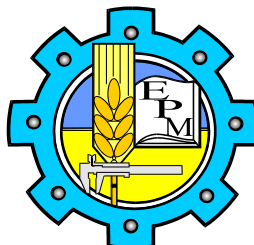


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра «Експлуатація та ремонт машин»



ВИКОРИСТАННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ В ТЕХНІЧНОМУ
ОБСЛУГОВУВАННІ ТА РЕМОНТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ
ТЕХНІКИ

Методичні вказівки до виконання практичних занять
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
спеціальності 208 – Агроінженерія
ОПП «Технічний сервіс сільськогосподарської техніки»

Кропивницький

2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра «Експлуатація та ремонт машин»

ВИКОРИСТАННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ В ТЕХНІЧНОМУ
ОБСЛУГОВУВАННІ ТА РЕМОНТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ
ТЕХНІКИ

для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
спеціальності 208 – Агроінженерія
ОПП «Технічний сервіс сільськогосподарської техніки»

Затверджено
на засіданні кафедри
експлуатації та ремонту
машин протокол № 1 від
29.08.2024

Кропивницький

2024

Методичні вказівки до виконання практичних занять з дисципліни **«Використання новітніх технологій в технічному обслуговуванні та ремонті сільськогосподарської техніки»** для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня спеціальності 208 – Агроінженерія ОПП «Технічний сервіс сільськогосподарської техніки»/ уклад.: І.В. Шепеленко, О.В. Бевз, С.О. Магопець, М.В. Красота, І.Ф. Василенко. – Кропивницький: ЦНТУ, 2024. – 98 с.

Укладачі:

Шепеленко Ігор Віталійович, д.т.н., проф. кафедри ЕРМ;

Бевз Олег Вікторович, к.т.н., доц. кафедри ЕРМ;

Магопець Сергій Олександрович, к.т.н., завідувач кафедри ЕРМ;

Красота Михайло Віталійович, к.т.н., доц. кафедри ЕРМ;

Василенко Іван Федорович, к.т.н., доц. кафедри ЕРМ

Рецензент: Кулешков Ю.В. – д.т.н., проф. кафедри ЕРМ

Загальна редакція: І.В. Шепеленко, д.т.н., проф. кафедри ЕРМ

Відповідальний за випуск: М.В. Красота, к.т.н., доц. кафедри ЕРМ

Комп'ютерний набір та верстка: І.Ф. Василенко, к.т.н., доц. кафедри ЕРМ

© І.В. Шепеленко, О.В. Бевз, С.О. Магопець,
М.В. Красота, І.Ф. Василенко 2024.

ЗМІСТ

Вступ.....	5
<i>Практичне заняття №1</i>	
Розрахунок кількості ремонтів і технічних обслуговувань машинно-тракторного парку	6
<i>Практичне заняття №2</i>	
Організація і технологія проведення обслуговування тракторів	10
<i>Практичне заняття №3</i>	
Організація і технологія проведення обслуговування зернозбиральних комбайнів.....	17
<i>Практичне заняття №4</i>	
Вивчення дефектів, ремонт і комплектування деталей шатунно-поршневої групи автотракторних двигунів	26
<i>Практичне заняття №5</i>	
Вивчення дефектів і ремонт деталей механізму газорозподілу	45
<i>Практичне заняття №6</i>	
Вивчення дефектів, ремонт і відновлення циліндрів автотракторних двигунів	58
<i>Практичне заняття №7</i>	
Вивчення дефектів, ремонт і відновлення колінчастих валів автотракторних двигунів	72
<i>Практичне заняття №8</i>	
Групова технологія відновлення деталей сільськогосподарських машин	82
Список використаної літератури.....	97

Вступ

Метою вивчення навчальної дисципліни «Використання новітніх технологій в технічному обслуговуванні та ремонті сільськогосподарської техніки» є : формування знань щодо сучасних технологій технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки задля ефективної її використання; надання наукових засад та основ технічного сервісу сільськогосподарських машин, його основних складових, технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки; формування теоретичних і практичних навичок за технологією й організацією технічного сервісу сільськогосподарських машин, складанні й веденні експлуатаційної й ремонтної документації на сервісних підприємствах.

Завдання дисципліни полягає у формування компетентностей відповідно до освітньо-професійної програми.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен

знати:

- сучасні технології технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки;
- основні положення планування та організації проведення технічного обслуговування та ремонту сільськогосподарської техніки;
- основні положення системи технічного сервісу сільськогосподарської техніки.

вміти:

- проводити планування потреб у технічному обслуговуванні та ремонті сільськогосподарської техніки;
- вибирати та обґрунтовувати раціональні (оптимальні) методи, способи ремонту сільськогосподарських машин.

набути соціальних навичок (soft-skills):

- здійснювати професійну комунікацію, ефективно пояснювати і презентувати матеріал, взаємодіяти в проектній діяльності;
- небайдуже ставлення до участі у громадських суспільних заходах, спрямованих на підтримку здорового способу життя оточуючих.

РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ РЕМОНТІВ І ТЕХНІЧНИХ ОБСЛУГОВУВАНЬ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ

Мета заняття – ознайомлення з різними способами визначення кількості ремонтів і технічних обслуговувань машин в обслуговуваній зоні.

З урахуванням наявних площ, зайнятих під оброблюваними культурами, перспективного їх розширення, агротехнічних строків оброблення цих культур і продуктивності машинно-тракторних агрегатів на польових роботах встановлюють кількість сільськогосподарської техніки на запланований період по кожній марці машин в зоні обслуговування.

Кількість машин, які підлягають ремонту, може бути визначена декількома способами, кожний з яких має свою область застосування. Найбільш точним є графічний спосіб, так як він дає можливість враховувати технічний стан кожного окремого трактора і роботу, яку планують для нього. Для визначення кількості технічних обслуговувань і ремонтів при цьому необхідно знати періодичність проведення технічних обслуговувань і ремонтів за цикл, тобто від одного капітального ремонту до другого, а також роботу, яка планується на кожну із машин, виражену в кілограмах використаного палива (мото-годинах, умовних еталонних гектарах і т.п.) протягом року. Кількість ремонтів і технічних обслуговувань для групи машин без врахування технічного стану кожної окремої машини визначається за наступними формулами:

$$N_{KP} = \frac{B_n \cdot n}{B_{KP}};$$

$$N_{ПП} = \frac{B_n \cdot n}{B_{ПП}} - N_{KP};$$

$$N_{ТО3} = \frac{B_n \cdot n}{B_{ТО3}} - (N_{KP} + N_{ПП});$$

$$N_{ТО2} = \frac{B_n \cdot n}{B_{ТО2}} - (N_{KP} + N_{ПП} + N_{ТО3});$$

$$N_{TO1} = \frac{B_n \cdot n}{B_{TO1}} - (N_{KP} + N_{IP} + N_{TO3} + N_{TO2}).$$

де B_n – планова середньорічна норма наробітку машин даної марки (приймається за даними табл.1.1);

n – кількість машин даної марки (приймається за даними табл.1.1);

$B_k, B_T, B_{TO3}, B_{TO2}, B_{TO1}$ – міжремонтна норма наробітку до капітального і поточного ремонту, технічних обслуговувань №3, №2, №1 (приймається за даними табл.1.2);

$N_k, N_T, N_{TO3}, N_{TO2}, N_{TO1}$ – кількість капітальних і поточних ремонтів, технічних обслуговувань № 3, № 2, № 1.

