатки знімають обмеження потужності та проводять перше технічне обслуговування із заміною мастила у двигуні та у всіх агрегатах та вузлах трансмісії та ходової частини. Перше технічне обслуговування необхідно завершити ґрунтовним контрольним оглядом машини із застосуванням сучасних засобів технічного діагностування. При проведенні обкатки трактора в зимовий час рекомендується застосовувати суміш певних для даної машини картерних масел з дизельним паливом (25%).

Перші 50...60 год експлуатації після виробничої обкатки трактор повинен перебувати під спеціальним наглядом інженера з експлуатації, механіка чи помічника бригадира з техніки. Організація систематичного технічного обслуговування машин та їх діагностування. Правильно організоване технічне обслуговування - основна умова забезпечення надійної, економічної та тривалої роботи машин. Система технічного обслуговування машин передбачає проведення щозмінних (через 8... 10 год), сезонних (2 рази на рік) та періодичних технічних обслуговувань.

Технічне обслуговування» для тракторів нових марок визначено таку періодичність технічного обслуговування: ТО-1 - 125, ТО-2 - 500 і ТО-3 - 1000 мотогодин. Найбільш високої ефективності використання МТП та забезпечення надійної його роботи домагаються господарства, в яких існує прогресивна форма обліку тривалості роботи тракторів та визначення конкретних термінів проведення технічних обслуговувань, а також організовані стаціонарні пункти технічного обслуговування та створені ланки майстрів-наладчиків, що працюють за бригадним підрядом, широко використовуються необхідне для проведення обслуговування мийне,

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		7

мастильне, регулювальне та діагностичне обладнання, прилади, оснащення та пересувні методи механізації.

До них належать: комплекти стаціонарних засобів технічного обслуговування К.СТО-1 та КСТО-2; стенди для випробувань дизельної паливної апаратури КІ-15711 та КІ-15716, гідросистем КІ-4815М, електрообладнання КІ-968, комплект діагностичних засобів КІ-13919 та ін. Для обслуговування паливної апаратури установки з приготування паливно-водяної емульсії, що забезпечують розкоксовування форсунок і деталей циліндропоршневої групи дизелів без їх розбирання, а також стенди ОР-15702 для ультразвукового очищення від ультразвукового очищення КІ-15708 та КІ-22203 для післяремонтного припрацювання та регулювання форсунок.

У процесі проведення ТО-1 і ТО-2 тракторів, комбайнів та самохідних сільськогосподарських машин у польових умовах рекомендується використовувати пересувні агрегати технічного обслуговування: АТО-А на шасі автомобіля, АТО-П на тракторному причепі та АТО-С на самохідному тракторне шасі. Для усунення несправностей та проведення ремонтних робіт у польових умовах рекомендується широко використовувати в експлуатації пересувні ремонтні майстерні: МПР-3901, МПР-39011, ЛуАЕ-337031 на шасі автомобіля.

Господарства, що не мають необхідної матеріально-технічної бази, приймаються на комплексне технічне обслуговування міжгосподарськими та спеціалізованими підприємствами, на які покладено проведення періодичного технічного обслуговування автомобілів на СТОА, енергонасичених тракторів, а також обладнання та машин, що використовуються на фермах і нафтобазах, та іншої складної техніки. Різними формами виробничо-технічного обслуговування охоплено 70% господарств, 65% господарств - обслуговуванням та ремонтом обладнання нафтоскладів. Практично у багатьох великих господарствах створені технічні обмінні пункти (ТОПи).

Технічне обслуговування має бути єдиним об'єктом планування та управління якістю — на основі єдиної інженерної служби, із застосуванням

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

комп'ютеризованих систем. З метою забезпечення високої експлуатаційної надійності машин та ефективної їх роботи обов'язково при ТО-1 та ТО-2 та особливо ТО-3 діагностування машин та їх агрегатів (вузлів) із збереженням заданих експлуатаційних характеристик, особливо за необхідною потужністю, витратою палива, безпеки руху та ін.

Для забезпечення високої надійності машин при їх діагностуванні слід приділяти особливу увагу контролю систем очищення повітря, палива та олії відповідно до рекомендацій заводів-виробників та практичним досвідом. Періодичні технічні огляди – складова частина загальної системи технічного обслуговування машин. Їх проводять один-два рази на рік представники Держтехнагляду та Державної автомобільної інспекції за участю ІТП. Проведення технічних оглядів машин значною мірою сприяє поліпшенню діяльності інженерно-технічних служб господарств, підвищенню надійності та ефективності використовуваної ними сільськогосподарської техніки. Забезпечення нормального режиму роботи.

Перевантаження машин (по навантаженню і швидкості), неправильні зазори в підшипниках, сполученнях шестерень, шліцевих та інших деталей викликають порушення температурного режиму роботи поверхонь, що труться, і умов змащування деталей. Найбільш високі питомі навантаження на деталі машин і вкрай погіршені умови їх змащування спостерігаються на початкових пусках двигунів і включенні агрегатів трансмісій, особливо в зимовий час (при температурі нижче +5°C). Декілька хвилин такої роботи викликають зноси, які могли б виникнути за десятки і навіть сотні годин нормальної експлуатації машин, а часто взагалі призводять до аварійних явищ. Методи, що забезпечують встановлений тепловий режим роботи двигунів (температура води та оливи 75...95°C) та нормальні умови зимової експлуатації машин:

- Організація теплих стоянок;
- Використання електричних підігрівачів масла.

					Арк.
					9
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	

01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ

1. ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ РОБОТИ

1.1. Несправності двигунів і причини їх виникнення.

На більшості тракторів МТЗ встановлено двигун Д-245 різних модифікацій.

На тракторах МТЗ встановлений чотирициліндровий рядний чотиритактний дизель Д-245 з безпосереднім упорскуванням палива, рідинним охолодженням та турбонаддувом. Його номінальна потужність 77,2 кВт (105 к. с.) при частоті обертання колінчастого валу 2200 об/хв. Загальний вигляд Д-245 показаний на рисунках 1 і 2, а Д-245Л - на малюнках 3 і 4, їх поздовжній і поперечний розрізи - на малюнках 4 і 1. Відмінність між Д-245 і Д-245Л полягає в системі пуску: у першому від електричного стартера, у другому від пускового карбюраторного двигуна. Дизель Д-245 створено на базі Д-240. Підвищення його номінальної потужності до 77,2 кВт досягнуто за рахунок застосування турбо- наддуву. Рівень уніфікації з дизелем Д-240 становить понад 74%, а з урахуванням застосування деталей на дизелі Д-240 з дизеля Д-245 (зворотна уніфікація), його значення зростає до 86,4%. У зв'язку з установкою турбокомпресора ТКР-7С-4 повністю змінені такі деталі дизеля Д-240 як випускна труба, випускний колектор, повітряний фільтр та ін. Для забезпечення високої на цільності роботи модернізовано поршень, колінчастий вал, комплект поршневих кілець, вкладиші корінні та шатунні, блок та головка циліндрів, механізм приводу клапанів, паливний насос та фільтр, привід водяного насоса та ін. Застосовано генератор потужністю 0,7 кВт (замість 0,4 кВт), що забезпечило баланс електроенергії на тракторі. Дизель складається з блоку циліндрів, кривошипно-шатунного механізму, механізму газорозподілу, мастильної системи, систем: живлення паливом та повітрям, охолодження, пуску, електрообладнання та турбонаддуву. У блоці циліндрів дизеля Д-245 є форсунки, що подають масло на днище поршнів для

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ		
Зм	Арк.	№ док.ум	Підпис	Дата			
Розробив		М'язко М.В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Сиволапов В.А.				8	16
Н. контр.		Ревенко Ю.І.			ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ НУБіП України		
Затвердив							

забезпечення їх оптимального температурного режиму, додаткові канали для відведення газів з картерної частини до сапуна, в конструкцію блоку введені зміни, пов'язані з відведенням масла і (турбокомпресора). і шатунні вкладиші - тришарові, зі сплаву АТ-6 з опрацюванням.

Посилено кріплення маховика до колінчастого валу сімома болтами замість шести на дизелі Д-240. У фланці колінчастого валу виконано розточування для встановлення однієї з опор валу зчеплення. У головці циліндрів передбачені вставні сідла клапанів (рис. 5), виготовлені із зносостійкого сплаву. Стійки валу коромисел встановлені на двох опорах з додатковим болтом кріплення, змінено підведення мастила до коромислів клапанів, ущільнено впускні та випускні клапани. Застосований модернізований чотирисекційний насос високого тиску типу 4УТНМ з протидимним пневмокоректором, а також легкознімний фільтруючий елемент тонкого очищення палива. Потужність, момент, що крутить, і витрата палива змінюються в залежності від атмосферних умов, які характеризуються температурою, вологістю, барометричним тиском повітря. Нормальними умовами експлуатації вважаються: температура навколишнього повітря плюс 20°C, барометричний тиск 101,3 кПа (760 мм рт. ст.), відносна вологість повітря 50%, щільність палива при температурі навколишнього повітря плюс 20°C — 0,83 т/м³, яке температура — плюс 20°C.

Поршень 11 виготовлений з алюмінієвого сплаву, і на ньому три канавки під компресійні кільця і одна-під маслоснімне. У днищі поршня виконана камера згоряння 4 (див. рис. 6). Поршневі кільця. Комплект кілець складається з трьох компресійних 1 (див. рис. 6) та одного маслоснімного 2. Поперечний переріз першого компресійного кільця виконано у формі двосторонньої трапеції. Зовнішня поверхня кільця - бочкоподібної форми з відшліфованими фасками. Воно встановлено у вставку 3 з нірезисту (спеціальний сплав на основі нікелю). Друге і третє компресійні кільця - хвилинного типу з покриттям приробітку. Масло-знімне кільце 2-коробчастого типу зі шліфованим профілем і спіральним розширювачем.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		12

Поршневі пальці 5-порожнисті, від осьового переміщення утримуються стопорними кільцями 6 у бобишках поршня. Маховик 19 (див. рис. 4) виконаний із сірого чавуну у вигляді диска. Він прикріплений до фланця колінчастого валу сімома болтами 31 з точною установкою на зовнішній поверхні фланця. На маховику є два штифти, що працюють на зріз при ослабленні кріплення, і встановлено зубчастий вінець 29, в зачеплення з яким входить шестерня включення редуктора пускового двигуна або шестерня включення стартера. Для перевірки та встановлення кута випередження подачі палива у маховику виконано отвір (мітка). У процесі експлуатації дизеля кривошипно-шатунний механізм не обслуговують. Тривалість надійної роботи механізму залежить від якості змащування дизеля та виконання рекомендацій щодо його пуску. Знос кілець, гільз, поршнів і клапанів визначається значною мірою якістю очищення повітря, що подається в циліндри. Виконання вимог щодо технічного обслуговування системи повітроочищення та мастильної системи - це гарантія зниження зносів поверхонь тертя в кривошипно-шатунному механізмі.

Вихідні властивості машин і їх складальних одиниць (агрегатів) закладаються при проектуванні, забезпечуються при виготовленні, підтримуються при експлуатації машин і відновлюються при ремонті. Можна виділити три джерела впливів на машину в процесі її використання:

- дію енергії навколишнього середовища, включаючи людину, керуючого машиною і виконує технічне обслуговування і ремонт;
- внутрішні джерела енергії, пов'язані з робочими процесами, що протікають в машині;
- потенційну енергію, накопичену в деталях машин в процесі їх виготовлення або ремонту (внутрішні остаточні напруги в відливках, напруги, що виникають при відновленні зношених деталей, особливо зварюванням і різними видами наплавки та ін.)

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Всі джерела впливу на машину проявляються у вигляді механічної, теплової, хімічної енергій і викликають в матеріалі деталей незворотні процеси, які приводять до появи відмов і несправностей.

Під несправністю розуміють стан двигуна, при якому він не відповідає хоча б одній з вимог, встановлених нормативно-технічною документацією. Кожна окремо невідповідність цим вимогам представляє собою дефект. Працездатним двигун вважається до тих пір, поки він здатний виконувати задані функції, зберігаючи значення експлуатаційних параметрів, установлених технічною документацією. Якщо параметри виходять за встановлені межі, то двигун вважається нероботоздатним, а такий його стан називається відмовою.

Несправності двигунів найчастіше виникають внаслідок порушення регулювань, теплових і навантажувальних режимів роботи, поганого очищення моторного масла і повітря, поступаючих в циліндри, а також при використанні неякісних сортів палива і масла.

Надмірний знос і несправності механізмів двигуна тягнуть за собою виникнення стуків в сполученнях, погіршення процесу згоряння, зниження потужностних та економічних показників, перебоїв в роботі. Зношений двигун важко запускається, особливо в холодний час.

Зі збільшенням питомої потужності форсовного двигуна загальний рівень його надійності знижується, якщо не передбачні технологічні і конструктивні заходи, спрямовані на підтримку або збільшення надійності окремих деталей і складальних одиниць.

Найважливіший показник надійності двигуна - довговічність. Вона значною мірою визначається зносостійкістю циліндропоршевої групи.

Інтенсивний знос цієї групи викликає підвищений витік газів в картер, прискорене старіння масла, збільшення динамічних навантажень на деталі, вібрацію двигуна, зниження його потужності. Порушення в роботі циліндро - поршневої групи чинять вплив на роботу всіх визначальних складальних

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		13

одиниць двигуна: головки циліндрів, клапаного механізму, розпилювачів форсунок, колінчатого валу і шатуної групи.

На малюнку 1.1 наведена схема сил, що діють на перше поршневе кільце, яка дозволяє представити механізм зношування таких важливих спряжень, як кільце - циліндр і поршневе кільце - канавка поршня.

На верхній торець поршневого кільця діє тиск газів P_r , що трохи відрізняється від тиску газів у камері згоряння дизеля, що притискає його до нижнього торця поршневої канавки. Знизу на кільце діє тиск газів P_1 , що пройшли через зазри між кільцем та гільзою, кільцем і нижнім торцем канавки. Цей тиск газів змінюється по ширині кільця і прагне відірвати його від площини спряження з канавкою. Однак тиск газів на нижній торець значно менший, ніж на верхній, через дроселювання його в зазорах. У результаті кільце притискається до нижнього торця канавки різницею тисків, що діють на верхній і нижній його торці. Крім тиску газів, на кільце діє сила інерції P_j . До дзеркала циліндра кільце притискається силою, величина якої пропорційна різниці тисків газу в просторі за кільцем і на поверхні сполучення з циліндром. Тиск газу на робочу поверхню кільця (P_2 і P_2) менше, ніж з внутрішньої сторони, що пояснюється його дроселюванням.

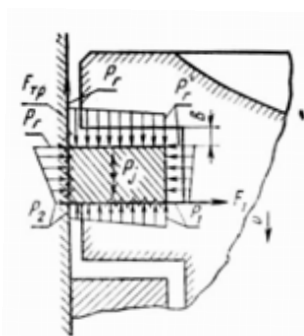


Рис.1.1. Схема сил, що діють на поршневе кільце.

Між кільцем і поверхнею циліндра виникає сила тертя (F_{mp}), значення якої пропорційно тиску кільця на поверхню циліндра. Ця зміна сила спрямована в бік, протилежний руху поршня. Робота сил тертя викликає знос циліндра і робочої поверхні кільця. На роботу сил тертя впливають

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		14

співвідношення фізико-механічних властивостей матеріалів кільця і циліндра; стан змащення і наявність в ній абразиву; температура спряжених деталей.

Робота сил тертя між кільцем завжди менше, ніж першого, що пояснюється, з одного боку, кращими умовами змащення, а з іншого - більш низьким тиском газів в лабіринтному ущільненні. Поблизу верхньої мертвої точки, на тактах стиску і робочого ходу, проходить інтенсивний знос циліндра, що посилюється, дією високої температури газу, що призводить до вигорання мастила на поверні циліндра. У міру руху поршня вниз робота сил тертя між кільцем у з'єднанні зменшується. Кільця заходять у зону циліндра, де завжди є масло на поверхні, інтенсивність зносу циліндра по висоті зменшується. Епюра зносу циліндра (рис. 1.2.) має форму конуса, більшу основу якого розташовано поблизу в.м.т.