Таблиця 1.1 – Плановий річний наробіток трактора для умов Кіровоградської області

№ вар	Марка трактора	Кількість тракторів і даної марки	Річний плановий наробіток тракторів	План наробітку по кварталах				Наробіток трактора на початок року, % від міжремонтного строку
				I	II	III	IV	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Трактори, тис.кг. пального								
1	К-701	120	28,5	5,5	8,6	10,0	4,4	10
2	Т-130М	85	19,5	3,0	5,0	8,0	3,5	20
3	Т-150К	165	18,3	2,0	4,5	7,2	4,6	25
4	Т-150	195	19,1	2,0	7,5	4,2	5,4	30
5	ДТ-175С	135	13,4	1,5	3,7	5,0	3,2	35
6	Т-70С	110	7,1	0,9	2,7	2,5	1,0	40
7	МТЗ-82	200	10,2	1,6	3,2	4,0	1,4	45
8	МТЗ-100	175	12,7	1,9	4,1	4,7	2,0	50
9	МТЗ-102	145	12,9	1,8	4,3	4,9	1,9	55
0	ЮМЗ-6Л	210	10,4	1,5	3,4	4,2	1,3	60

Завдання

1. По даних відповідного варіанту графічно визначити кількість капітальних і поточних ремонтів, планових технічних обслуговувань.

2. Згідно вимогам варіанту аналітично розрахувати кількість ремонтів і технічних обслуговувань.

Графік проведення ремонтів і технічних обслуговувань будуються в таких координатах: цикл ремонту – календарний рік. По осі ординат відкладаються у зростанні підсумку наробітку трактора з позначенням відповідними знаками ТО-1, ТО-2, ТО-3, ТР і КР за весь міжремонтний цикл.

По осі абсцис по місяцях року, за даними кварталу відкладають річний наробіток машин. Будують графік з урахуванням наробітку трактора (автомобіля) на початок року (за даними табл.1.1) у процентах від міжремонтного циклу.

Аналітично число ремонтів і технічних обслуговувань розраховують по тому ж варіанту на групу тракторів за даними табл.1.1, 1.2.

Таблиця 1.2 – Періодичність ремонту (ТР) і технічних обслуговувань (ТО) тракторів в тис. кг. використаного пального

Марка машини	Ремонт машин		Технічне обслуговування		
	Капітальний	Поточний	ТО-3	ТО-2	ТО-1
Т-150	120	40	20	5	1,25
ДТ-75	80,4	26,8	13,4	3,36	0,84
Т-70С	51,84	17,28	8,64	2,16	0,54
К-700	220,8	73,6	36,8	9,2	2,3
Т-150К	115,2	38,4	19,2	4,8	1,2
МТЗ-80, МТЗ-82	48,0	16,0	8,0	2,0	0,5
МТЗ-50, МТЗ-52	38,4	12,8	6,4	1,6	0,4
Т-40АМ	43,2	14,4	7,2	1,8	0,45
Т-25А	19,2	6,4	3,2	0,8	0,2
Т-16М	15,36	5,12	2,56	0,64	0,16

Звіт про роботу

В звіті показують виконаний на міліметровій шкалі графік строків проведення ремонтів і технічних обслуговувань одного трактора і аналітично – розрахунки кількості ремонтів і ТО на групу тракторів тієї ж марки.

Контрольні запитання

1. Від чого залежить кількість ремонтів?
2. Що називається коефіцієнтом охопту ремонту?
3. В яких випадках застосовують відомі методи розрахунку ремонтів і технічних обслуговувань?

ОРГАНІЗАЦІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ТРАКТОРІВ

Мета заняття – вивчити зміст, організацію і технологію проведення технічного обслуговування тракторів.

Система технічного обслуговування (надалі система ТО) – це комплекс планомірно здійснених операцій і технічних засобів по обслуговуванню машин, що забезпечують нормальний технічний стан та готовність до роботи.

Відповідно до норм і вимог, передбачених правилами експлуатації МТП, прийнято планово-запобіжну систему ТО машин.

Якісне технічне обслуговування тракторів і сільськогосподарських машин може бути забезпечене спеціалізованими ланками майстрів-наладчиків, забезпечених засобами механізації різних операцій технічного обслуговування. Кількість робочих в спеціалізованих ланках і кількість ланок залежать від розміру МТП.

Приблизний склад ланки по проведенню технічних обслуговувань при наявності в бригаді (відділку):

- до 10 тракторів-один-майстер-наладчик;
- від 10 до 20 тракторів - майстер-наладчик і один слюсар;
- від 20 до 30 тракторів - майстер-наладчик і два слюсари;
- від 30 до 40 тракторів - майстер-наладчик і три слюсари.

Спеціалізовані ланки очолюють майстри-наладчики і виконують на стаціонарних постах технічного обслуговування періодичні і сезонні обслуговування.

Місячний план-графік ведеться за фактичним розходом пального, який отримують на основі заправочних відомостей заправника. Майстер-наладчик планує рівномірне поступання машин на технічне обслуговування в межах допустимих відхилень $\pm 10\%$ від встановленої періодичності.

Контроль якості технічного обслуговування здійснює бригадир тракторної бригади, інженер з експлуатації МТП і головний інженер господарства. Періодичність і трудомісткість проведення ТО-1 тракторів наведено в табл.2.1 – 2.2.

Таблиця 2.1 – Періодичність проведення ТО (в літрах витраченого пального)

Марка трактора	При періодичності обслуговування 60, 240 і 960 мотогод.			При періодичності обслуговування 125, 500 і 1000 мотогод.		
К-701М	-	-	-	4400	17600	35200
К-701	2700	10800	43200	-	-	-
Т-150, Т-150К	1200	4800	19200	2500	10000	20000
ДТ-75М	700	2800	11200	-	-	-
Т-70С	600	2400	9600	-	-	-
МТЗ-80УК	600	2400	9600	1050	4200	8400
ЮМЗ-6АЛ	400	1600	6400	820	3300	6600
Т-40М	540	2160	8640	937	3750	7500
Т-25А, Т-16М	240	960	3840	500	2000	4000

Таблиця 2.2 – Трудомісткість ТО-1 тракторів, люд-год

Марка трактора	Періодичність проведення ТО-2	
	60 год.	125 год.
К-701	2,2	-
Т-150К	1,9	2,3
Т-150	2,1	2,5
ДТ-75М	2,7	-
Т-70С	2,3	-
МТЗ-80УК, МТЗ-82	2,7	3,2
Т-40М, Т-40АМ	2,0	-
ЮМЗ-6АЛ	2,2	2,5
Т-25А	2,1	2,4
Т-16М	0,9	1,1

Щозмінне технічне обслуговуваням (ЩТО)

1. Перевіряється і при необхідності доливається: масло в картері двигуна, паливо в баках двигуна і охолоджувальна рідина в радіаторі і баці блока опалення і охолодження кабіни. Контролюється працездатність: рульового управління, системи оповіщення і сигналізації, склоочисника, гальм.