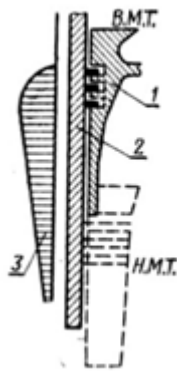


Рис. 1.2. Характер зносу циліндра по висоті: 1 - поршень; 2-циліндр, 3 - епюра зносу

У площині хитання шатуна знос циліндра дещо більший із-за дії нормальної сили. Ділянка циліндра, розташована напроти вогневого поясу поршня, при положенні його у верхній мертвій точці, не зношується. Інтенсивність зносу циліндра, крім перерахованих чинників, значною мірою визначається умовами експлуатації двигуна і досконалістю його технічного обслуговування.

Нерівномірний знос циліндра по висоті призводить до радіального переміщення кільця в канавці. У результаті переміщення кільця і дії нормального зусилля, що притискає його до нижнього торця канавки, між

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

ними виникає сила тертя F_f . Робота сили тертя викликає знос з'єднання перше поршневе кільце - канавка поршня, який прийнято оцінювати по збільшенню поршневого зазору b . Надмірний знос з'єднання призводить до того, що дроселююча дія кільця слабшає. Гази вільно проходять в картер, і це прискорює старіння масла і знос циліндро-поршневої групи двигуна.

Оцінити збільшення зазору в сполученні поршень - циліндр досліджених двигунів в результаті зносу було важко в силу того, що він змінюється по висоті юбки поршня як внаслідок зносу гільз, так і зміни конфігурації утворюючої поршня.

На знос циліндропоршневої групи істотно впливає взаємне розташування деталей кривошипно-шатунного механізму. Непаралельність осей шатунних шийок щодо корінних, неперпендикулярність осей циліндра до осі колінчастого вала, неточність взаємного розташування осей верхньої та нижньої головок шатуна приводять до перекосу поршня в циліндрі, що погіршує припрацювання поршнів, кільця, шатунних та корінних вкладишів колінчастого валу. Перекос погіршує контакт кільця з циліндром, викликає підвищену витрату масла на угар, швидке його старіння та 1.2. Аналіз роботоздатності циліндропоршневої групи

Гільзи циліндрів є найбільш відповідальними деталями циліндропоршневої групи двигунів внутрішнього згорання. Внутрішня поверхня гільзи спільно з головкою поршня утворює камеру згорання, а також служить направляючою при русі поршня.

Гільзи циліндрів мають порожнину охолодження - сорочку (охолоджуючі ребра), що забезпечують інтенсивний тепловідвід від внутрішньої робочої поверхні для підтримки необхідного теплового балансу деталей ЦПГ.

Гільзи циліндрів, серед теплонапружених деталей двигуна займають особливе місце, як за виконуваних функцій, так і по пропонованих до неї вимогам. Забезпечення тільки однієї міцності втулки, незважаючи на всю важливість цієї вимоги, недостатньо для тривалої та надійної роботи двигуна.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Діаметр гільзи заміряють (рис. 1.3) в місці найбільшого зносу верхнього пояса гільзи спочатку в площині, паралельній осі колінчастого вала, а потім в площині гойдання шатуна. Гільзу замінюють при зносі її робочої поверхні більше 0,4 мм на діаметр або при овальності і конусності, що перевищують 0,06 мм.

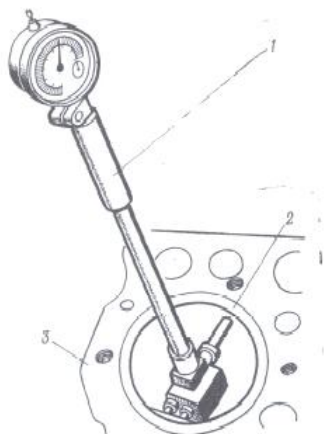


Рис.1.3. Вимірювання діаметра гільзи циліндра:
1 - індикаторний нутромір; 2 - гільза циліндра; 3 - блок циліндрів.

Діаметр юбки поршня вимірюють в площині, перпендикулярній (До отвору під поршневий палець (рис.1.4).

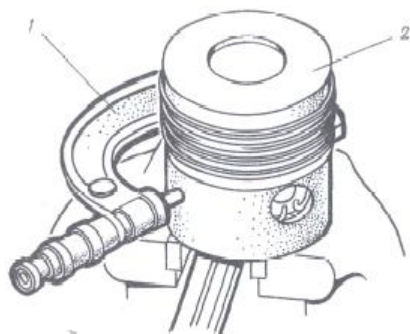


Рис 1.4. Вимірювання діаметра юбки поршня:
1 - мікрометр; 2 – поршень.

Крім діаметра юбки, у поршня контролюють зазори по висоті між канавками поршня і поршневими кільцями (рис. 1.5).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ

Арк.

18

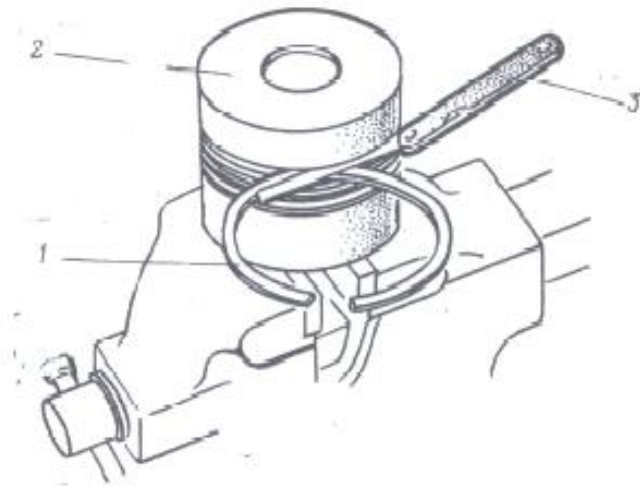


Рис. 1.5. Вимірювання зазору між канавкою поршня і поршневим кільцем: 1 - кільце; 2 - поршень; 3 - пластинчастий щуп.

Якщо зазор між канавкою поршня і новим поршневим кільцем перевищує допустимий розмір, поршень замінюють.

Основні показники циліндропоршневої групи

Зазор між юбкою поршня і гільзою циліндра, мм:

номінальний0,18...0,20

допустимий..... 0,26

Зазор в замку поршневих кілець, мм:

номінальний..... 0,40...0,80

допустимий..... 4,0

Зазор по висоті між канавкою поршня і поршневим кільцем, мм:

номінальний

для компресійних кілець..... 0,08...0,12

для маслорозливних кілець..... 0,05...0,09

допустимий..... 0,30

Циліндропоршневу групу в зборі замінюють при зазорі (різниці діаметрів) між юбкою поршня і гільзою, що перевищує допустиме значення.

Гільзи з блоку випресовують спеціальним знімачем (рис. 1.6).

Якщо діаметри гільзи і поршня в межах норми, рекомендується випресувати гільзу з блоку, повернути її навколо осі на 90°, так як гільза і поршень найбільше зношуються в площині гойдання шатуна, і знову запресувати гільзу в блок.

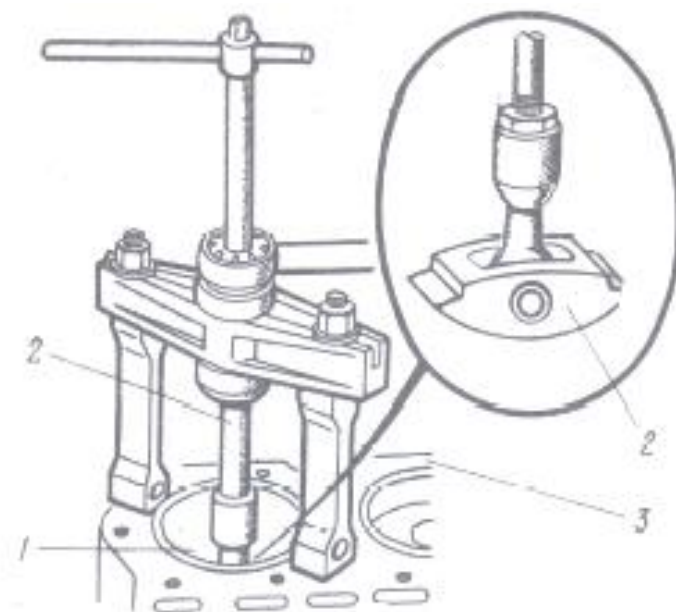


Рис. 1.6. Випресування гільзи з блоку циліндрів: 1 - гільза циліндра; 2 - знімач; 3 - блок циліндрів.

Поршневі кільця замінюють, якщо зазор в замку кільця перевищує допустиме значення при установці кільця в незношену верхню частину гільзи.

Перед складанням циліндропоршневої групи перевіряють параметри поршневого пальця, шатуна і стан втулки верхньої головки шатуна. Втулку замінюють при збільшенні діаметра отвору під поршковий палець при ослабленні посадки у верхній голівці шатуна. Поршковий палець і втулку верхньої головки шатуна замінюють при зазорі між пальцем і втулкою більше 0,06 мм. Палець замінюють при овальності і конусності більше 0,02 мм.

Вигин і скручування шатуна перевіряють на приладі КІ-724 (рис. 1.7).

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ

Арк.

19

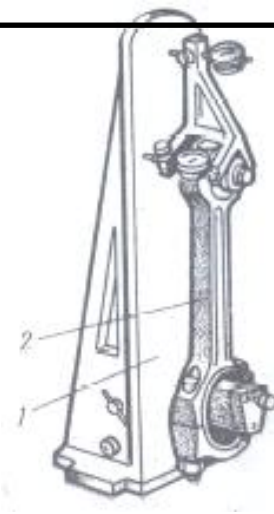


Рис. 1.7. Вимірювання шатуна на вигин і скручування: 1 - прилад КИ-724;
2 – шатун.

Вигин шатуна не повинен перевищувати 0,08 мм, скручування - 0,12 мм.

Щоб підігнати отвір втулки верхньої головки шатуна під поршневий палець, його обробляють регульованою розверткою або розкочуванням. Зазор між отвором втулки верхньої головки шатуна і поршневим пальцем повинен бути не більше 0,03 мм.

Тонкостінні змінні вкладиші шатунних підшипників колінчастого вала виготовлені з високою точністю. Необхідний діаметральний зазор при незмінній постілі підшипника забезпечується відповідними діаметрами шийок колінчастого вала. Тому вкладиші при ремонті дизеля замінюють без будь-яких підгінних операцій і тільки попарно. Не допускаються: заміна одного вкладиша з пари; обпилювання або шабрування стиків вкладишів або кришок підшипників; установка прокладок між вкладишами і постіллю, між кришкою і шатуном. При заміні розмірна група вкладишів повинна відповідати розмірній групі шийок колінчастого вала.

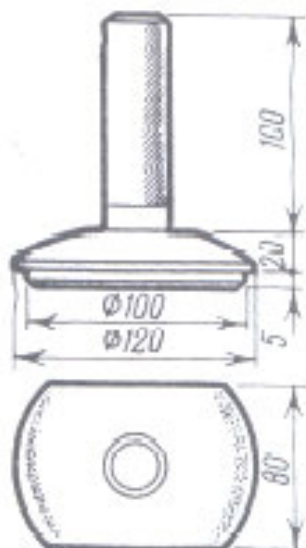
Перед установкою нових деталей циліндропоршневої групи їх підбирають по розмірним групам. Гільзи циліндрів сортують на розмірні групи по внутрішньому діаметру, а поршні - по зовнішньому діаметру юбки в нижній частині. Поршні і гільзи циліндрів, що встановлюються на один дизель, повинні бути однієї розмірною групи.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 1.1. Розмірні групи циліндрів і поршнів дизеля Д-245.

Позначення розмірної групи	Діаметр юбки циліндра, мм	Діаметр спідниці поршня в нижній частині по найбільшому виміру мм
М	110,00...110,02	109,88...109,90
С	110,02...110,04	109,90...100,92
Б	110,04...110,06	109,92...109,94

Позначення розмірних груп нанесено на неробочому верхньому торці гільзи і на днище поршня. Перед установкою гільзи в блок гумові ущільнення замінюють. Гільзу встановлюють, завдаючи легкі удари молотком по ступінчастій оправці (рис. 1.8). Якщо гільза входить в блок туго, то для її запресовування використовують спеціальне гвинтове пристосування (рис. 1.8).



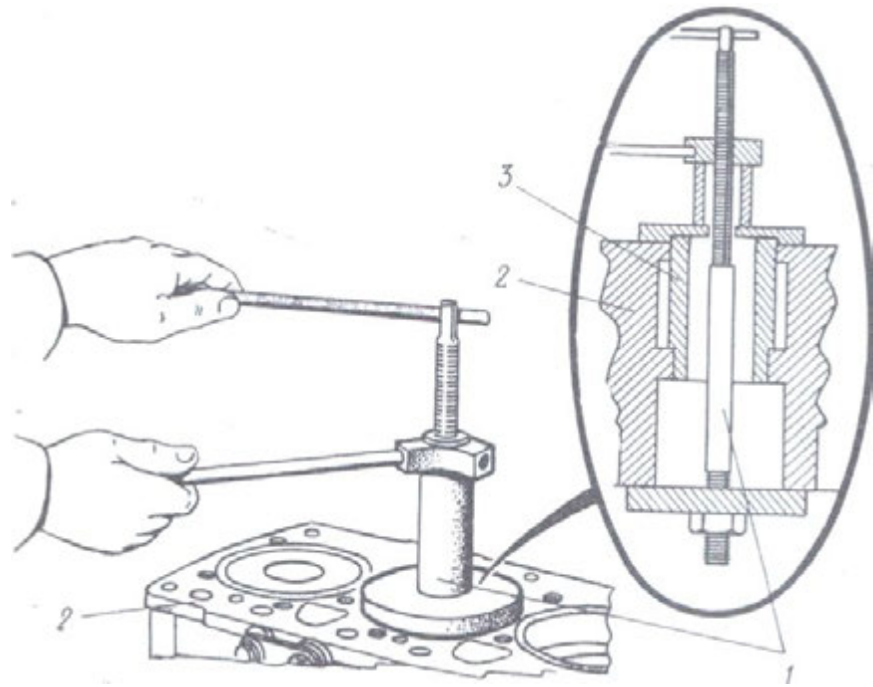


Рис 1.8. Оправка для запресовування гільзи циліндра, запресовування гільзи циліндра гвинтовим пристроєм: 1 - пристосування; 2 - блок циліндрів; 3 - гільза циліндра.

Після закінчення запресовування вимірюють виступання бурту гільзи над поверхнею блоку індикатором (рис. 1.9). Виступання бурту повинно бути в межах 0,065... 0,165 мм.

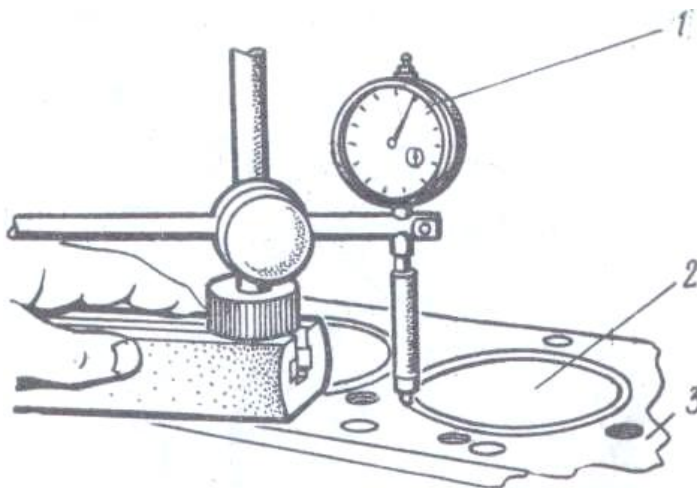


Рис. 1.9. Перевірка виступання бурту гільзи циліндра: 1 - індикатор; 2 - гільза циліндра; 3 - блок циліндрів.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

У разі утопання гільз допускається установка мідних прокладок під бурт гільзи.

При підборі поршнів звертають увагу на розмірні групи поршневих пальців; їх внутрішня поверхня і бобишка поршня маркіровані фарбою. Поршні і поршневі пальці підбирають однієї розмірної групи, що підтверджується однаковим маркуванням.

1.3. Пошкодження гільз циліндрів при експлуатації (кавітація) і монтажі (надлом бурту)

Раковини на зовнішній стінці гільз циліндрів (кавітація).

СИМПТОМИ. На зовнішніх ділянках гільз циліндрів мокрого типу в області водяної сорочки є поглиблення або отвори (кавітація, рис. 1.10).

Однак здебільшого вони видимі тільки з боку найбільшого бічного навантаження, та/або з протилежного боку у верхній або нижній мертвій точці поршня.

ПРИЧИНИ. Кавітаційні пошкодження виникають внаслідок коливань гільзи циліндра. Такі коливання можуть з'являтися на стінці циліндра при зміні робочих циклів поршня у верхній і нижній мертвих точках та передаватися на зовнішню водяну сорочку. При відповідному русі стінки циліндра під час фази коливання виникає короткочасний вакуум, що веде до утворення у воді бульбашок пари. Зворотне коливання водяного фронту викликає схлопування бульбашок пари, причому вода, що повертається розбивається об гільзу циліндра і викликає ерозію металу. Наступні моменти сприяють розвитку кавітації:

- В охолоджуючій рідині знаходиться недостатньо антифризу, що скорочує утворення бульбашок.

- Система охолодження, наприклад, кришка радіатора негерметична. Внаслідок цього в системі охолодження не створюється необхідний тиск, що також призводить до посиленого утворення бульбашок.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

■ Гільза циліндра має в картері занадто великий люфт. Тим самим не здійснюється достатнього гасіння коливань, причиною яких є зміна робочих циклів поршня.

■ В системі використовується невідповідна охолоджуюча рідина (наприклад, з вмістом кислоти і т.п.).

■ Двигун має занадто низький температурний рівень. Внаслідок цього занадто низьким є і рівень тиску охолоджуючої рідини, що сприяє утворенню бульбашок. При цьому і поршень не досягає своєї робочої температури, має збільшений зазор і надмірно жорстку зміну робочих циклів. Занадто низький температурний рівень може мати наступні причини:

- Термостат або термовиключатель несправний.

- Вязкісна муфта вентилятора несправна, тобто вентилятор працює постійно.



Рис. 1.10. Гільза циліндра з кавітаційними ушкодженнями. Зйомка крупним планом гільзи циліндра з гострими краями і отворами, що розширюються всередину.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

1.4. Задачі кваліфікаційної роботи бакалавра

- Аналіз сучасних технологій відновлення гільз циліндрів;
- Вивчення технічних характеристик вибраних до відновлення гільз циліндрів, встановлення їх конструктивних параметрів, норм виготовлення, квалітетів точності та інше;
- Дослідження умов роботи, характеристик спряжених деталей, та розрахунок допустимих та граничних спрацювань і розмірів;
- На базі отриманих результатів технічного стану деталей, розрахунків допустимих і граничних параметрів, коефіцієнтів вибрати раціональний спосіб відновлення гільз циліндрів;
- Створити технологічну послідовність відновлення роботоздатності гільз циліндрів двигунів Д-245, з розробкою ремонтно - технологічної документації на відновлення;
- Розробити пристосування для закріплення гільз циліндрів двигунів Д-245 ;
- Провести аналіз виробничих небезпек та розробити заходи по забезпечення безпечних умов роботи на ділянці з відновлення гільз циліндрів двигунів Д-245 ;
- Розрахувати техніко-економічні показники від впровадження технології відновлення гільз циліндрів.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА РОБОТИ

2.1. Аналіз технологій виготовлення гільз циліндрів двигунів.

Гільза займає серед теплонапружених деталей двигуна особливе місце як по виконуваних функціях, так і по висунутим до неї вимогам. Забезпечення тільки однієї міцності гільзи, незважаючи на всю важливість цієї вимоги, недостатньо для тривалої і надійної роботи двигуна.

Сухі гільзи товщиною 2...4 мм запресовують або встановлюють з натягом 0,03...0,05 мм. Невелика товщина сухих гільз обумовлює при їх застосуванні економію якісних матеріалів, проте підвищений термічний опір контактної поверхні між гільзою і блоком погіршує тепловідвід від циліндра в охолоджуючу рідину. Внаслідок цього в форсованих двигунах, як правило, застосовують мокрі гільзи-втулки, що забезпечують кращу теплопередачу і легко замінні в разі пошкодження. Крім того, при їх використанні спрощується лиття блоку циліндрів. Однак жорсткість блоку зменшується, з'являється додаткова можливість для розвитку кавітаційних явищ в порожнині охолодження в результаті підвищених вібрацій мокрих гільз.

Конструкція гільзи повинна забезпечити, з одного боку, невисокий рівень напружень від монтажних зусиль і газового навантаження, а з іншого - помірний рівень температур і температурних напружень

Удосконалення гільз циліндрів полягало в підвищенні їх зносостійкості, для чого велися роботи по оптимізації геометричних розмірів і мікрогеометрії і запобігання кавітаційних руйнувань.

Велика увага була приділена технології отримання виливків. Гільзи циліндрів дизелів ММЗ виготовляють з низьколегованого чавуну з присадками міді і титану.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ		
Зм	Арк.	№ док.ум	Підпис	Дата			
Розробив		М'язко М.В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Сиволапов В.А.				28	22
Н. контр.		Ревенко Ю.І.			ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА ПРОЕКТУ НУБіП України		
Затвердив							

2.2. Вибір способу відновлення гільз циліндрів

Відновити зношену деталь — це означає відновити початкові (або близькі до них) геометричні, фізико-механічні, фізико-хімічні та інші її характеристики (властивості), тобто усунути експлуатаційні дефекти, відновити розміри, геометричну форму, структуру та фізико-механічні властивості.

Відновлення деталей - найважливіше завдання ремонтного виробництва. Дослідження показали, що працездатність та ресурс відновлених деталей становить у середньому 60...80 % цих показників для нових. Але нині відомі технологічні методи (електромеханічні, електрофізичні та інші), з допомогою яких можна повністю відновлювати початковий ресурс деталей і навіть збільшувати його.

Організація відновлення деталей дозволяє заощадити значну кількість дефіцитних матеріалів, продовжити термін служби деталей у 2...3 рази, зменшити випуск товарних запасних частин на заводах-виробниках і, зрештою, — знизити собівартість ремонту машин. Впровадження централізованого відновлення деталей, широке застосування потокових ліній, автоматизації процесів ремонту деталей та машин сприяють подальшому підвищенню ефективності ремонтного виробництва.

Класифікація технологічних методів відновлення деталей. В даний час існує багато різних технологічних методів відновлення зношених деталей, таких як: механічна та слюсарно-механічна обробка (метод ремонтних розмірів, додаткових ремонтних деталей, припилювання, шабрування, склеювання, постановки латок тощо); зварювання та наплавлення (газове, електродугове, автоматичне наплавлення під шаром флюсу, вібродугове, у середовищі захисних газів, у середовищі водяної пари, з комбінованим захистом розплавленого металу та ін.); металізація (газополум'яна, високочастотна, електродугова та плазмова); електролітичне та хімічне нарощування (залізнення, хромування, міднення, цинкування, осадження електролітичних сплавів, хімічне нікелювання та ін.); пластичне

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

деформування (осадка, роздача, обтиснення, правка та ін); електричні методи (електроіскрова або електроерозійна, електромеханічна, анодно-механічна обробка та зміцнення деталей); застосування під час ремонту деталей полімерних матеріалів; усунення дефектів паянням.

Відновлення деталей механічною обробкою. Механічну обробку широко застосовують як підготовчі та заключні операції майже при всіх методах відновлення деталей. Крім того, механічна обробка використовується як самостійний спосіб відновлення деталей під ремонтні розміри, постановкою додаткових ремонтних деталей і заміною елемента деталі. При обробці деталей під ремонтні розміри відновлюється якість пари в кінематичних парах. Ремонтним розміром називається такий заздалегідь встановлений, відмінний від заводського розміру, до якого відновлюють деталь. При цьому способі основна деталь обробляється під певний ремонтний розмір зняттям шару металу.

Спосіб ремонтних розмірів набув значного поширення при ремонті деталей, оскільки він загальнодоступний і дешевий. Відновлення деталей постановкою додаткових ремонтних деталей. Сутність цього у тому, що зношені поверхні деталей механічною обробкою видаляють і встановлюють знову виготовлені додаткові ремонтні деталі, які компенсують зношений і знятий метал (прокладки, шайби тощо. п.). Для міцного та надійного з'єднання додаткової ремонтної деталі з основної необхідно правильно вибрати посадку та спосіб кріплення. Для кріплення використовують клеї, зварювання, стопорні гвинти, штифти тощо.

Після встановлення додаткова ремонтна деталь обробляється під нормальний розмір пари. Таким чином можна відновлювати сильно зношені шийки валів і отвори деталей під номінальний розмір, не змінюючи структуру і термообробку основної деталі, отримати високу якість деталей, що відновлюються. Недоліками такого способу відновлення є те, що він може застосовуватися тільки в тому випадку, якщо конструкція деталі дозволяє зменшити діаметр валу або збільшити отвори діаметр; знижується міцність

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

деталі. Відновлення заміни частини деталі. Технологічний процес відновлення деталі цим методом складається з наступних етапів:

1) видалення дефектної частини та підготовка поверхні з'єднання (часто складні, термічно оброблені, деталі – каретки, блок шестерень, шліцеві, карданні вали та ін. – перед видаленням дефектного елемента вимагають місцеву відпустку);

2) виготовлення частини, що замінюється (матеріал замінної частини беруть такий же, як основний; виготовляють цю частину відразу ж під нормальний розмір без припусків на подальшу обробку, за винятком випадків, коли потрібно дотримання співвісності або точності взаєморозташування, що фіксується по цій частині деталі; якщо замінну частину деталі потрібно;

3) з'єднання і закріплення замінної частини (виконують посадкою на різьбленні, запресуванням і приварюванням; вали і трубчасті деталі зварюють стиковим зварюванням або зварюванням тертям; для зняття напруг, що виникли при зварюванні, застосовують нормалізацію або відпал);

4) остаточна механічна обробка та контроль (при необхідності встановлену частину обробляють під номінальний розмір і у всіх деталях перевіряють співвісність та взаємне розташування всіх елементів).

Відновлення деталей слюсарно-механічною обробкою. Штифтуванням відновлюють герметичність у невідповідних частинах корпусних деталей. Штифтування не забезпечує підвищення міцності відремонтованої ділянки, покращується лише герметичність. Сутність його полягає в тому, що спочатку засвердлюють кінці тріщини, нарізують в них різьблення і вкручують штифти. Потім у послідовності, свердлять та встановлюють інші штифти. Кожен штифт повинен перекривати сусідній приблизно на 1/3 діаметра. Штифти виготовляють із міді чи інших м'яких металів. Після встановлення головки штифтів розчekanюють і зачищають, а іноді пропаюють м'яким припоєм. Постановкою латок відновлюють пробоїни і тріщини в корпусних деталях, деталях оперення, рамах тощо. Встановлюють межі тріщини (розміри пробоїни), зачищають і кінці засвідчують. Розмір латки має бути

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

таким, щоб вона виходила за краї пробоїни або тріщини на 15...20 мм. Кріплять лату гвинтами або заклепками на відстані 10...15 мм одна від одної, приварюють контактним або газовим зварюванням.

Відновлення гільз циліндрів розточуванням під ремонтний розмір

Технологія ремонту полягає в розточуванні гільзи по внутрішньому діаметру під збільшений ремонтний розмір. За розробленою технологією для ремонту застосовуються гільзи, що мають знос внутрішнього діаметру не більше 0,35 мм на діаметр і овальність зовнішніх посадочних поясоків не більше 0,14 мм. Технологія ремонту під ремонтний розмір для гартованих гільз базується на умові збереження твердості загартованого шару і після механічної обробки.

Згідно технічним умовам на виготовлення нових гартованих гільз твердість робочої поверхні повина бути не нижче HRC 40.

Проте, проведені дослідження не підтвердили наявності необхідної твердості після зняття частини загартованого шару. Так, замість необхідної твердості HRC 40, твердість коливається в межах HRC 33..36. Це викликає зниження моторесурсу відновлених гільз.

Відновлення гільз циліндрів металізацією

Спосіб відновлення гільз циліндрів металізацією полягає в нанесенні на заздалегідь підготовлену поверхню гільзи зносостійкого металевого шару електродуговою металізацією. Гільзи, відновлені даним способом, відрізняються високою зносостійкістю і не поступаються новим. Проте недоліки способу відновлення обмежили практичне його застосування (табл. 1).

Гальванічні способи відновлення гільз циліндрів.

2.5. Відновлення деталей електролітичними покриттями

Для відновлення деталей машин, що мають невеликі зношення (0,1...0,5 мм), в даний час широко застосовують електролітичні та хімічні методи нарощування. Тверді зносостійкі покриття хрому вперше отримані та використані для відновлення зношених деталей на початку 30-х, заліза – у

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

середині 40-х років. У сучасному ремонтному виробництві поряд з цими видами покриттів застосовуються: нікелювання, міднення, цинкування, електролітичні сплави тощо. п. Для відновлення малозношених деталей (наприклад, плунжерів) використовують хімічне осадження металів (без електричного струму). Окрім отримання зносостійких покриттів електролітичне і хімічні осади застосовують для захисно-декоративних цілей, а також для нанесення підшару за інших технологічних методів відновлення деталей. Успішне застосування в ремонтному виробництві електролітичного та хімічного нарощування стало можливим через їх переваги:

1. Електролітичним нарощуванням можна отримувати рівномірні по товщині покриття з твердістю від 1000 до 12 000 МПа. Широкі межі регулювання твердості (у більшості випадків без термічної обробки) дозволяють відновлювати велику номенклатуру деталей, що значно відрізняються конструктивно-технологічними характеристиками та умовами експлуатації.

2. У процесі нарощування не змінюється структура основного металу деталі.

3. Методи електролітичного нарощування дозволяють одночасно відновлювати значну кількість деталей, що підвищує техніко-економічні показники застосовуваних технологічних процесів.

4. Технологічний процес нарощування легко піддається автоматизації. Електроліти, що застосовуються, можна використовувати багаторазово.

Як недоліки методу можна відзначити порівняно низьку продуктивність нарощування; великий цикл підготовчих операцій перед нарощуванням; значне виділення шкідливих речовин (хлору, кислотних випарів тощо).

Теоретичні основи електрокристалізації металів. Сутність процесу електролізу. Відомо, що якщо у водні розчини деяких солей, основ або кислот, званих електролітами, помістити два електроди — анод і катод — і підключити їх до джерела струму, то протікатиме електрохімічна реакція (процес). Електрохімічні процеси, результатом яких є виділення на катоді

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

металу, використовуються за певних умов електролізу для відновлення зношених деталей. Крім того, на катоді та аноді протікають побічні електрохімічні реакції, що супроводжуються виділенням газів.

Процес електрохімічного осадження металу підпорядковується законам Фарадея для електролізу:

1. Кількість речовини, що виділяється або розчиняється на електродах при електролізі прямо пропорційно еквівалентній масі речовини.

2. Кількість речовини, що виділяється або розчиняється на електродах при електролізі прямо пропорційно кількості електрики, що витрачається на це.

Еквівалентна маса речовини (елемента) — це відношення молекулярної (атомної) маси речовини (елемента) для її валентності. Еквівалентна маса, виражена в грамах, називається грам-еквівалентом. Для виділення при електролізі 1 г-екв будь-якої речовини необхідно пропустити через електроліт 26,8 А год (або 96 494 Кл) електрики. Це число називається постійним Фарадея. Маса речовини, виділеної під час проходження 1 А•год електрики називається електрохімічним еквівалентом Фарадея: де P - число Фарадея, А•год.