2. Перевіряється зовнішнім оглядом відсутність підтікань мастила, охолоджувальної рідини, стан зовнішніх кріплень вузлів і агрегатів,

Перше технічне обслуговування (ТО-1)

1. Оглядають і обмивають трактор.

2. Перевіряють і при необхідності регулюють натяг пасів приводу вентилятора, тиск повітря в шинах і стан шин (рис. 2.1, 2.2).

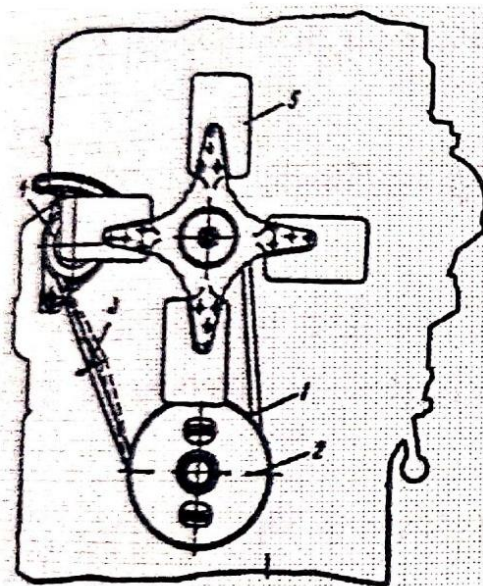


Рис.2.1. Перевірка стріли прогину паса приводу вентилятора: 1 – пас; 2 – шків колінчастого валу; 3 – точка прикладання пристрою; 4 – шків генератора; 5 – вентилятор

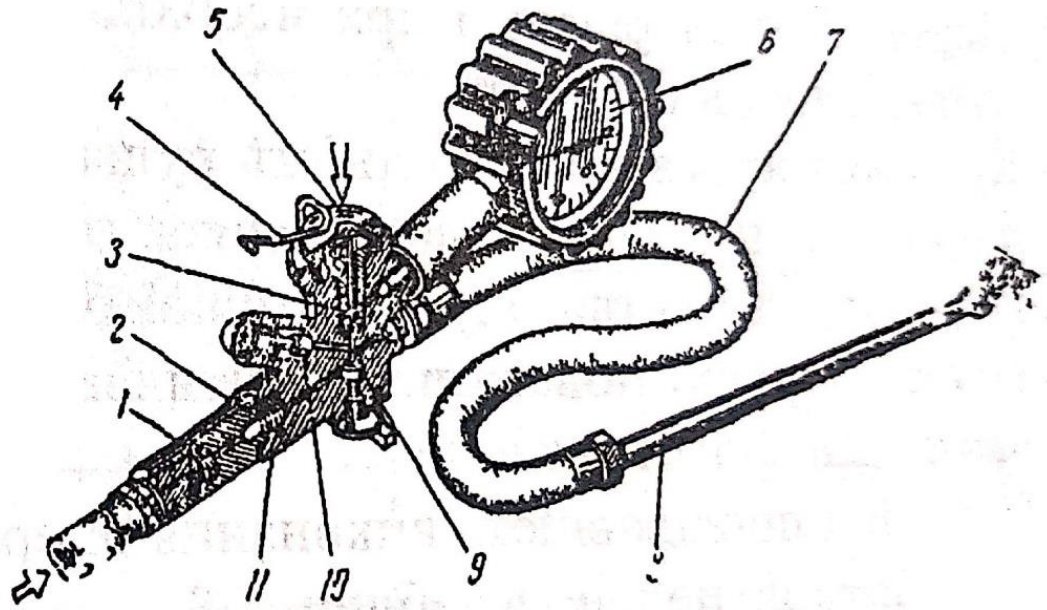


Рис.2.2. Наконечник з манометром для повітророздавального шланга: 1 – сіткови й фільтр; 2 – зворотний клапан; 3 – верхній клапан; 4 – скоба; 5 – кнопка; 6 – манометр; 7 – роздаточний рукав; 8 – наконечник; 9 – нижній клапан; 10 – запобіжний клапан; 11 – корпус

3. Перевіряють рівень і стан мастила в піддоні повітроочисника і при необхідності доливають чи замінюють мастило (рис. 2.3, 2.4).

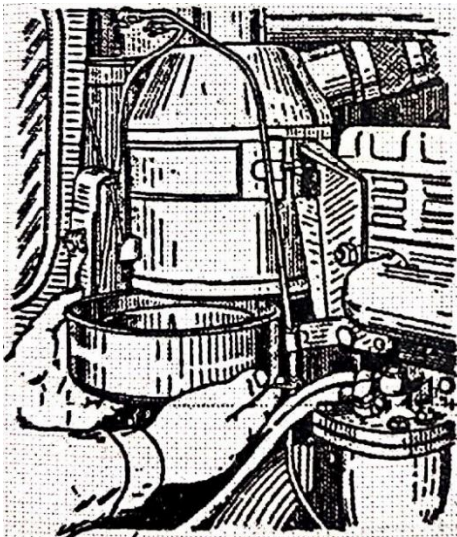


Рис.2.3. Зняття піддону повітроочисника

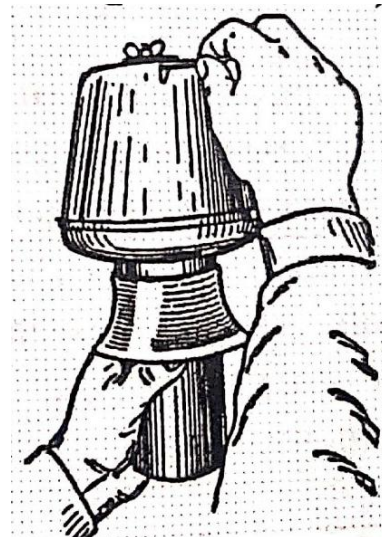


Рис.2.4. Очищення щілин для викидання пилу в повітроочиснику

4. Зливають відстій з фільтрів грубої очистки палива, конденсат із ресивера.

5. Очищають і промивають стакан ротора відцентрового маслоочисника.

6. Злішають мастило, промивають і заливають свіже в ванну фільтра блока опалення і охолодження кабіни (рис. 2.5).

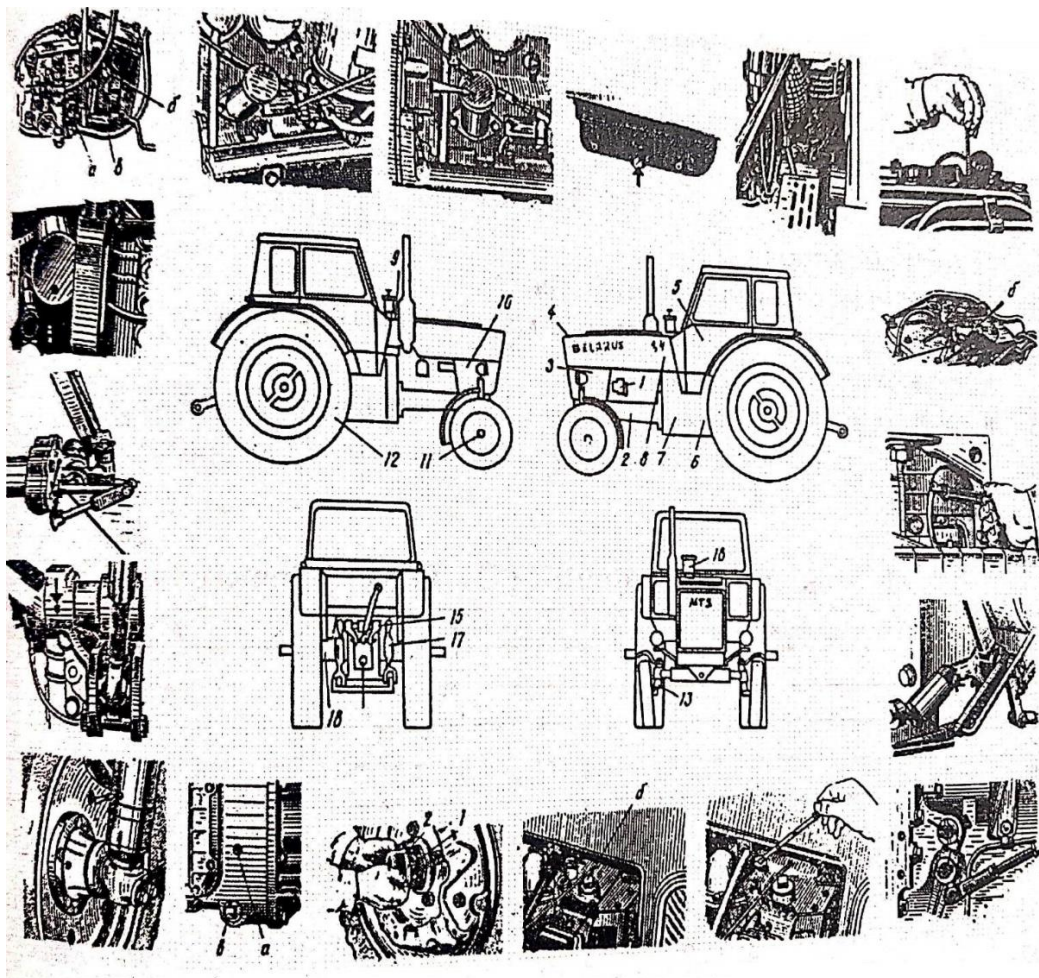


Рис.2.5. Карта змащування трактора МТЗ-80УК: а – контроль; б – заправка; в – зливання мастила; 1 – корпус насоса системи живлення; 2 – картер двигуна; 3 – підшипники водяного насоса; 4 – корпус гідропідсилювача руля; 5 – привід рульового управління; 6 – ступиця педалі зчеплення; 7 – підшипники відведення муфти зчеплення; 8 – корпус редуктора пускового двигуна; 9 – бак гідросистеми; 10 – магнето; 11 – підшипники направляючих коліс; 12 – корпуса силової передачі і заднього мосту; 13 – підшипники і втулки поворотних цапф; 14 – піддон повітроочисника; 15 – втулки валу

механізму начіпки; 16 – шестерні регульованого розкосу; 17 – привідний шків;
18 – кожух гідроаккумулятора

7. Перевіряють і доливають мастило в картер основного двигуна, в корпус паливного насоса, в КП, в бак гідросистеми, в опорні котки (рис. 2.6).

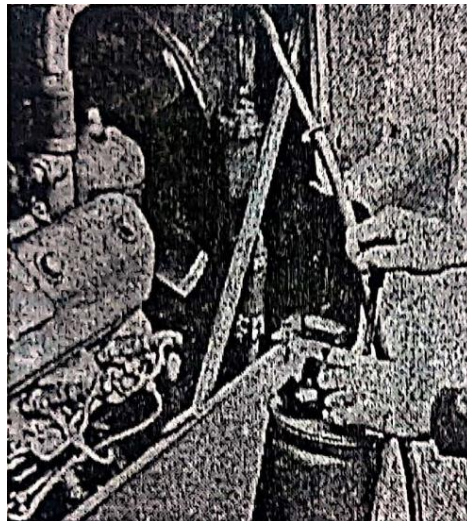


Рис.2.6. Заправка мастилом гідросистеми коробки переміни передач

8. Змащують підшипники водяного насоса, відводки муфти зчеплення.

9. Перевіряється зовнішнім оглядом відсутність підтікань мастила, охолоджувальної рідини, палива. При необхідності підтягують зовнішні кріплення і усувають підтікання (рис. 2.7).

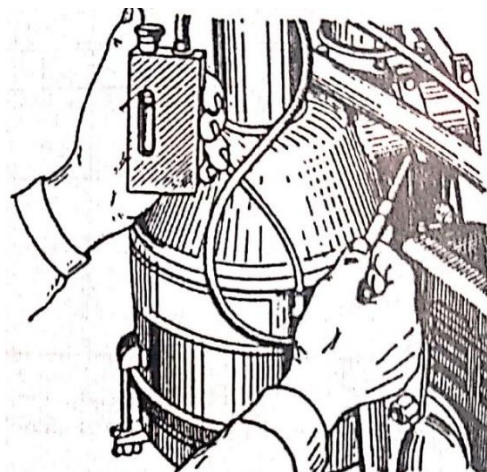


Рис.2.7. Перевірка герметичності впускної труби двигуна

10. Перевіряється рівень і при необхідності доливається охолоджувальна рідина в радіатор.

11. Контролюється працездатність рульового керування, систем освітлення і сигналізації, склоочисника, гальм.

12. Перевіряється стан акумуляторної батареї і при необхідності очищають верхню поверхню і вентиляційні пробки в кришках, доливають дистильовану воду.

Звіт про роботу

В звіті повинно бути:

1. Відповіді на контрольні запитання.
2. Періодичність ТО для вказаної марки трактора в мотогодинах і кілограмах витраченого палива.
3. Короткий перелік операцій ЩТО і ТО_1 для вказаної марки трактора.

Контрольні запитання

1. Що називають системою технічного обслуговування?
2. Яка періодичність проведення ТО-1 для тракторів?
3. Назвіть основні операції ШТО.
4. Назвіть основні операції ТО-1.

ОРГАНІЗАЦІЯ І ТЕХНОЛОГІЯ ПРОВЕДЕННЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ ЗЕРНОЗБИРАЛЬНИХ КОМБАЙНІВ

Мета заняття – вивчити зміст, організацію і технологію проведення технічного обслуговування за зернозбиральними комбайнами.

Для зернозбирального комбайна «Дон-1500Б» встановлена така періодичність, приблизна оперативна трудомісткість і тривалість технічного обслуговування (табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Періодичність та трудомісткість ТО

Вид ТО	Періодичність			Оперативна трудомісткість, год.	Трива- лість, год.
	мотогод.	фіз. га	л диз. палива		
ЩТО	10	15	260	0,38	0,38
ТО-1	60	90	1550	1,32	0,92

Операції, що проводяться при ЩТО

Очистити від пилу і рослинних решток капот дизеля, конденсатор кондиціонера.