Теоретичну (розрахункову) масу речовини, що виділилася при електролізі, визначають за формулою. Так як на катоді, крім виділення металу, протікають побічні процеси, на які витрачається електрика, то фактична маса отриманого при електролізі металу менша за розрахункову. Тому ККД електрохімічних процесів оцінюють виходом металу по струму: Вплив кінетики процесів на якість електролітичного покриття. Головне завдання при отриманні електролітичних покриттів у ремонтному виробництві – високі фізико-механічні властивості; для задовільної роботи відновлених деталей у вузлах тертя електролітичний метал повинен володіти високими твердістю, зносостійкістю та ін. Процес електрокристалізації металів і двох фаз: виникнення центрів кристалізації та зростання зародилися кристалів.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

На кінетику електрокристалізації металу та його фізико-механічні властивості впливає багато факторів: концентрація електроліту; наявність в електроліті солей (кислот), іони яких не осідають у покриття; наявність в електроліті органічних речовин; сила струму; температура електроліту; швидкість міграції іонів; розсіююча здатність електроліту та ін. Зменшення у складі електроліту концентрації іонів виділяється металу (до оптимальних меж) сприяє підвищенню швидкості утворення нових зародків і, отже, отриманню більш дрібнозернистої структури покриття. Концентрація іонів нижче оптимальної межі викликає зменшення катодної щільності струму. Катодна щільність струму при електролізі D_k - це відношення сили струму процесу (в амперах) до площі, що покривається (в dm^2). Це призводить до збіднення прикатодного шару іонами металу, що виділяється, і значного зниження продуктивності процесу осадження або повного припинення формування покриття.

Включення в електроліт солей і кислот, іони яких не беруть в облогу (натрій, калій та ін.), підвищує щільність струму катодного процесу, оскільки ці іони відіграють роль «паралельних провідників». Це сприяє отриманню дрібнозернистої структури покриття. При додаванні в електроліт органічних речовин (гліцерин, декстрин, желатин та ін) отримують дрібнозернистий осад, так як утворюються при цьому колоїдні розчини обволікають кристали, що ростуть, і блокують їх зростання.

Збільшення сили струму процесу призводить до зростання катодної щільності сили струму, підвищення продуктивності осадження та подрібнення структури осаду. Однак дослідженнями встановлено, що значне підвищення щільності струму призводить до порушення співвідношення і, отже, отримання пухких опадів, що мають низькі фізико-механічні властивості.

Підвищення температури електроліту сприяє утворенню великозернистих опадів. Тому в практиці стали широко застосовувати

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

холодні електроліти, температура яких не перевищує 50°C. Проте продуктивність осадження у своїй знижується в 1,2...1,5 разу.

З метою прискорення процесів міграції іонів металу, що осаджується, застосовують активне перемішування електроліту (механічними мішалками, повітряним потоком тощо). При цьому збільшується швидкість дифузії іонів та створюються умови для отримання дрібнозернистих та щільних опадів. На якість електролітичних покриттів великий вплив надає здатність електроліту, що розсіює, т.е. е. його властивість до утворення рівномірних опадів за товщиною усім ділянках деталі складної конфігурації. Розсіювальна здатність залежить від складу електроліту та інших умов процесу осадження. Великий вплив на рівномірність покриття надає взаємне розташування катода та анода, а також кількість анодів.

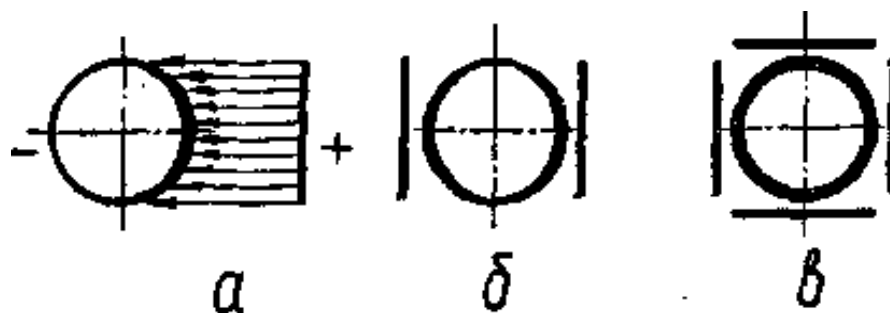


Рис. 2.3. Схеми розташування анодів при електролізі: а - з одного боку; б - з двох сторін; в - з чотирьох сторін

З рис. 2.3 видно, що з застосуванням додаткових анодів, рівномірно розташованих навколо деталі-катода, рівномірність покриття збільшується. Існують інші прийоми, що сприяють підвищенню рівномірності електролітичних покриттів. На якість покриттів впливають також кислотність електроліту, його склад, розташування деталі-катода по відношенню до анода, стінок, дна ванни та інші умови.

Залізнення деталей. Залізнення має низку важливих переваг порівняно з іншими методами електролітичного осадження металів: висока

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

продуктивність нарощування; можливість отримувати товсті покриття (до 2 мм та більше) з високими фізико-механічними властивостями; матеріали для отримання електролітів недорогі та недефіцитні. Висока продуктивність осадження заліза пояснюється високим виходом заліза по струму (90...95 %) та великим значенням електрохімічного еквівалента заліза: $e = 1,042$, що майже втричі вище, ніж для хрому $e = 0,324$.

В даний час для залізнення застосовують холодні та гарячі, а також сірчаноокислі та хлористі електроліти, склади яких наведені в таблицях. Гарячі електроліти неекономічні і незручні в експлуатації. Ці; для їх нагрівання необхідна велика витрата пари або електроенергії, вони потребують частого коригування складу та режимів. Однак мають високу продуктивність осадження. Холодні електроліти, розроблені в Кишинівському сільськогосподарському інституті під керівництвом Ю.М.Петрова, мають високу стійкість проти окислення і позбавлені вище зазначених недоліків. Сірчаноокислі електроліти меншою мірою схильні до окислення і мають меншу агресивність; хлористі дозволяють використовувати процеси осадження при високих густинах струму (60 А/дм^2), що значно підвищує продуктивність нарощування та твердість. Залежність твердості електролітичного заліза від густини струму дана в таблиці. Для ремонтного виробництва найперспективнішими є електроліти № 1, 2, 3.

Фізико-механічні властивості залізних покриттів залежать від складу, кислотності та температури електроліту, режимів електролізу. Наявність в електроліті гідразину та аскорбінової кислоти створює умови для отримання дрібнозернистої структури осаду, оскільки вони стабілізують електрохімічні процеси, перешкоджають окисленню електроліту. В даний час створені електроліти з органічними компонентами (фенолсульфатний, гліцеринсульфатний та ін) на основі залізоорганічних сульфокислот. Покриття з цих стабільних, практично неокислюваних електролітів виходять щільні, дрібнозернисті. При залізнінні, як правило, використовують розчинні аноди з маловуглецевої сталі 10...20. Для зменшення забруднення електроліту

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

шламом (продуктом розчинення сталі) аноди поміщають у чохли зі склотканини.

Спосіб відновлення гільз нагрівом (термопластичне деформування - ТПД). Суть способу полягає у зменшенні внутрішнього діаметру гільзи при швидкому нагріванні зовні і одночасному охолодженні з внутрішньої сторони.

На рис. 2.3 показана схема відновлення гільз циліндрів нагрівом.

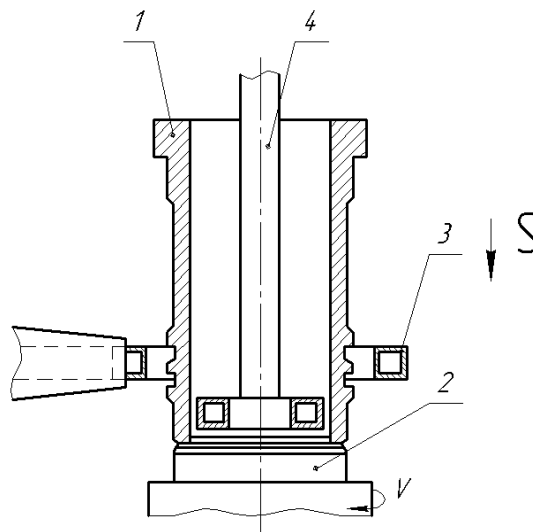


Рис. 2.3. Спосіб відновлення гільз нагрівом

1 - зношена гільза, 2 - оправляня що обертається, 3 - індуктор, 4 - спреєр.

Зношена гільза 1 після попереднього очищення і промивання встановлюється на оправку 2, що обертається. Спочатку виконується процес безперервно-послідовного нагріву-охолодження нижньої частини гільзи на висоту 15 мм від її торця. В цьому випадку опорною поверхнею гільзи служить її верхній торець. Потім гільза перевертається (опорною поверхнею стає нижній торець) і при русі гільзи відносно індуктора 3 від низу до верху виконується нагрів її струмами високою частоти. Коли нижній торець гільзи дійде до індуктора, виконується реверс руху, вимикається подача води, що охолоджує, через спреєр 4 і відбувається безперервно-послідовний процес нагріву-охолодження гільзи.

Не дивлячись на різноманітність розроблених способів відновлення гільз циліндрів, найбільше поширення в ремонтному виробництві отримав спосіб

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

розточування під ремонтний розмір. Маючи значні перевагами, спосіб має і істотні недоліки, основний з них низький ресурс відновленої гільзи.

Відновлення гільзи циліндрів встановленням ремонтної втулки (гільзуванням).

Зношений циліндр можна відновити шляхом встановлення ремонтної втулки (гільзуванням). Даний спосіб застосовують і тоді, коли в циліндрі утворилися глибокі задири або пробоїни, за наявності яких традиційні розточування і хонінгування неефективні.

Ремонт методом гільзування обходиться дешевше купівлі нового двигуна.

Для відновлення двигунів з чавунними блоками застосовують втулки з зносостійких легованих чавунів, а з цільноалюмінієвими, як правило, - спеціальні алюмінієві гільзи. Основні технологічні прийоми ремонту блоків з різних матеріалів схожі і відрізняються лише в деталях.

За способом встановлення розрізняють «сухі» і «мокрі» гільзи. «Сухі» безпосередньо не контактують з охолоджуючою рідиною і тримаються в блоці за рахунок сил тертя (встановлюються у попередньо підготовлені гнізда зношених циліндрів з натягом). Вони монтуються термічним способом або запресовуються «на холодну».

2.3. Відновлення зовнішньої поверхні гільз циліндрів.

Масове і якісне відновлення гільз циліндрів дозволяє зекономити велику кількість металу та знизити витрату запасних частин.

Відновлення гільз циліндрів здійснюють в такій послідовності: очищення, дефектація, усунення кавітаційних руйнувань, направлення посадочних поясків, розточування гільз, чорнове хонінгування, напівчистове хонінгування, підрізання бурта, чистове хонінгування, контроль.

Очищення зовнішньої поверхні гільз від нашарувань, накипу і корозії роблять сталлюю щіткою на верстаті (токарному або спеціальному). Очищення гільз роблять також у спеціальній установці ОМ-21601 за допомогою металічного піску, кісточкової крихти і флюсу. Продуктивність

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

установки - 40 гільз в годину, робочий тиск стиснутого повітря - 0,5.. .0,6 МПа.

2.4. Відновлення внутрішньої поверхні гільз циліндрів.

Коротко розглянемо рекомендовані операції, яке використовується обладнання, пристосування, інструменти, матеріали і технічні умови основного маршруту відновлення гільз циліндрів.

Очищення. Забруднення поверхонь гільз циліндрів видаляють за допомогою водних розчинів технічних мийних засобів (ТМЗ). ТМЗ є багатокomпонентні композиції, включають в свій склад поверхнево - активні речовини (ПАР) і активні сольові добавки (карбонати, силікати, фосфати). Найбільш ефективно очищення від відкладень накипу, нагару, продуктів корозії проводиться лужним розплавом. Розплав складається з наступних компонентів (% по масі): гідроксид натрію - 60 ... 70, нітрат натрію - 25 ... 35, хлорид натрію - 5. Деталь витримують у розчині 5 ... 12 хвилин, промивають в проточній воді, протруюють в кислотному розчині і промивають в гарячій воді.

Установку для мийки та очищення вибирають в залежності від середнього обсягу відновлюваних деталей. При великому обсязі деталей керуються картою типового технологічного процесу очищення (КТТП).

Дефектація. Явні непереборні дефекти гільз циліндрів можна визначити візуальним контролем (тріщини, відколи, раковини від іржі поруч з опорним бурти, також коли їх кількість перевищує норму).

Приховані непереборні дефекти визначають за допомогою пристосувань і приладів (засобів неруйнівного контролю).

Розрахунок режимів різання при розточуванні циліндрів зводиться до визначення глибини різання (t), подачі (S), швидкості різання (V_p), обертів шпинделя (n) і машинного (основного) часу (t_m). Для даного діаметру глибину різання обираємо $t=0.4$ мм. Подачу (S) визначається з урахуванням вимог до чистоти розточеної поверхні. Обираємо $S=0,1$ мм/об. Швидкість різання (V_p)

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

при розточці визначають з урахуванням стійкості різця, величини подачі, глибини різання і матеріалу оброблюваної деталі. Термічно необроблені циліндри розточуються різцями, що обладнані пластинками із твердих сплавів ВК-6, ВК-8, а термічно оброблені – ВК-2, ВК-3. Гільза циліндра двигуна «Дойц» відливається із спеціального чавуну і піддаються термічній обробці. Швидкість різання при розточці незагартованих чавунних циліндрів і гільз рекомендується обирати в межах 100...200 м/хв.

$$n=(1000*V_p)/(\pi*D_p)=(1000*120)/(3,14*114)=364 \text{ об/хв.} \quad (2.4.1)$$

Отримані в процесі розрахунку оберти і основний машинний час

уточнюються відповідно до паспортних даних верстата і логарифмічної діаграми. Після коректування обертів визначаємо фактичну швидкість різання. Згідно з даними паспорта верстата 277А обираємо $n=380$ об/хв.

Тоді:

$$V_p=(\pi*D_p*n)/1000=(3,14*114*380)/1000 = 122 \text{ м/хв.} \quad (2.4.2)$$

$$t_m=L/(n*S), \text{ хв.} \quad (2.4.3)$$

де L – довжина шляху різця, мм; $L = l+l_1+l_2$; l – довжина циліндра, мм; $l=225$ мм; l_1 – величина врізання різця (1,5...2 мм), $l_1 = 1,5$ мм; l_2 – величина перебігу різця (1,5...2 мм), $l_2 = 1,5$ мм;

$$L = 243+1,5+1,5 = 246 \text{ мм}$$

$$t_m = 246/(380*0.1) = 10,1 \text{ хв}$$

Налагодження верстата здійснюється на задане число обертів і подачу за допомогою відповідних рукояток. При такому режимі різання овальність та конусність гільз знаходиться у межах 0,01...0,03 мм, шорсткість поверхні дорівнює $R_a=0,63...0,32$ мкм. При такій обробці припуск на хонінгування не перевищує 0,04...0,05 мм, що дозволяє скоротити витрати на хонінгування на 30...40%.

Розточування гільзи під номінальний розмір. Визначаємо глибину різання (t), подачу (S), швидкість різання (V_p), оберти шпинделя (n) і машинний (основний) час (t_m). Обираємо глибину різання $t = 0,25$ мм. Подача

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

визначається з урахуванням потреб до чистоти розточеної поверхні перед хонінгуванням і паспортних даних верстата. Обираємо $S=0,05$ мм/об, як найбільш оптимальну.

Запресування тонкостінної втулки.

Маємо з'єднання двох деталей з натягом. Основними характеристиками цього з'єднання є час запресування (t_3) та зусилля запресування (P_n).

Час запресування приблизно складає $t_3=8$ хв.