Перевірити рівень і при необхідності долити мастило в картер дизеля і воду в радіатор.

Очистити від пилу і рослинних решток кабіну, сітку повітроочисника кабіни (рис. 3.1), сітку повітрозаборника, площадку між дизелем і бункером.

Перевірити рівень мастила в баках гідроприводу і гідросистеми і при необхідності дозаправити їх.

Очистити від пилу і рослинних решток дах молотарки і захисні кожухи (зверху), панелі комбайна, дах похилої камери, механізм «шайби, що коливається». При очистці усунути підтікання мастила, пального і води.

Перевірити і при необхідності підтягнути ланцюги і паси (рис. 3.2 - 3.5).

Запустити двигун, підняти жатку, встановити упор, заглушити двигун і очистити каменевловлювач.

Змастити щічки з'єднувальної ланки ножа.

Перевірити роботу двигуна, механізмів керування, виконавчих вузлів гідросистеми покази приладів на холостому ходу. При необхідності усунути виявлені відхилення.

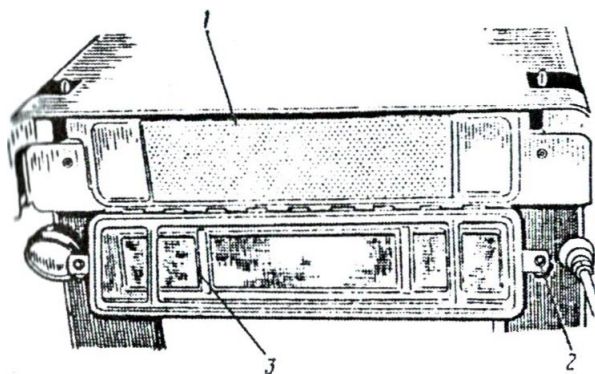


Рис. 3.1. Сітка повітроочисника кабіни: 1 – сітка; 2 – гвинт; 3 – кришка

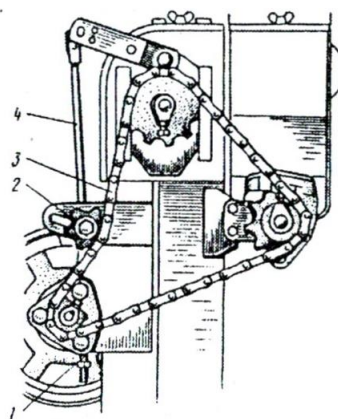


Рис. 3.2. Елеватор зерновий: 1 – гайка; 2 – зірочка натяжна; 3 – штанга

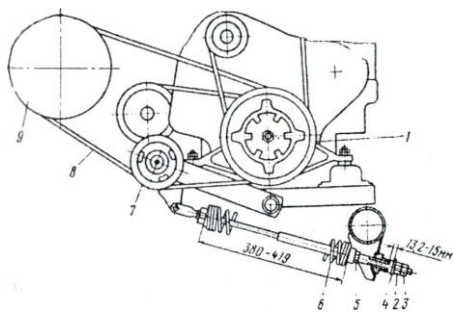


Рис. 3.3. Привод гідронасоса НП-90 ходової частини:
1 – шків ведучий дизеля;
2 – гайка з шайбою;
3, 5 – гайки; 4 – амортизатор; 6 – пружина; 7 – шків натяжний; 8 – пас;
9 – шків ведений гідронасосу

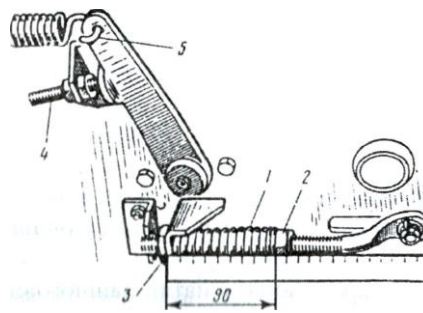


Рис. 3.4. Регулювання натягу ланцюгів транспортера:
1 – пружина натяжного пристрою;
2 – гайка; 3 – контргайка; 4 – болт регулювальний; 5 – важіль

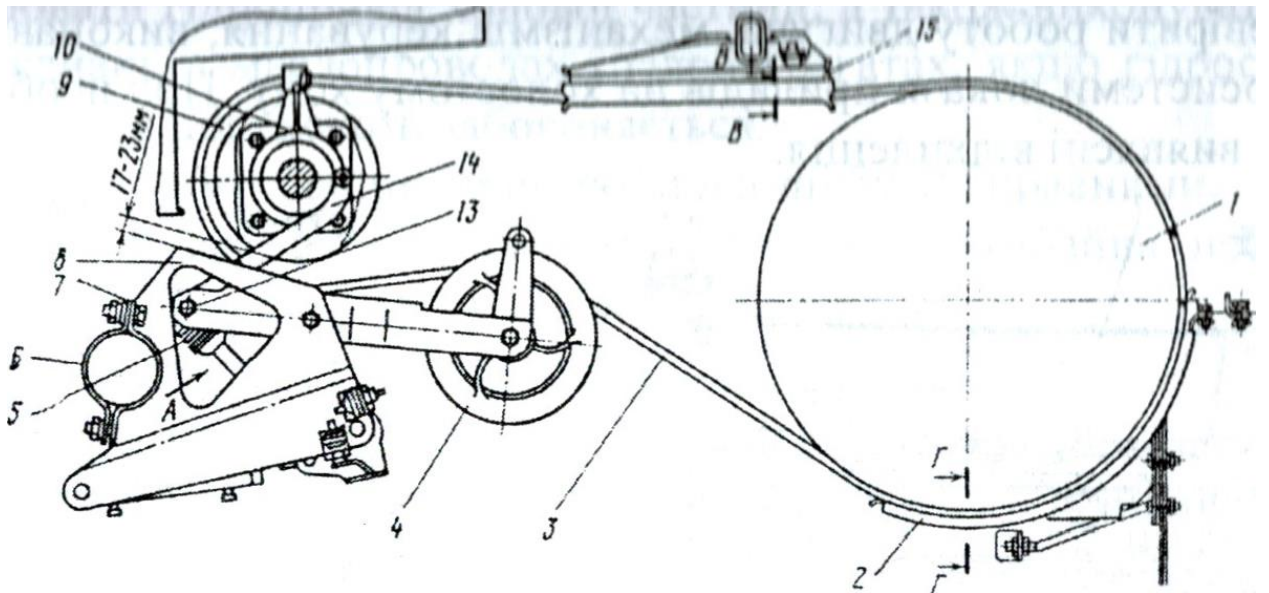


Рис. 3.5. Механізм ввімкнення і вимкнення приводу молотарки: 1 – шків ведений (відбійного бітеру); 2, 15 – кожухи; 3 – пас; 4 – шків натяжний; 5 – пружина; 6 – опора; 7 – прокладки регулювальні; 8 – боковина кронштейна; 9 – шків ведучий дизеля; 10 – підйомник; 11 – вісь; 12 – гвинт стопорний; 13 – гайка; 14 – тяга

Операції, що проводяться при ТО-1

Очистити від пилу і рослинних решток капот дизеля, конденсатор кондиціонера, блок дизеля, кабінку, сітку повітроочисника кабіни (рис. 3.1), сітку повітрозаборника, площадку між дизелем і бункером, акумулятори, дах молотарки і захисні кожухи, панелі молотарки, дах похилої камери.

Перевірити рівень і при необхідності долити мастило в баки гідроприводу і гідросистеми, воду в радіатор, гальмівну рідину в бачки гідроприводів гальм і муфти зчеплення (рис. 3.6).

Перевірити ступінь затяжки кріплень ведучого і веденого коліс до маточин, деки домолочуючого пристрою.

Обдути стисненим повітрям основні фільтри-патрони повітроочисника (рис. 3.7).

Перевірити рівень електроліту і при необхідності долити дистильовану воду (рис. 3.8).

Очистити і промити сапуни баків гідроприводу і гідросистеми.

Злити відстій з паливного бака, фільтрів грубого і тонкого очищення пального (рис. 3.9, 3.10).

Перевірити і при необхідності відрегулювати натяг ланцюгових і пасових передач.

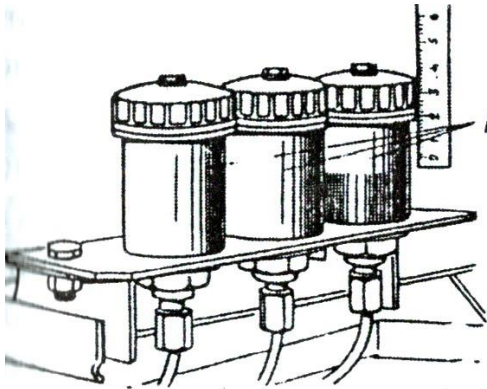


Рис. 3.6. Підживлюючі бачки гідроприводів гальм і муфти зчеплення: 1 – бачки

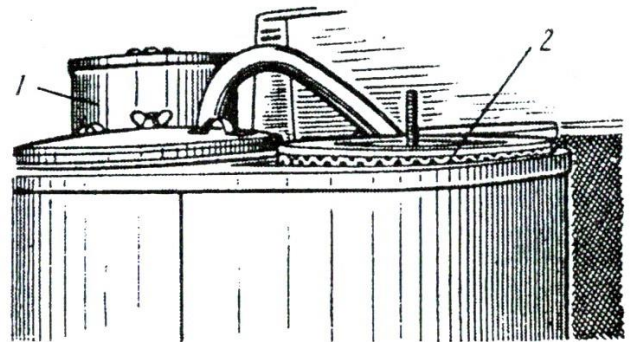


Рис. 3.7. Повітроочисник дизеля СМД-31А: 1 – повітроочисник, що обертається; 2 – основний фільтр-патрон

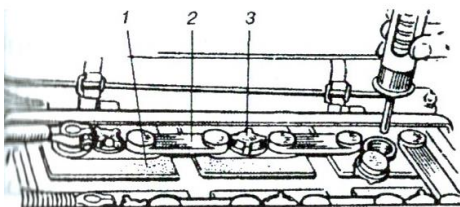


Рис. 3.8. Акумуляторна батарея: 1 – батарея; 2 – клеми; 3 – пробки

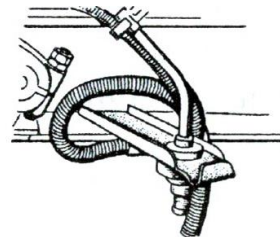


Рис. 3.9. Трубопровід для зливу відстою палива з бака: 1 – штуцер

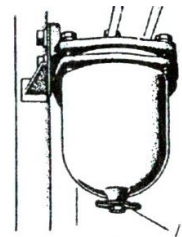


Рис. 3.10. Фільтр грубого очищення пального: 1 – пробка

Перевірити кріплення акумуляторних батарей в ящику, щільність контакту наконечників дротів з виводами батарей і при необхідності підтягнути їх.

Перевірити рівень і при необхідності долити мастило в конічний редуктор похилого шнека бункера.

Перевірити роботу дизеля на холостому ходу, механізмів керування виконавчих вузлів гідросистеми, приладів і електронної системи контролю.

Встановити жатку на опори і очистити вловлювач каміння.

Перевірити герметичність впускного повітряного тракту і системи проміжного охолодження повітря.

Перевірити тиск повітря в шинах і при необхідності довести його до нормального.

Перевірити і при необхідності відрегулювати механізм зрівноваження жатки (рис. 3.11).

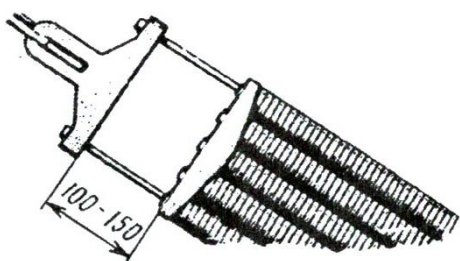


Рис. 3.11. Блок пружин

Змастити підшипники в наступній послідовності: лівий підшипник валу барабана, маточину шківів варіатора барабана, маточину ведучою шківів варіатора барабана, лівий підшипник валу відбійного бітера, маточину рухомого диска контрприводу вентилятора, маточину рухомою диску варіатора вентилятора, маточину шківів запобіжного механізму колосового елеватора, маточину запобіжної муфти, лівий підшипник заднього контрприводу, опорні підшипники моста керованих колі, шарнір захвату автозчіпки, маточину шківів запобіжного механізму шнека подрібнювана, правий підшипник заднього контрприводу, маточину шківів запобіжного механізму зернового елеватора, маточній шнека бункера, підшипник кінцевого редуктора похилого шнека бункера, вісь важеля натяжного пристрою приводу гідронасоса ходи ви і частини, підшипник вала відбійного бітера, правий підшипник валу барабана, втулку шківів верхнього вала похилої камери, втулку дном муфти запобіжного пристрою, вісь важеля правого механізму зрівноваження жатки, правий підшипник мотовила, центральний шарнір з'єднання корпусу похилої камери з жаткою, шарнірні з'єднання важеля МКШ з рухомим ножем, лівий підшипник мотовила, втулку

запобіжного пристрою мотовила, втулку запобіжного пристрою шнека, маточину рухомого диска нижнього шківів варіатора, маточину рухомою диска верхнього шківів варіатора, вісь лівого блока зрівноваження, поверхні тертя поворотного пристрою вивантажувального шнека (рис. 3.12-3.16).