Визначаємо зусилля запресування:

$$P_n = \pi * d * l * p_{max} * f_n \quad (2.4.8)$$

Де d – номінальний діаметр з'єднання, мм; $d=134$ мм;

l – довжина опорної поверхні з'єднання, мм; $l = 243$ мм;

f_n – коефіцієнт тертя при запресуванні,

$$f_n = (1.15 \dots 1.20) * 0.085 = 0.098 \dots 0.102$$

p_{max} – максимальний питомий тиск, який створюється на поверхні з'єднаних деталей після запресування при використанні вибраної стандартної посадки, Па;

$$p_{max} = N_{max} / (d * (C_D / E_D + C_d / E_d)) \quad (2.4.9)$$

E_D, E_d – модулі повздовжньої пружності матеріалів гільзи і тонкостінної втулки, $E_D = E_d = 10^{11}$ Н/м²;

C_D, C_d – коефіцієнти, які залежать від розмірів деталі та коефіцієнта Пуансона:

Пуансона:

$$C_D = (D^2 + d^2) / (D^2 - d^2) + \mu_D \quad (2.4.10)$$

$$C_d = (d^2 + d_0^2) / (d^2 - d_0^2) - \mu_d \quad (2.4.11)$$

Де D – зовнішній діаметр гільзи, $D = 130$ мм;

d_0 – внутрішній діаметр тонкостінної втулки, $d_0 = 109$ мм;

μ_D, μ_d – коефіцієнт Пуансона відповідно для матеріалу гільзи і тонкостінної втулки, $\mu_D = \mu_d = 0.25$;

$$C_D = (130^2 + 114^2) / (130^2 - 114^2) + 0.25 = 7,90$$

$$C_d = (114^2 + 109^2) / (114^2 - 109^2) - 0.25 = 22,06$$

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

N_{max} – найбільший натяг вибраної за ГОСТом посадки з урахуванням шорсткості поверхонь, $N_{max} = 50$ мкм;

$$P_{max} = 50 / (114 * (7.90 / 10^{11} + 22.06 / 10^{11})) = 0,011 * 10^{11} \text{ Н/м}^2$$

Визначаємо зусилля запресування:

$$P_n = 3,14 * 114 * 243 * 0,011 * 10^5 * 0,1 = 115 * 10^5 \text{ Н}$$

2.5. Обґрунтування граничних та допустимих при ремонті розмірів циліндро-поршневої групи двигунів Д-245

Граничні та припустимі при ремонті спрацювання деталей та їх спряжень можуть бути визначені експериментальним, а також аналітичним способами. Розрахунках зробимо аналітичним способом. Він ґрунтується на використанні кореляційних залежностей між величиною спрацювань і такими їх конструктивними характеристиками як розмір, вид посадки, точність та ін.

2.3.1. Дано з'єднання гільзи циліндрів 245-1002021 та поршня 245-1004021 двигунів Д-245. Діаметр гільзи циліндра складає $D = 110^{+0,02}$ мм, а зовнішній діаметр поршня складає $d = 110^{-0,10}_{-0,12}$ мм. Потрібно визначити їх граничні та допустимі при ремонті спрацювання (розміри).

Цю задачу вирішуємо в наступній послідовності.

1. Визначаємо номінальні зазори в з'єднанні:

$$S_{\max} = D_{\max} - d_{\min} = 110,02 - 109,88 = 0,14 \text{ мм,}$$

$$S_{\min} = D_{\min} - d_{\max} = 110,00 - 109,90 = 0,10 \text{ мм,}$$

де D_{\min} , D_{\max} – мін. та макс. розміри внутрішнього діаметра гільзи, мм;

d_{\min} , d_{\max} – мін. та макс. розміри поршня, мм.

2. Визначаємо поля допуску на розміри гільзи (T_D) та поршня (T_d):

$$T_D = E_S - E_I = 0,02 - 0,0 = 0,02 \text{ мм}$$

$$T_d = e_s - e_i = -0,10 - (-0,12) = 0,02 \text{ мм}$$

де E_S , E_I – верхнє та нижнє відхилення гільзи;

e_s , e_i – верхнє та нижнє відхилення поршня, мм.

3. Визначаємо допуск посадки (T_{SK}):

$$T_{SK} = T_D + T_d = 0,04 \text{ мм.}$$

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		47

4. Для з'єднання гільзи циліндрів та поршня визначаємо граничні ($I_{\text{спр}}$) і допустимі ($I_{\text{сдоп}}$) при ремонті спрацювання спряжених поверхонь деталей

$$I_{\text{спр}} = 2,5D + 6,8T_{\text{СК}} - 0,6S_{\text{мін}} - 20 = 2,5 \cdot 110 + 6,8 \cdot 40 - 0,6 \cdot 100 - 20 = \\ = 464 \text{ мкм} = 0,46 \text{ мм}$$

$$I_{\text{сдоп}} = 110 + 0,2S_{\text{мін}} - 0,7D + 0,5T_{\text{СК}} = 110 + 0,2 \cdot 100 - 0,7 \cdot 110 + 0,5 \cdot 40 = \\ = 73 \text{ мкм} = 0,07 \text{ мм},$$

- де розмірність мінімальний зазор в з'єднанні та допуск посадки береться в мікрометрах.

5. Визначаємо граничні та допустимі спрацювання гільзи ($I_{\text{Дпр}}$ та $I_{\text{Ддоп}}$):

$$I_{\text{Дпр}} = (T_{\text{Д}}/T_{\text{СК}}) \cdot I_{\text{спр}} = (0,02/0,04) \cdot 0,46 = 0,23 \text{ мм}$$

$$I_{\text{Ддоп}} = (T_{\text{Д}}/T_{\text{СК}}) \cdot I_{\text{сдоп}} = (0,02/0,04) \cdot 0,07 = 0,035 \text{ мм}$$

6. Визначаємо граничні та допустимі спрацювання поршня ($I_{\text{дпр}}$ та $I_{\text{ддоп}}$):

$$I_{\text{дпр}} = (T_{\text{д}}/T_{\text{СК}}) \cdot I_{\text{спр}} = (0,02/0,04) \cdot 0,46 = 0,23 \text{ мм}$$

$$I_{\text{ддоп}} = (T_{\text{д}}/T_{\text{СК}}) \cdot I_{\text{сдоп}} = (0,02/0,04) \cdot 0,07 = 0,035 \text{ мм}$$

7. Визначаємо граничні та допустимі при ремонті зазори в з'єднанні деталей ($S_{\text{пр}}$ та $S_{\text{доп}}$):

$$S_{\text{пр}} = I_{\text{Дпр}} + I_{\text{дпр}} + S_{\text{макс}} = 0,46 + 0,14 = 0,60 \text{ мм}$$

$$S_{\text{доп}} = I_{\text{Ддоп}} + I_{\text{ддоп}} + S_{\text{макс}} = 0,035 + 0,035 + 0,14 = 0,21 \text{ мм}.$$

Граничні та допустимі при ремонті зноси та розміри деталей

циліндро-поршневої групи двигунів Д-245 заносимо таблицю 2.1.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Граничні та допустимі при ремонті зноси та розміри деталей
циліндро-поршневої групи двигунів Д-245

Но- мер поз.	Спряжені деталі		Розмір за креслен- ням, мм	Натяг (-), зазор (+), мм		
	Назва	Позна-чення		За крес- ленням	До- пусти- мий	Гра- нич- ний
1	Гільза циліндра	245-1002021	$\text{Ø}110^{+0,02}$	+0,10	+0,21	+0,60
	Поршень	245-1004021	$\text{Ø}110^{-0,10}_{-0,12}$	+0,14		

Поняття про маршрутну технологію відновлення деталей. Деталі сільськогосподарської техніки, що надходять у ремонт, зазвичай мають кілька дефектів. Проектування технологічних процесів відновлення деталей здійснюється за дефектною та за маршрутною технологією.

При дефектній технології кожен з дефектів деталі розробляється самостійний технологічний процес відновлення і технологічна карта. Так як на відновлення надходить партія деталей, що мають різні дефекти, то для усунення всіх дефектів кожної конкретної деталі необхідно застосувати кілька технологічних процесів (і, отже, розробити кілька карт). При відновленні слід встановити раціональну послідовність усунення дефектів: спочатку повинні реалізуватися технологічні процеси, які значною мірою впливають на стан поверхні (наплавлення, термообробка), потім ті, які усувають сліди попередньої обробки і надають деталі необхідної геометричної форми, розміри, шорстки. (шліфування, полірування і т. д.). Однак організаційно в умовах підефектної технології відновлення деталей спланувати і врахувати це важко. Недоліком цієї технології є також те, що на відновлення деталі розробляється громіздка первинна документація, тому підефектна технологія відновлення збереглася тільки на ділянках з одиничним типом виробництва.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		48

Маршрутна технологія характеризується розробкою комплексного технологічного процесу відновлення кількох дефектів. У цьому дефекти деталі розбиваються кілька груп (технологічних маршрутів). Поєднання дефектів кожного маршруту має характеризуватися спільністю застосовуваних відновлення технологічних методів, і навіть економічної доцільністю. Так, в один технологічний маршрут переважно включати дефекти, що усуваються наплавленням, в інший - гальванічним нарощуванням і т.п. буд. Виконання слюсарних та механічних операцій можна передбачити у всіх маршрутах. Поєднання дефектів у маршрутах встановлюється з урахуванням дослідно-статистичних даних аналізу організації відновлення деталей ремонтних підприємствах. Кожному маршруту надається номер і розробляється єдина маршрутно-технологічна карта відновлення деталі. Слід зазначити, що кількість маршрутів має бути мінімальною, щоб не ускладнювати організацію ремонтного процесу. Маршрутна технологія дозволяє підвищити продуктивність праці, чіткіше спланувати організацію відновлення деталей та знизити собівартість продукції.

Загальні принципи та положення проектування технологічних процесів відновлення зношених деталей аналогічні тим, які раніше розглянуті для механічної обробки деталей. Вихідні дані для розробки технологічних процесів відновлення деталей: робоче креслення деталі, виконане відповідно до вимог стандартів на ремонтну документацію; перелік дефектів деталі; основні відомості про умови роботи деталі у вузлі, що ремонтується, та видах зношування; довідкові матеріали про технологічні методи, за допомогою яких можливе усунення дефектів; технологічна документація на відновлення цієї деталі (при модернізації існуючого технологічного процесу на даному підприємстві); відомості про досвід відновлення деталей цього найменування на передових підприємствах (при розробці нового технологічного процесу); технологічний процес виготовлення та робоче креслення нової деталі (для технологічної наступності між виготовленням та ремонтом деталі); програма

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

випуску деталей; різні довідкові матеріали (каталоги технологічного обладнання, пристроїв, інструменту, довідники за режимами обробки, технічним нормуванням операцій тощо).

Послідовність проектування технологічних процесів відновлення деталей. Рекомендована послідовність при проектуванні технологічних процесів відновлення деталей:

1. Аналіз технологічного процесу виготовлення нової деталі.
2. Аналіз умов роботи деталі у поєднанні, видів та процесів її зношування.
3. Аналіз дефектів деталі та вибір можливих технологічних методів відновлення, вибір технологічних баз для обробки.
4. Розробка попереднього маршруту відновлення, розчленування його на технологічні операції.
5. Вибір технологічного обладнання, пристроїв, робочого інструменту, засобів контролю та вимірювань.
6. Обґрунтування загальних та операційних припусків та допусків на обробку.
7. Встановлення режимів та норм часу виконання операцій.
8. Техніко-економічне обґрунтування оптимального варіанта технологічного процесу відновлення деталі.
9. Розробка технологічної документації на відновлення деталі. Багато з цих питань вирішуються так само, як і при проектуванні технологічних процесів механічної обробки деталей.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

3. КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА РОБОТИ

3.1. Розробка конструкції пристосування для закріплення гільз та обґрунтування необхідності його застосування.

Проектом передбачається впровадити пристосування для закріплення гільз під час токарної обробки, включаючий в себе, оправку конус, шпильку, кільця та цанги. Всі ці деталі зображені у вигляді складального креслення та деталювань на листах.

Розробка пристосування обґрунтовується специфікою обробки гільз на токарних копіювальних багато різцевих верстатах. Дослідження технологічного процесу показали, що економічно доцільніше обробляти з одного установу зовнішні та внутрішні фаски, торці та зовнішню поверхню гільзи. Це пристосування дає можливість підводу інструменту до торців гільзи та внутрішніх фасок.

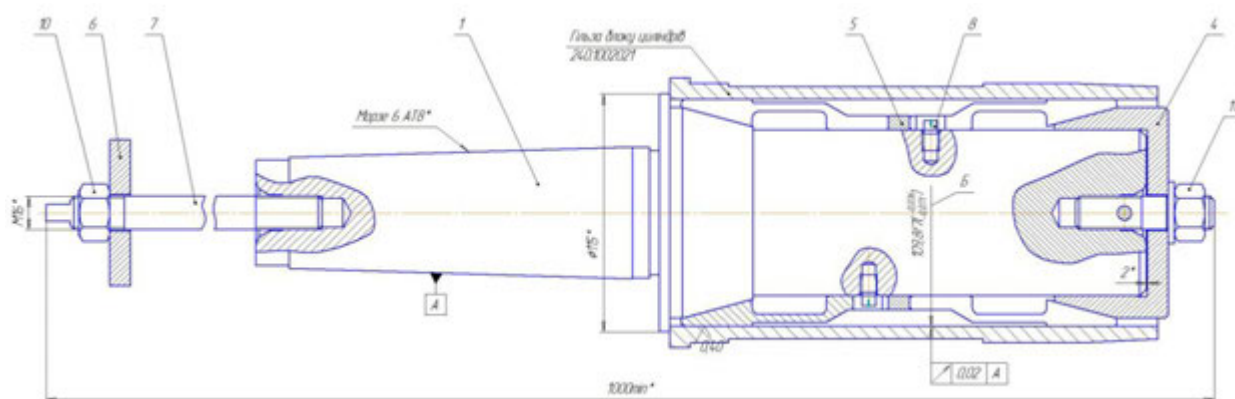


Рисунок 3.1. Оправка для проточки гільзи двигуна Д-245

Пристосування забезпечує міцне утримання гільзи під час токарної обробки, виключаючи обертання та зсування в осьовому напрямку під дією сил які прикладаються до гільзи ріжучим інструментом. Також забезпечується надійне базування гільзи.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ		
Зм	Арк.	№ док.ум	Підпис	Дата			
Розробив		М'язко М.В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Сиволапов В.А.				49	16
Н. контр.		Ревенко Ю.І.			КОНСТРУКТОРСЬКА ЧАСТИНА РОБОТИ НУБіП України		
Затвердив							

Принцип роботи пристосування заключається в тому що, під дією зусилля від закріплюючої гайки, конус пересувається по оправці відносно цанги. Цанга під дією конуса збільшується в діаметрі та щільно, з достатнім зусиллям, прилягає до внутрішньої поверхні гільзи.

Пристосування закріплюється в шпindel токарного верстату за допомогою конуса Морзе та фіксуючого болта. Протилежний кінець гільзи фіксується центром задньої бабки.

При закріпленні гільзи використовується рухомий упор, який забезпечує базування гільзи по довжині. Після закріплення упор відводиться з робочої зони для забезпечення доступу ріжучого інструменту.

Основною закріплюючою частиною пристосування являється цанга, по технологічній рекомендації, для виготовлення цанги використовуємо сталь 12ХНЗА. Робочу частину загартовують до твердості HRC 55 – 62. хвостова частина підлягає відпуску до твердості HRC 30 – 40.

Упор вільно обертається на осі яка закріплюється на станіні токарного верстату.

3.2. Розрахунок на міцність основних деталей конструкції пристосування.
Зусилля різання при токарній операції розраховується по формулі:

$$P_{z,y,x} = 10C_p t^x s^y v^n K_p \quad (3.1)$$

де: t-довжина леза різця; постійна C_p та показники ступені x, y, n для розрахункових умов обробітку для кожної з складових сил різання беремо з довідника; K_p - поправочний коефіцієнт враховуючий фактичні умови різання ,також беремо з довідника.

Так як P_z є головною складовою зусилля різання, то ми підраховуємо тільки її. $P_z = 4920 \text{ Н}$;

Проведемо розрахунок на міцність основних деталей пристосування. Так як розміри та форма деталей застосованої конструкції відомі, то розрахунок буде перевірочним.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Розрахунок цанги

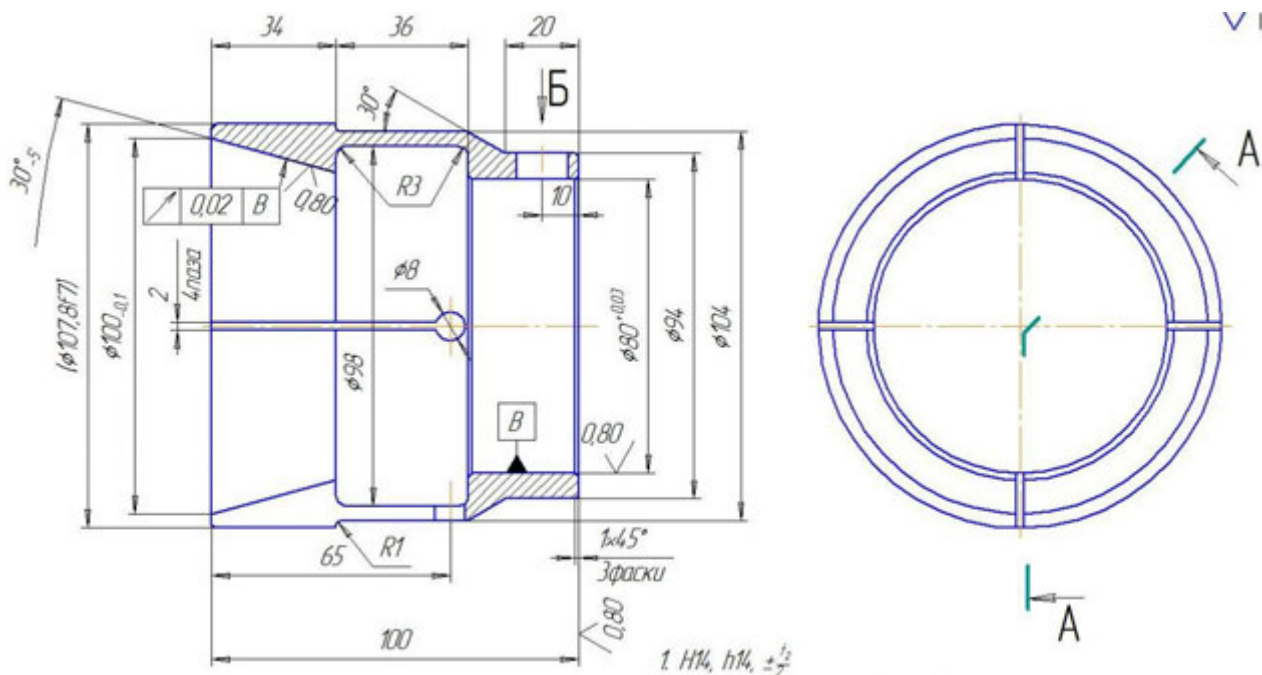


Рисунок 3.2. Цанга

Сила тяги цанги дорівнює

$$W = \left(Q + \frac{3EJ}{l^3} yn \right) [tg(\alpha + \varphi_1) + tg\varphi_2] \quad (3.2)$$

За рахунок того що цанга пересувається по поверхні оправки по прямій циліндричній поверхні в напрямленні дії сили W , то $tg \varphi_2 = 0$ і формула приймає вигляд

$$W = (Q + Q') \left[tg\left(\frac{\alpha}{2} + \varphi_1\right) \right]$$

Де Q - передаюча на заготовку сила затискання;

D – зовнішній діаметр поверхні лепестка цанги, см; h – товщина лепестка, см; α_1 – половина кута сектора лепестка цанги, рад; l – довжина лепестка цанги, см; n – кількість лепестків у цанзі; y – стріла прогину лепестка, т.б. радіальний зазор між цангою та заготовкою.

$\alpha = 30^\circ$; $D = 128$ мм; $h = 27$ мм; $\alpha = 15^\circ$; $l = 6,5$ см; $n = 4$; $y = 5$ мм;

Q -передаючу на заготовку силу затискання визначаємо

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
------	------	----------	--------	------

(3.4)

$$Q = \frac{\sqrt{\frac{M^2}{r^2} + P^2 K}}{f'}$$

$$M = Pz D, \quad (3.5)$$

Де r - радіус базової поверхні заготовки, м;

M – момент, передаючий цангою, у Нм

P – вістова сила, зрушуючи заготовку, у Н;

f - коефіцієнт тертя між заготовкою та цангою;

K – коефіцієнт запасу міцності;

Підставляючи вихідні данні у формулу підраховуємо:

$$M = 4920 \times 160 = 7872,0 \text{ Нм}$$

$$r = 129 \text{ мм}; P = P \cdot x = 414; F = 0,18; K = 1,5; Q = 188765 \text{ Н}$$

Для цанги з чотирма лепестками:

$$Q' = 200 \frac{\Delta D^3 S}{l^3} \quad (3.6)$$

Маючи всі вихідні данні визначаємо: $W = 32684,9 \text{ Н}$.

Розрахунок оправки

Складемо розрахункову схему оправки з вказанням геометричних параметрів та найбільш небезпечних перерізів оправки:

Визначимо напруження у перерізі А – А . Матеріал штока – сталь 40Х, нормалізована. Допустиме напруження $[\sigma] = 145 \text{ МПа}$.

В перерізі А-А шток має різьбу М16×2, внутрішній діаметр

$$d_{\text{вн.}} = 13,835 \text{ мм} = 0,013835 \text{ м. Зусилля розтягу } Q = 3924 \text{ Н.}$$

З умови міцності по напруженням розтягу знаходимо [20] :

$$\sigma_p^{\text{max}} = \frac{Q}{F_1} = \frac{4Q}{\pi d_1^2} = \frac{4 \cdot 3924}{3,14 \cdot 0,013835^2} = 26116473 \text{ Н/м}^2, \quad (3.7)$$

де F_1 – площа штока у перерізі А – А

$$F_1 = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (3.8)$$

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

Приймаємо: $\sigma_p^{max} = 26,1 \text{ МПа} < [\sigma]$.

Висновок: прийняті діаметр та матеріал оправки задовольняють умовам міцності при розтязі, як бачимо при перевірці на міцність характерного перерізу даної оправки.

3.3. Розробка пристосування для розточування гільз циліндрів.

Дане пристосування призначене для закріплення гільз циліндрів двигунів Д-245 на столі верстату для розточування або хонінгування гільз циліндрів.

Простота конструкції і невеликі габаритні розміри дають змогу використовувати це пристосування в умовах ремонтних майстерень.

Технічна характеристика пристосування.

1. Тип – переносний.
2. Конструкція - складально-зварювальна.
3. Привід – пневматичний.
4. Хід прижимів – 40 мм.
5. Зусилля прижимання гільзи -
6. Габаритні розміри :
7. Маса – 64.6 кг.
8. Кількість обслуговуючого персоналу – 1 чел.
9. Строк служби – 15 років.

Опис та обґрунтування вибраної конструкції пристосування.

Дане пристосування призначене для закріплення гільз циліндрів при розточуванні або хонінгуванні. Надзвичайно важливо при розточуванні

гільз забезпечити співвісність осей гільзи та шпинделя розточувального верстата.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

Дане пристосування дозволяє забезпечити цю вимогу.

Пристосування являє собою збірно-зварювальну конструкцію, що закріплюється на столі верстату, яка складається із основи (1), до якої болтами пригвинчена плита (9). В направляючому кільці основи переміщується траверса (2), яка зв'язана з двома пневмокамерами (4) та через тяги (12) з трьома прихватами (13). До плити (9) трьома болтами пригвинчений стакан (3), в який встановлюється гільза.

Пневмопривід пристосування працює від мережі стислого повітря (тиск 0,04 Мпа). Пневмокамери своїми штоками через траверсу з тягами трьома прихватами притискає гільзу за верхній торець до стакану пристосування з зусиллям 8100 Н.

Після обробки гільзи при переключенні пневмокрану (5) зворотні пружини пневмокамер з зусиллям 410 Н траверсою виштовхують гільзу знизу із пристосування, одночасно звільняючи і відводячи в сторони прихвати за рахунок криволінійного пазу в останніх.

При використанні даного пристосування для розточування гільз циліндрів дуже важливо, щоб при закріпленні гільзи, її вісь співпадала з віссю шпинделя розточувального верстата. З цією метою кінцеву обробку поверхонь під верхній та нижній поясок гільзи в установочному стакані слід обробити після повного збирання пристосування та закріплення його на станині розточувального верстата.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

4. Охорона праці.

Механічна ділянка з ремонту вузлів та деталей двигуна. На цій ділянці виконують такі роботи: розточування та хонінгування гільз та циліндрів блоків; розточування вкладишів корінних підшипників та ліжок корінних підшипників блоків; ремонт блоків, головок циліндрів, передньої опори та інших базисних деталей. Окремо виділено шліфувальну ділянку, де шліфують колінчасті та розподільні вали та інші деталі, що вимагають круглого та плоского шліфування. Відповідно до цього ділянка оснащується верстатним та іншим обладнанням.

Основними нещасними випадками тут є: ураження очей стружкою, що відлітає; захоплення спецодягу частками верстатів, що обертаються; зрив деталей через погане їхнє кріплення; розрив шліфувальних кіл та ін.

Для запобігання нещасним випадкам токарні верстати обладнають захисними екранами або токарі повинні працювати в захисних окулярах, спецодяг та волосся акуратно заправлені; забороняється зупиняти деталі, що обертаються руками; довгомірні матеріали необхідно обробляти у спеціальних пристосуваннях. Шліфувальні кола перед роботою слід ретельно оглянути, і якщо на них є тріщини, вибоїни, то користуватися ними не можна.

Ділянка ремонту паливної апаратури. Перш ніж приступити до роботи, необхідно заздалегідь підготувати робоче місце, перевірити справність інструменту, розташувати його так, щоб було зручно ним користуватися. Потім потрібно перевірити справність припливно-витяжної вентиляції та освітлення, душевого пристрою на мийній установці; щільність кріплення трубопроводів, сальників; наявність захисного фартуха та миючої рідини.

На стендах обкатки, регулювання та випробування паливної апаратури перевірити пускові пристрої, контрольно-вимірювальні прилади, магістральні паливопроводи та щільність їх з'єднання. Після цього випробувати роботу

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ		
Зм	Арк.	№ ДОКУМ	Підпис	Дата			
Розробив		М'язко М.В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Сиволапов В.А.				57	12
Н. контр.		Ревенко Ю.І.			Охорона праці НУБіП України		
Затвердив							

стенду. При розбиранні вузлів паливного насоса слід надійно закріплювати вузли в кондукторах розбірного верстата; при викручуванні та загортанні шліцевих гвинтів користуватися викруткою, ширина робочої частини якої повинна відповідати діаметру головки гвинта.

При випресовуванні чи знятті окремих деталей треба широко застосовувати знімники чи преси. Дозволяється використовувати виколотки з наконечниками і молотки з мідними бойками, якщо не можна застосувати вищезгадані пристрої. При роботі на стендах, що мають гідравлічні або пневматичні пристрої, стежать за станом шлангів та їх кріпленням. Перевірені деталі паливних насосів укладають на стелажі, важчі - на нижні полиці; браковані деталі складають у спеціальну тару.

При складанні механізмів і вузлів паливної апаратури, що мають пружини, застосовують пристосування, що виключають можливість раптової дії. Транспортують відремонтований насос у випробувальне відділення за допомогою підйомно-транспортних пристроїв. Перед початком випробувань насоса переконуються в міцності кріплення його на стенді, щільності кріплення форсунок і приєднання до них трубопроводів до секцій, шлангів до помпи, що підкачує.

При випробуванні насоса і форсунок паливо впорскують форсунками в ємності, що виключають розбризкування. При зливі палива з мензурок намагаються не пролити його на стенд чи підлогу.

Перш ніж зняти насос зі стенду, видаляють з магістралі паливо. Робочому, що відчуває паливні насоси, забороняється: залишати працюючі стенди без нагляду, фіксувати тяги рейки випадковими предметами, обкатувати і відчувати насоси за наявності течі та розбризкування палива в місцях з'єднання трубопроводів та шлангів, здувати стисненим повітрям апаратури і стенду.

Закінчивши роботу, робітник повинен вимкнути мийну установку та випробувальні стенди та інше обладнання, очистити інструмент, пристосування та укласти їх у відведене місце. Упорядкувати робоче місце,

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

прибрати зі стендів та підлоги пролиті пально-мастильні матеріали та відвести на встановлені місця підйомно-транспортні засоби.

Про всі помічені несправності повідомити зміннику та майстру ділянки.

Складальне відділення. Відділення складається з ділянок: комплектувального, збирання вузлів, збирання двигунів, обкатки та випробування двигунів, фарбувального. Для виконання складальних і регулювальних робіт робочі місця слюсарів-збирачів обладнують верстатами, спеціальними стендами, монтажними столами, стелажми, цапами та іншими пристроями, що полегшують працю робітників. Освітленість робочих місць - не менше 150 лк.

Комплектувальна ділянка. Її розташовують поблизу дефектувальної, механічної, зварювальної та слюсарної ділянок. Для полегшення праці підйомно-транспортні операції з доставки агрегатів максимально механізують, для чого ділянку оснащують різними транспортерами, штабелеукладачами, накопичувачами та іншим обладнанням. Тут же організовують механізоване виготовлення картонних та інших прокладок.

Ремонт шатунно-поршневої групи. При розточуванні верхньої і нижньої головок шатуна, а також при розкочуванні втулок верхніх головок шатунів при підганянні їх по поршневих пальцях слід побоюватися частин верстатів, що обертаються. Крім цього, можуть бути очні травми, а тому при необхідності користуються захисними окулярами. Під час підігріву поршнів в електронагрівальній шафі для з'єднання їх з шатунами остерігаються опіків рук. Висота робочої зони при проведенні операції розточування, контролю шатуна на вигин та скручування, складання, зважування відповідає зручній позі робітника.

При запресовуванні втулок верхніх головок шатунів за допомогою преса встановлюють наставку стійко, без перекосу, щоб вона не вискочила і не завдала травми робочому.

Ремонт головок блоку циліндрів та клапанного механізму. Робоче місце оснащують верстатом для притирання клапанів, установкою для

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

механізованого миття деталей перед складання, а також пристосуванням для перевірки якості притирання клапанів. При виконанні слюсарних робіт зі зрубування зламаних шпильок, випресовування і запресовування втулок клапанів і т. д. слід остерігатися осколків металу, що відлітають. При висвердлюванні зламаних шпильок на вертикально-свердлильному верстаті забороняється зупиняти патрон руками і працювати в рукавицях. Обдування деталей стисненим повітрям за допомогою пневматичного пістолета рекомендується проводити в захисних окулярах, щоб уникнути засмічення очей.

Зняття та встановлення клапанних пружин роблять спеціальним пристосуванням. Це полегшує працю.

Ремонт пускових двигунів та редукторів. Робоче місце обладнають спеціальним стендом для розбирання та складання підйомно-транспортним пристроєм, сутичками та тарою для деталей.

Для полегшення праці при випресовуванні та напресовуванні шестерень, підшипників, колінчастого валу з передньої половини картера і т. д. користуються відповідними знімачами, наставками, опривками та іншими пристроями. Працюючи широко застосовують преси і гайковерти.

Запресовування в щоки колінчастого валу передньої та задньої півосей, пальця кривошипа роблять у нагрітому стані щік в електрошафі з терморегулятором. Температура нагрівання досягає 180 °, тому при виконанні операцій треба остерігатися опіків рук. Відремонтовані деталі та агрегати пускових двигунів та редукторів акуратно укладають на стелажі.

Складання двигунів. Остаточне складання робляють на поточній лінії з відремонтованих агрегатів, що подаються, і деталей з робочих місць ремонту або з комплектувального відділення. Ділянку забезпечують кран-балками, а також механізованими інструментами, що полегшує умови праці робітника. Підвищена обережність необхідна під час переходів, щоб не зачепити пневматичні шланги, електропроводи, а також за підвісні механізовані інструменти.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Ділянка обкатки та випробування двигунів. На ділянці зазвичай організовують кілька робочих місць — залежно від виробничої потужності: робочі місця для обкатки та випробування та робочі місця з контрольного огляду основних та пускових двигунів. Робоче місце для обкатки і випробування обладнають відповідним обкаточно-гал ьмівним стендом (залежно від марок двигунів, що ремонтуються). Зазвичай ремонтні підприємства сільського господарства оснащують електричним стендом конструкції ДЕРЖНІТІ, що складається з балансирної електромашини, регулювального реостату, вагового механізму, пульта контрольних приладів, пристосування для виміру витрати палива, бака для палива, електрошафи з апаратурою, пульта та пристрої для встановлення двигунів.

Підлога приміщення повинна бути викладена керамічними плитками і мати ухил для стоку рідини до відвідних каналів. Для видалення газів, що відпрацювали, стенди повинні обов'язково мати газовідвідні труби. Щільність з'єднання труби (гнучкого металевго шлангу) з вихлопним колектором забезпечують за допомогою ущільнювальних прокладок з листового азбесту та стяжними хомутами.