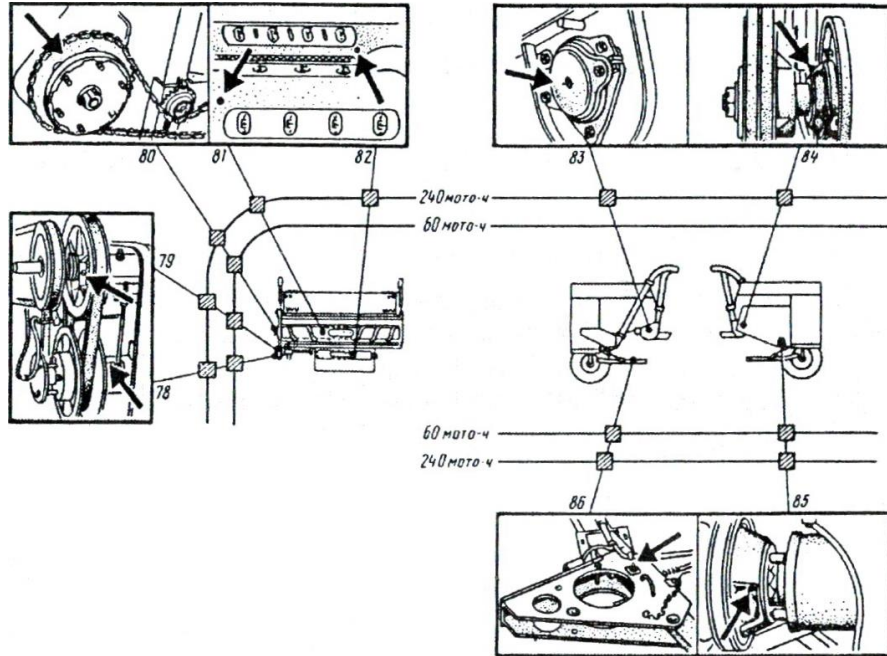


Рис. 3.12. Схема змащування платформи-підбирача і подрібнювача комбайна «Дон-1500Б»

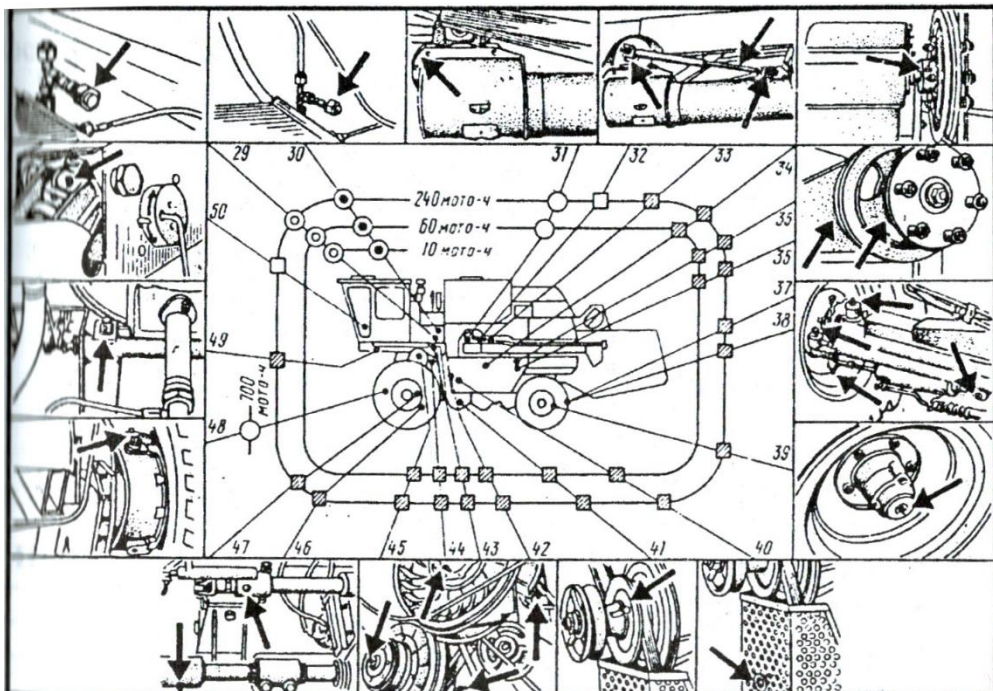


Рис. 3.13. Схема змащування комбайна «Дон-1500Б» (ліва сторона)

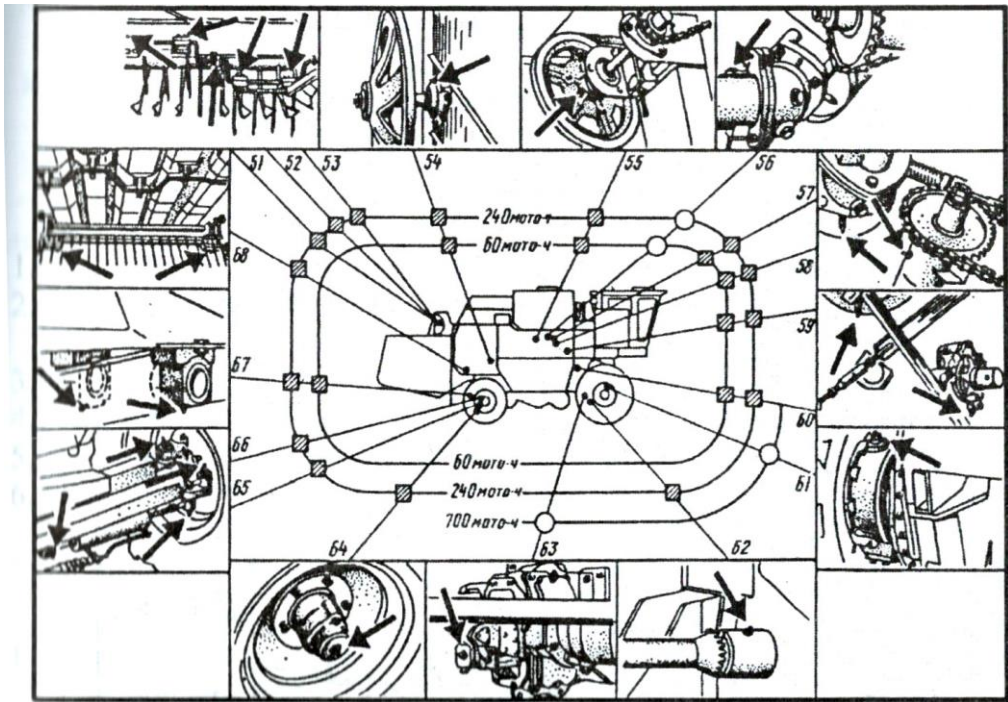


Рис. 3.14. Схема змащування комбайна «Дон-1500Б» (права сторона)