У відкритих та доступних місцях труба та гнучкий шланг мають бути ізольовані листовим азбестом для усунення опіків. При від'єднанні гнучкого шлангу та огляді двигунів необхідно мати спеціальний стенд для контрольного огляду та стелажі - підставки для двигунів. При контрольному огляді користуються переносною лампою напругою 12-36 В.

Ділянка повинна бути обладнана вантажопідйомними механізмами та сутичками для встановлення та транспортування двигунів. Приміщення має добре висвітлюватися (освітленість не менше 150 лк), мати достатню вентиляцію та бути ізольованим від основного цеху. Останні два фактори особливо важливі, тому що при випробуванні в приміщенні утворюється велика концентрація окису вуглецю.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Перед обкаткою ретельно перевіряють кріплення всіх вузли та деталей стану та двигуна, наявність огороження карданного шиш, кожуха реостата та колектора електродвигуна.

Працювати без захисних огорож категорично забороняється, тому що через їх відсутність відбувається багато травм.

Перед обкаткою водяну сорочку двигуна заправляють водою, а картер двигуна - маслом, приєднують паливопровід до двигуна і заповнюють паливну систему паливом. Після обкатки олію, паливо та воду зливають. При цьому заправні матеріали не повинні потрапляти на двигун, стэнд або підлогу, оскільки це небезпечно в пожежному відношенні, до того ж забруднює повітря і утворює вибухонебезпечні суміші. Працюючи не можна давати валу електродвигуна обороти, перевищують номінальні, оскільки це може призвести до аварії. Запускати двигун на стэнді слід при 500 об/хв по електротаксому. Якщо обкатку вести без навантаження, електромашину треба відключити натисканням кнопки «стоп». При обкатуванні з навантаженням не можна різко змінювати швидкість обертання колінчастого валу двигуна. У процесі роботи необхідно стежити за рівнем води в реостаті: він повинен бути не нижче 100 мм від верхнього краю бака. При доливі води стэнд треба відключити від мережі. Для відключення стану спочатку виводять електроди реостата з розчину (знімають навантаження з двигуна, що обкатується), а потім відключають електромашину. Зупиняти стэнд безпосереднім вимкненням його з мережі під навантаженням не рекомендується.

Усі роботи, пов'язані з ремонтом або монтажем вузлів та електроустаткування стану, слід проводити тільки після повного зняття напруги.

Періодично (не рідше одного разу на місяць) потрібно відкривати люк підшипникового щита електромашини і продувати стисненим повітрям контактні кільця, щітки та щіткотримачі для видалення мідно-графітового пилу.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Після закінчення кожної зміни стенд слід знеструмити за допомогою рубильника на електрошафі, закрити кран від верхнього бака з паливом і поставити триходовий кран у положення «закрито». При тривалих перервах у роботі (понад 18 год) необхідно злити паливо зі скляної посудини, встановленої на терезах, та з усіх паливопроводів.

Випробування основних і пускових двигунів супроводжується інтенсивним шумом, тому при роботі слід застосовувати протишумні навушники.

Курити в приміщенні або користуватися відкритим вогнем не дозволяється. Обтиральний матеріал необхідно зберігати в металевому ящику, що щільно закривається, а після закінчення зміни виносити з приміщення.

Не можна працювати на обкаточно-випробувальній ділянці без спецодягу та взуття. На обкаточно-випробувальній ділянці не повинні перебувати сторонні люди.

У ремонтному виробництві машинно-тракторного парку значне місце займають газове зварювання, наплавлення та різання металів та їх сплавів, при яких застосовуються ацетилен, водень, природні та нафтові газу, коксовий газ, пари рідких нафтопродуктів (бензину, гасу). та ін. При згорянні в кисні ці газу розвивають досить високу температуру полум'я (особливо ацетилен). Полум'я ацетилену здатне розплавити всі існуючі тугоплавкі метали та їх сплави. Інші газу можуть застосовуватись як замітники ацетилену.

Ацетилен є хімічною сполукою, що складається з вуглецю і водню. Технічний ацетилен, що застосовується для газового зварювання, наплавлення та різання металів та їх сплавів, через наявність у ньому деяких домішок має різкий неприємний запах.

Ацетилен вибухонебезпечний у суміші з повітрям, якщо в загальному обсязі суміші міститься від 2,8 до 80% ацетилену. Найбільш вибухонебезпечні ацетилено-повітряні суміші, що містять від 7 до 13% ацетилену.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

При нагріванні ацетилену до 300° відбувається його полімеризація, т. е. молекули ацетилену ущільнюються, і він переходить в бензол та інші продукти. Полімеризація, що протікає при недостатньому відведенні тепла, може призвести до вибуху ацетилену та руйнування ацетиленових генераторів. Для запобігання полімеризації та вибухового розпаду ацетилену температура в ацетиленових генераторах не повинна перевищувати 100°. Стиснутий ацетилен, ацетилено-повітряні та ацетилено-кисневі суміші вибухають за наявності іскри, відкритого полум'я, нагрітої поверхні та ін. Межі вибуховості ацетилено-повітряних та ацетилено-кисневих сумішей ширші, ніж суміші інших горючих газів з повітрям і киснем. Однак вибухонебезпечні властивості ацетилену значно знижуються, якщо його молекули відокремлені один від одного або ж ацетилен поміщений у дуже вузькі канали-капіляри.

Розчинність ацетилену. Ацетилен, накачений в сталеві балони, заповнені пористою просоченою ацетоном масою, і стиснутий до граничного тиску, називають розчиненим ацетиленом.

Властивість ацетилену розчинятися в рідинах та не вибухати в капілярах покладено в основу його зберігання та доставки до місця споживання у спеціальних балонах.

Пориста маса з ацетоном дозволяє довести тиск ацетилену в балонах до 15-18 атм, не викликаючи його вибухового розкладання.

40-літровий ацетиленовий балон за температури +15° вміщує 5000 л ацетилену (5 м³ газоподібного ацетилену).

Застосування розчиненого ацетилену виключає необхідність будівництва спеціальних приміщень для встановлення ацетиленових генераторів, мулових ям та складів для зберігання карбиду кальцію. Виключаються такі небезпечні операції, як розкупорка барабанів з карбідом кальцію, дроблення та сортування карбиду кальцію та відсів карбідного пилу. Застосування розчиненого ацетилену вигідно відрізняється ще й тим, що високий тиск

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ацетилену забезпечує стійку роботу газозварювальної та газорізальної апаратури.

Відпадає необхідність у підготовці до роботи, спостережень під час роботи та регулювання апаратури, що виробляє ацетилен.

Зріджені нафтові гази. В останні роки в газовому різанні широке застосування отримали скраплені нафтові гази - пропан і бутан. Позитивною властивістю зріджених нафтових газів є невелика межа вибуховості: від 2 до 3,5% пропану в суміші з повітрям.

Зазвичай балони заповнюються зрідженими нафтовими газами лише на половину їх обсягу, оскільки за розширенні рідини від нагрівання балона у ньому може різко підвищитися тиск, що у своє чергу, може викликати вибух.

Природний газ. Складається в основному із сполуки вуглецю та водню – метану з невеликою домішкою азоту (3%) та інших вуглеводнів. Метан під тиском 150 ати транспортується в балонах. Для газового різання застосовують також іноді пари бензину і гасу. При різанні парами бензину і гасу використовується однакова апаратура.

Карбід кальцію. Найбільш поширений на практиці спосіб отримання технічного ацетилену полягає в розкладанні карбіду кальцію водою, при якому утворюється ацетилен і гашене вапно.

Процес утворення ацетилену з карбіду кальцію протікає бурхливо з виділенням великої кількості тепла. З 1 кг карбіду кальцію зазвичай виходить від 200 до 350 л ацетилену; кількість тепла, що виділяється при цьому, становить приблизно 400 ккал.

Карбід кальцію надходить до споживача в шматках різної величини (грануляції) - від 2 до 80 мм. Чим вище грануляція карбіду кальцію, тим більше ацетилену він дає при розкладанні водою.

Нестача води може призвести до сильного перегріву ацетилену. Тому для розкладання 1 кг карбіду кальцію практично беруть від 5 до 15 л води.

Транспортування та зберігання карбіду кальцію. Щоб карбід кальцію передчасно не розкладався і не утворювалася ацетилено-повітряна

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

вибухонебезпечна суміш, карбід кальцію при відправленні споживачам упаковують у барабани, що герметично закриваються, масою (нетто) від 50 до 130 кг.

Персонал, якому доручено перевезення карбіду кальцію, повинен бути ретельно проінструктований і попереджений про необхідність обережного поводження з карбідними барабанами. Особливої обережності слід дотримуватись при перевезенні барабанів з карбідом кальцію гужовим або автомобільним транспортом, оберігаючи барабани від поштовхів та ударів. При порушенні герметичності барабанів карбід кальцію може вступити в контакт з повітрям (що завжди містить пари води), а це призведе до утворення ацетилену і запалення карбіду кальцію або вибуху.

Під час перевезення барабани з карбідом кальцію слід обов'язково накривати брезентом або іншим щільним матеріалом.

Переміщення барабанів з карбідом кальцію на невелику відстань також потребує особливої обережності. Так, при переміщенні барабанів на відстань понад 5 м потрібно користуватися візками. Розвантажуючи барабани з невеликої висоти, їх скочують похилою площиною. Не можна скидати барабани, оскільки може порушитися їхня герметичність.

З пошкодженого барабана карбід кальцію перевантажується в тару, що герметично закривається. Для зберігання карбону кальцію, що витрачається, широко поширений бідон, виготовлений зі сталі товщиною 1,2-1,5 мм, з ущільненням відкидної кришки бідона.

Карбід кальцію слід зберігати у спеціально відведених та обладнаних вентиляцією складах або коморах і лише у герметично закритій тарі. Спільне зберігання карбіду кальцію та інших горючих матеріалів чи балонів із киснем забороняється. На робочому місці в бідоні можна зберігати невелику кількість карбіду кальцію, яка необхідна для роботи протягом однієї зміни.

Склади для зберігання карбіду кальцію повинні споруджуватися на високих місцях, що не затоплюються, з дотриманням встановлених норм, що забезпечують надійність і безпеку зберігання його. Не можна зберігати карбід

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кальцію в підвальних приміщеннях та у приміщеннях ацетиленових станцій. Відстань між барабанами з карбідом кальцію та підлогою має становити не менше 200 мм, для чого використовують дерев'яні підкладки або стелажі.

Барабани з карбідом кальцію можна зберігати в складах в горизонтальному або вертикальному положенні, укладаючи в три яруси при горизонтальному зберіганні і в два яруси - при вертикальному. Між ярусами необхідно класти дошки завтовшки 40-50 мм. Ширина проходу між штабелями барабанів повинна бути не менше ніж 1,5 м.

Матеріали для спорудження складів повинні бути вогнестійкими, покрівля – легкою та щільною. Через будівлю складу карбиду кальцію забороняється проводити водопровідні та опалювальні труби, оскільки у разі їх пошкодження може виникнути небезпека затоплення складу. Штучне освітлення складів має виконуватися у вигляді кососвіттів з глухим затіканням скла. Електропроводку, вимикачі та плавкі запобіжники слід монтувати на зовнішніх стінах, а світильники вибирати у вибухонебезпечному виконанні.

Барабани з карбідом кальцію потрібно розкривати в окремому приміщенні. У загальних приміщеннях складу цю роботу робити не можна, оскільки неминуче поширення карбідного пилу і забруднення повітря ацетиленом, що виділяється з неї. З цих же міркувань не можна вносити на зберігання до складу розкриті або пошкоджені барабани. Пил з порожніх барабанів ретельно видаляється, оскільки він може стати причиною вибуху.

Для запобігання утворенню ацетилено-повітряної суміші карбідний пил, що накопичується в складі, необхідно періодично (не рідше одного разу на добу) ретельно збирати і виносити. Цей пил слід або знищувати, або зсипати в тару, що герметично закривається, для подальшого використання її в спеціальних ацетиленових апаратах.

Для гасіння пожежі склади карбиду кальцію забезпечуються пінними чи вуглекислими вогнегасниками, а також піском.

В ацетиленових генераторах системи "вода на карбід" з використанням "мокрого процесу" шматки карбиду кальцію, що знаходиться в

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

завантажувальних ящиках-ретортах, розкладаються водою, що надходить періодично. Газоутворення регулюють, змінюючи кількість води, що подається. За цією системою працюють ацетиленові генератори МГ-54, ГРК-10 та ін. Ці ацетиленові генератори компактні та прості у пристрої. При невеликій величині завантаження карбїду кальцію вони прості в обслуговуванні та надійні у дії. Щоб ацетилен у ретортах не перегрівався, необхідно застосовувати лише карбїд кальцію грануляцією від 15-25 до 25-80 мм. Не можна застосовувати карбїд кальцію грануляції менше 15-25 мм, так як інтенсивне його розкладання викликає підвищення температури, а тепло, що виділяється, не може бути повністю відведено. Треба враховувати також, що об'єм карбїдного мулу, що утворюється, вдвічі перевищує обсяг завантаженого в реторту карбїду кальцію. Якщо заповнити карбїдом кальцію весь завантажувальний ящик, то мул, що утворюється в одному відсіку ящика, відразу почне надходити в сусідній відсік, в якому викличе реакцію розкладання карбїду кальцію. В результаті може порушитись рівномірність процесу газоутворення. Тому в завантажувальні ящики ретор треба завантажувати суворо певну кількість карбїду кальцію, зазначене в інструкції з експлуатації або в паспорті ацетиленового генератора. Карбїд кальцію у всіх відсіках завантажувального ящика треба розподіляти так, щоб відсіки були заповнені не більше ніж наполовину. Попадання в реторту повітря та утворення вибухонебезпечної ацетилено-повітряної суміші за наявності розігрітих шматків карбїду кальцію може призвести до вибуху. Тому для видалення повітря з реторт на їх корпусах встановлюють спеціальні продувні краники, з яких при пуску ацетиленового генератора вибухонебезпечна ацетилено-повітряна суміш буде витіснена в атмосферу ацетиленом, що утворився. Реторту, в якій є карбїд кальцію, що не розклався, рекомендується розвантажувати тільки після повного заповнення її водою.

В ацетиленових генераторах системи «витіснення води» шматки карбїду кальцію, що знаходяться в нерухомому кошику, змочуються водою, що надходить знизу. Газоутворення регулюється зміною тривалості зіткнення

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

карбиду кальцію з водою. До цієї системи відносяться ацетиленові генератори МГВ-0,8, АСМ-1-58 та ін. Ацетиленові генератори такої системи прості за пристроєм і досить безпечні в експлуатації. З погляду техніки безпеки дуже важливо не допускати застосування дрібного карбиду кальцію і ретельно продувати реторти від залишків повітря, що в них потрапив при зарядці в момент пуску ацетиленового генератора. Розміри шматків карбиду кальцію для заряджання ацетиленових генераторів цієї системи повинні бути не менше 25-80 мм.

У генераторах, що поєднують системи «витіснення води» і «вода на карбід» (як і в ацетиленових генераторах системи «витіснення води»), карбід кальцію знаходиться в нерухомому кошику і змочується водою, що надходить знизу. У міру витрати води тиск ацетилену в генераторі знижується і вода автоматично (як у системі «вода на карбід») доливається в реторту із запасної судини, підтримуючи постійний тиск в ацетиленовому генераторі. До генераторів зазначеної комбінованої системи відносяться ГНВ-1,25; АНВ-1-56; ГВР-1,25, ГВР-3, АСК-5, ГРК-10 та ін.

Всі ацетиленові генератори незалежно від способу приведення карбиду кальцію в дотик з водою, продуктивності, тиску виробленого ацетилену та інших характеристик мають газоутворювач, газозбірник, запобіжний пристрій, що забезпечує повний випуск з генератора надлишку ацетилену, і запобіжний затвор, що захищає генератор від проникнення в нього полум'я при зворотному ударі, а також кисню та повітря з боку відбору газу. Правильно налагоджені ацетиленові генератори працюють автоматично, т. е. газоутворення у яких регулюється залежно від відбору газу. Ацетиленові генератори при дотриманні інструкцій з експлуатації безпечні у користуванні і безвідмовні у роботі.

Встановлення ацетиленових генераторів. Стаціонарні ацетиленові генератори всіх розмірів і різної продуктивності можна встановлювати тільки в окремих спеціальних приміщеннях, стіни яких повинні бути вогнестійкими, а покрівля - легкою і щільною. Підлоги цих приміщень необхідно робити з

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

таких матеріалів, які при ударі по них металевим предметом не викликають іскри. Так, бетонні підлоги необхідно асфальтувати. Металеві майданчики та сходи металевих сходів слід покривати гумовими килимками.

Площа приміщень для ацетиленових генераторів продуктивністю ацетилену до 5 м³/год має становити 8 м², а генераторів продуктивністю 6—10 м³/ч— 16 м².

У приміщеннях ацетиленових станцій потрібно встановлювати електрообладнання, що застосовується у небезпечних щодо пожежі та вибуху будинках. Всю освітлювальну апаратуру, рубильники, вимикачі та запобіжники слід встановлювати зовні. Якщо при цьому не вдається створити необхідну освітленість робочих місць, допускається застосування вибухобезпечної арматури. Вентилювати генераторне приміщення найкраще природним провітрюванням через вікна та витяжні шахти, що виходять назовні через верхнє перекриття. У тих випадках, коли не можна забезпечити необхідний повітрообмін шляхом природної витяжки, допустимо влаштування механічної витяжної вентиляції у вибухобезпечному виконанні. Ацетиленові генератори треба встановлювати з відривом щонайменше 1 м від опалювальних приладів. Переносні ацетиленові генератори встановлюють переважно на відкритому повітрі.

Ацетиленовий генератор не слід встановлювати в похилому положенні. Переносний ацетиленовий генератор треба встановлювати на відстані не менше 10 м від місця газового зварювання, наплавлення та різання металів, а також від будь-якого іншого джерела вогню та іскор.

При встановленні переносного ацетиленового генератора на території ремонтного підприємства необхідно вжити заходів для попередження випадків виникнення іскор або загоряння вогню на відстані менше 10 м від ацетиленового генератора. Ацетиленовий генератор слід оберегти від поштовхів при транспортуванні та падіння.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Переносні ацетиленові генератори, призначені для стаціонарних робіт, встановлюють та експлуатують відповідно до вимог, зазначених для стаціонарних ацетиленових генераторів.

У приміщеннях, де для тимчасових газозварювальних та газорізальних робіт встановлений переносний ацетиленовий генератор, електропроводка повинна бути знеструмлена.

Не рекомендується встановлювати ацетиленові генератори (навіть на короткий час) в цехах та інших виробничих приміщеннях, де можуть бути речовини, що утворюють з ацетиленом суміші, що самовириваються.

Не можна встановлювати ацетиленові генератори у працюючих котельнях, оскільки наявність високої температури, відкритого вогню, іскор може призвести до нещасного випадку. Не менш небезпечно встановлювати ацетиленові генератори біля місць засмоктування повітря вентиляторами та компресорами.

У гарячих цехах (кузня, термічні, ливарні, прокатні, мартенівські та ін.) допустима установка переносних ацетиленових генераторів для тимчасових робіт. У цьому випадку їх встановлюють на відстані 10 м від відкритого вогню і нагрітих предметів, причому в тих місцях, де ацетиленові генератори не можуть нагрітися, в них не потрапляють шматочки металу, що відлітають, або іскори, а ацетилен, що виділяється, не засмоктується в працюючу піч. При тимчасових зварювальних роботах на висоті, куди не можна підвести труби, ацетиленовий генератор можна піднімати лише після письмового дозволу технічного керівника ремонтного підприємства та пожежної охорони.

При перезарядці переносного ацетиленового генератора карбідний мул вивантажують у спеціальну тару або зливають в мулову яму (ящик). Білові ями (ящики) повинні бути огорожені та мати попереджувальні написи «Вогнебезпечно». Встановлений для тимчасової роботи переносний ацетиленовий генератор забороняється залишати без нагляду. Під час відлучення зварювальника за ацетиленовим генератором повинен бути встановлений нагляд.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Після закінчення роботи ацетиленовий генератор необхідно розвантажити. Для цього з нього зливають воду і карбідний мул, а завантажувальний пристрій та корпус промивають водою. Потім генератор і герметично закриту тару з залишками карбіду кальцію встановлюють у таке місце, щоб сторонні особи не могли до них підійти, а вогонь або нагріті предмети були на відстані не менше 10 м.

Приміщення, в якому був переносний ацетиленовий генератор, після закінчення роботи ретельно провітрюють. Залишені без нагляду ацетиленові генератори та барабани з карбідом кальцію стають, як правило, небезпечною забавою для дітей. Непоодинокі випадки загибелі дітей при внесенні запалених сірників у реторти генераторів та необережному поводженні з карбідом кальцію. Тому розвантажений ацетиленовий генератор необхідно встановлювати в безпечне місце.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

5. Економічна частина роботи

Основними показниками економічної ефективності оцінки ремонтної майстерні є сума додаткових капіталовкладень, собівартість ремонту, річний економічний ефект, строк окупності додаткових капіталовкладень.

5.1. Визначення капіталовкладень в основні фонди.

Вартість основних фондів ЦРМ :

$$C_0 = C_b + C_{об} + C_i, \text{ де}$$

C_b - вартість будівлі майстерні;

$C_{об}$ - вартість обладнання, грн;

C_i - вартість інструменту, грн.

(штучна вартість якого перевищує 100 грн)

Вартість виробничої будівлі:

$$C_b = C_b' \cdot S, \text{ де}$$

C_b' - середня вартість будівельно-монтажних робіт, грн/м². Для ремонтних підприємств: $C_b' = 12000$ грн/м².

S - виробнича площа

$$C_b = 12000 \cdot 95 = 1140000 \text{ грн.}$$

Вартість установленого обладнання становить 50% від вартості будівлі.

$$C_{об} = 0,5 \cdot 1140000 = 570000 \text{ грн.}$$

Вартість приладів, пристосувань, інструменту становить 50 % від вартості обладнання

$$C_i = 0,5 \cdot 570000 = 285000 \text{ грн.}$$

Вартість основних фондів дорівнює:

$$C_0 = 1140000 + 570000 + 285000 = 1995000 \text{ грн.}$$

Вартість основних фондів дільниці ремонту гільз циліндрів двигунів Д-245 до реконструкції становить 1165000 грн.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		74

Додаткові капіталовкладення :

$$K = C_0 - C_0' = 1995000 - 1165000 = 830000 \text{ грн.}$$

5.2. Розрахунок фонду заробітної плати.

При виконанні ремонтних робіт робітникам іде оплата за виконану нормозміну по 4 та 5 розряду тарифної сітки.

Затрати на основну оплату праці при виконанні відновлення гільз:

$$З_{пр} = П_{пр} \cdot О_{ус.р} = 11200 * 90,00 = 1008000 \text{ грн. ;}$$

Додаткова оплата складає 40%, від основної.

Таблиця 5.1

Розрахунок фонду оплати праці

Показники	Значення
Затрати праці на відновлення однієї гільзи, люд.-год.	1,40
Річна програма відновлення, шт	8000
Годинні ставки, грн/год	90,00
Річні затрати праці, люд.-год	11200
Основна оплата, грн	1008000
Додаткова оплата, грн	403200
Всього оплата праці , грн	1411200

5.3. Розрахунок цехових витрат

Цехові витрати включають відрахування на амортизацію, поточний ремонт будівлі і технологічного обладнання, оплату ІТР і обслуговуючого персоналу майстерні, а також вартість електроенергії, пару, стисненого повітря, спецодягу та взуття.

Вартість електроенергії, пар, затрати на додаткові матеріали, спецодяг входить в інші затрати і становить 8 % від основних фондів.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		76

$$Зів = 0,08 \cdot C_0 = 0,08 \cdot 1995000 = 159600 \text{ грн}$$

Відрахування на амортизацію та поточний ремонт будівлі і обладнання зведено в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 - Відрахування на амортизацію і поточний ремонт будівлі і обладнання

Назва	Балансова вартість, грн.	Амортизація		Поточний ремонт	
		%	грн.	%	грн.
Будівля	1140000	3,0	34200	3,0	34200
Обладнання	57000	4,0	22800	4,0	22800
Разом	1710000	--	57000	--	57000
Всього		114000			

Розрахунок фонду заробітної плати.

Визначаємо фонд оплати праці ІТР та допоміжного персоналу.

Таблиця 5.3 - Фонд оплати праці , грн.

Посада	Кількість чоловік	Місячний оклад, грн.	Основна оплата, грн.	Додаткова оплата, грн.	Всього, грн.
Завідуючий майстернею	1	12000	144000	57600	201600
Техробітник	1	8000	84000	16800	100600
Всього:	2	-	228000	74400	302200

5.4. Розрахунок собівартості відновлення гільз .

В собівартість ремонту входять витрати на оплату праці, запасні частини, ремонтні матеріали, відрахування на амортизацію і поточний ремонт будівлі і обладнання.

Для відновлення гільз нам потрібні тонкостінні втулки , які ми замовляємо на Конотопському заводі «Мотордеталь». Вартість однієї втулки складає 84 грн.

Тоді загальна вартість втулок дорівнює:

$$Z_{\text{вт}} = 220 * 8000 = 1760000 \text{ грн}$$

Загальновиробничі витрати :

$$C = 1411200 + 159600 + 114000 + 302200 + 1760000 = 3747000 \text{ грн.}$$

Собівартість відновлення гільз:

$$C_p = \frac{C}{P_r} ;$$

де :

P_r - програма ремонтів гільз

$$C_p = \frac{3747000}{8000} = 468 \text{ грн./шт.};$$

5.5. Техніко - економічні показники

Вартість відновлення гільзи для споживачів складає 510 грн.

Ефективність використання праці у РМ встановлюється розрахунком продуктивності праці, яка визначається за формулою :

$$P_{\text{п}} = \frac{P_r}{P_c} ;$$

де :

P_c - середньорічна кількість працюючих, чол.

$$P_{\text{п}} = \frac{8000}{5} = 1600 \text{ шт./люд.}$$

Фондовіддача буде рівна:

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		78

$$\Phi = \frac{\text{Пр} \cdot 1000}{\text{Со}} = \frac{8000 \cdot 1000}{1995000} = 4,01 \text{ шт /тис.грн.}$$

де : Со - вартість основних фондів, тис.грн.

Вартість валової продукції становить

$$\text{ВВП} = \text{Цвїдн} * \text{N},$$

де, N – програма ремонту гільз, шт.

Отже,

$$\text{ВВП} = 510 * 8000 = 4080000 \text{ грн.}$$

Прибуток становить :

$$\text{П} = (\text{Цвїдн} - \text{Св}) * \text{N} = (510 - 468) * 8000 = 336000 \text{ грн.}$$

Рентабельність виробництва становить :

$$\text{Р} = ((\text{Цвїдн} - \text{Св}) / \text{Св}) * 100;$$

$$\text{Р} = ((510 - 468) / 468) * 100 = 9,0 \text{ \%}.$$

Термін окупності капіталовкладень в спецдільницю ремонту визначимо за формулою :

$$\text{Ток} = \text{К} / \text{П} ;$$

де К – капіталовкладення, грн.

$$\text{Ток} = 830000 / 336000 = 2,5 \text{ роки}$$

Економічні показники зводимо до таблиці 5.4.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		79

Таблиця 5.4 - Економічні показники

ПОКАЗНИКИ	Значення
Річна виробнича програма відновлення гільз циліндрів двигунів Д-245, шт	8000
Додаткові капіталовкладення, грн	830000
Випуск продукції на 1 м ² виробничої площі, шт	84,0
Фондовіддача, шт/тис. грн	4,01
Продуктивність праці, шт/чол	1600
Собівартість відновлення гільз, грн	468
Відпускна вартість відновлення гільз, грн	510
Прибуток., грн	336000
Рентабельність, %	9,0
Строк окупності додаткових капіталовкладень, років	2,5

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ

Арк.

80

ВИСНОВКИ

В роботі були конкретизовані і вирішені наступні задачі:

Зроблено аналіз роботоздатності циліндро-поршневої групи двигунів Д-245.

Розраховано граничні та допустимі при ремонті зноси та розміри деталей циліндро-поршневої групи двигунів Д-245.

Проведено аналіз сучасних технологій відновлення циліндро-поршневої групи двигунів.

Проведено аналіз технічного стану гільз циліндрів та поршнів двигунів Д-245 і встановлено, що величина найбільшого спрацювання становить 0,28

Проведений аналіз та дослідження технічного стану деталей дали змогу для найбільш точного вибору та проектування технологічного процесу відновлення циліндро-поршневої групи двигунів Д-245.

Розраховано граничні та допустимі при ремонті спрацювання та розміри деталей двигунів Д-245.

За результатами розрахунків встановлено режими різання при розточуванні та хонінгування внутрішніх поверхонь відновлюємих гільз.

На основі порівняльного аналізу існуючих способів відновлення було остаточно вибрано оптимальне їх поєднання для розробленого технологічного процесу відновлення. При цьому були враховані як технологічні так і економічні характеристики вибраних способів відновлення.

Розраховано економічну ефективність впровадження розробленого технологічного процесу відновлення у виробництво з урахуванням необхідних капіталовкладень та поточкових витрат. Розрахунки показали високу ефективність розробленого технологічного процесу. Строк окупності складає 2,5 року.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ		
Зм	Арк.	№ ЛОКУМ	Підпис	Дата			
Розробив		М'язко М.В.			Літ.	Арк.	Акрушів
Перевірив		Сиволапов В.А.				81	1
Н. контр.		Ревенко Ю.І.			ВИСНОВКИ		
Затвердив							
					НУБіП України		

Література

1. Канарчук В.Є. Надійність машин: Підручник. / В.Є. Канарчук, С.К.Полянський, М.М. Дмитрієв. – К.: Либідь, 2003. – 424 с.
2. Лехман С.Д. Довідник з охорони праці в сільськогосподарських підприємствах.– К.: Урожай, 1990, –218 с.
3. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи „Відновлення зношених деталей хонінгуванням". С.С. Карабиньош, А.В. Новицький, З.В. Ружи́ло. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016.
4. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи „Відновлення циліндрів (гільз) автотракторних двигунів розточуванням під ремонтний розмір" . С. Карабиньош, А.В. Новицький, З.В. Ружи́ло. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016 .
5. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи "Відновлення зношених деталей хромуванням". П.С. Попик, А.В. Новицький, З.В. Ружи́ло, В.А. Сиволапов, А.А. Троц. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2019
6. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи „Відновлення колінчастих валів шліфуванням корінних і шатунних шийок під ремонтний розмір" А.В. Новицький, З.В. Ружи́ло, В.А. Сиволапов, О.О. Банний. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016
7. Методичні вказівки до виконання лабораторно-практичної роботи "Розробка ремонтних креслень". Карабиньош С.С., Новицький А.В., Ружи́ло З.В. Видавничий центр НУБіПУ Київ-2016
8. Молодик М.В. та ін. Відновлення деталей машин. – К.: Урожай, 1995, – 542 с.
9. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними: ДСТУ 3004-95.- К.: Держстандарт України, 1995.–51 с.

01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ				
Зм	Арк.	№ доквм	Підпис	Дата
Розробив		М'язко М.В.		
Перевірив		Сиволапов В.А.		
Н. контр.		Ревенко Ю.І.		
Затвердив				
Література				
			Літ.	Арк.
			82	3
НУБіП України				

10. Надикто В. Т., Кюрчев В. М. Математичне моделювання функціонування машинно-тракторних агрегатів. Збірник наукових праць ТДАТУ. 2010. Вип. 10, т. 7. С. 3–9.

11. Новицький А. В., Карабиньш С. С., Ружило З. В. Організація сервісного виробництва. К.: НУБіПУ, 2017. 221 с.

12. Опальчук А.С., Афтандіянц Є.Г., Роговський Л.Л., Семеновський О.Є. Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. Підручник – Ніжин:Видаве Видавець ПП Лисенко М.М., 2013.-752 с.

					01.12 - КР. 2265«С» 2024.12.16.038 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84