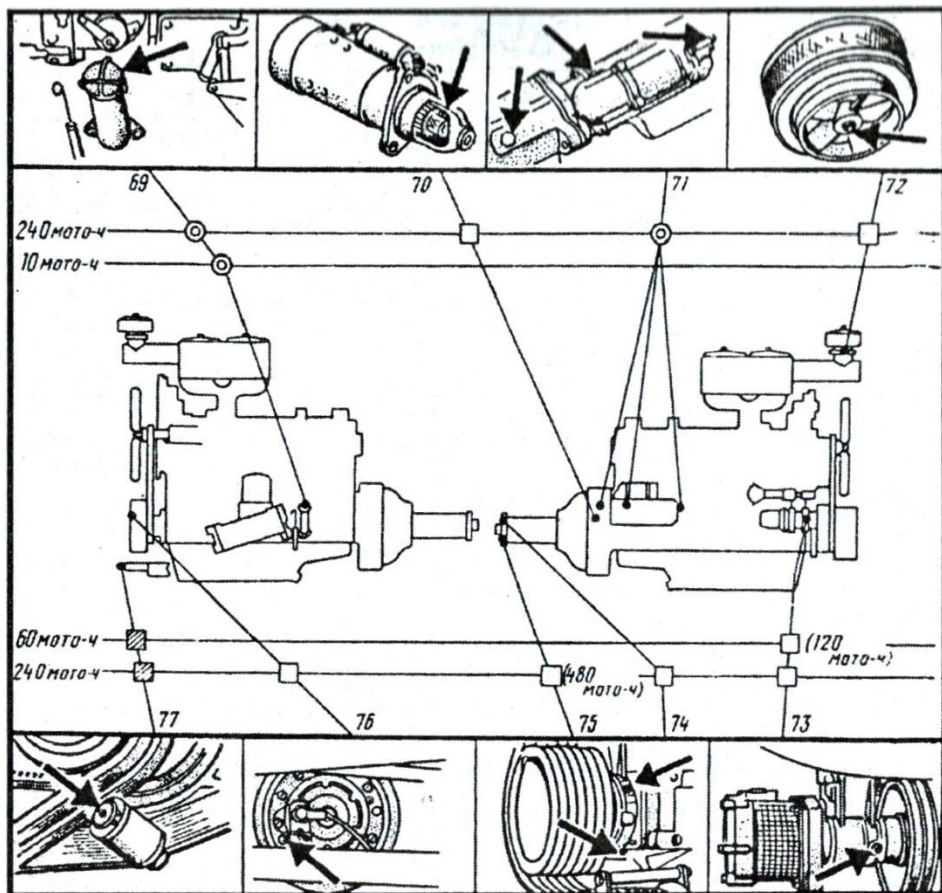


Рис. 3.15. Схема змащування дизеля СМД-31А

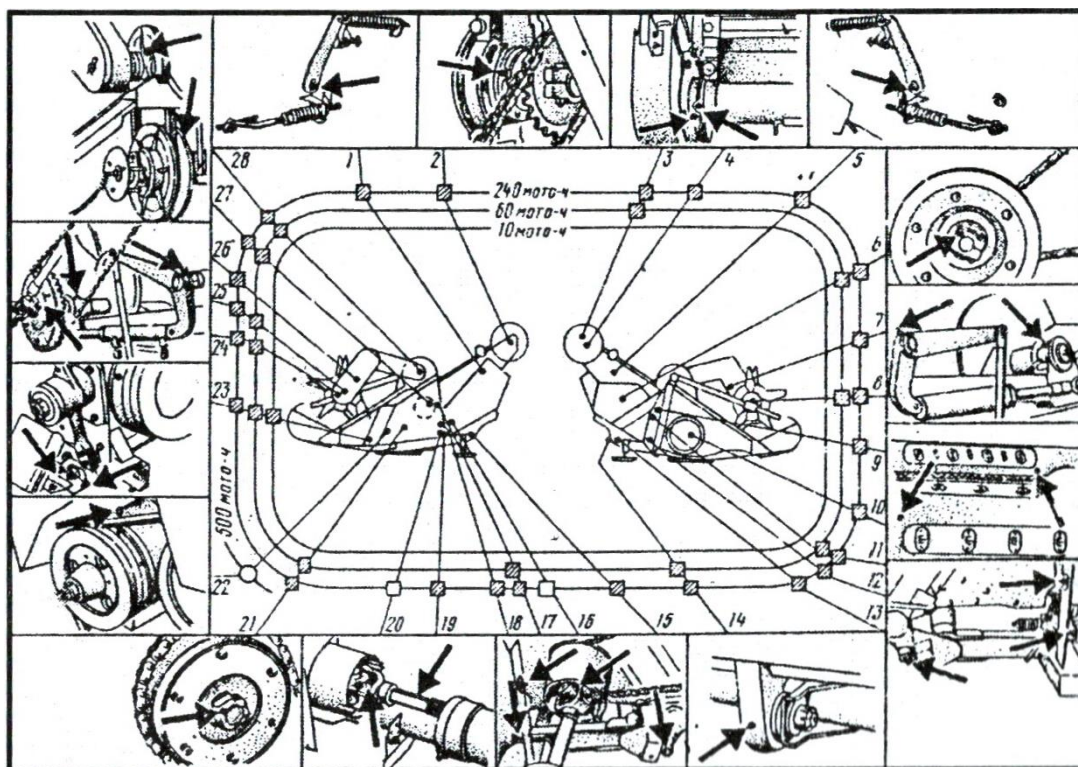


Рис. 3.16. Схема змащування жатки комбайна «Дон-1500Б»
(ліва і права сторона)

Оглянути кріплення зовнішніх складальних одиниць і при необхідності підтягнути їх.

Перевірити і при необхідності усунути щілини в з'єднанні жатки (платформи-підбирача) з проставкою.

Запустити двигун. Перевірити роботу гальм на місці і при русі на рівній ділянці.

Звіт про роботу

В звіті повинно бути:

1. Відповіді на контрольні запитання.
2. Періодичність ЩТО, ТО-1 для комбайна «Дон-1500Б» у мотогод., фіз. га і літрах дизельного пального.
3. Короткий перелік операцій ЩТО, ТО-1.

Контрольні запитання

1. Що називають системою технічного обслуговування?
2. Яка періодичність проведення ЩТО, ТО-1 для комбайна «Дон-1500Б»?
3. Назвіть основні операції ЩТО та ТО-1.
4. Які операції ТО-1 проводять на двигуні?
5. Які операції виконуються по ходовій системі при проведенні ТО-1?
6. Які операції виконуються по рульовому управлінню при проведенні ТО-1?
7. Які операції виконуються по електрообладнанню при проведенні ТО-1?

ВИВЧЕННЯ ДЕФЕКТІВ, РЕМОНТ І КОМПЛЕКТУВАННЯ ДЕТАЛЕЙ ШАТУННО-ПОРШНЕВОЇ ГРУПИ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ

Мета заняття – ознайомитися з основними дефектами деталей шатунно-поршневої групи (ШПГ); закріпити знання з технології ремонту і складання ШПГ.

Загальні положення. Серед агрегатів тракторів і автомобілів найменш довговічний – двигун. За його ресурсом визначають міжремонтні строки служби машин. Складові частини двигуна мають різний ресурс. Найшвидше зношуються такі деталі двигуна, як поршневі кільця, поршні, циліндри, шийки колінчастого вала, його шатунні і корінні вкладиші. Ці елементи конструкції двигуна відносяться до найбільш відповідальних, для усунення несправностей яких розроблено багато технологічних процесів.

В наслідок зносу циліндрів, поршневих кілець і канавок поршня зменшується компресія під час запуску, а також на малій частоті обертання двигуна. Знос циліндрів, канавок поршня, кілець по висоті і діаметру призводить до збільшення зазорів, крізь які масло перекачується до камери згорання.

Перевитрачання масла призводить до утворення нагару на поршнях і камерах згорання, зменшення тепловіддачі, утворення абразивного бруду та посиленню зносу деталей двигуна.

Основною зовнішньою ознакою зносу отворів в бобишках поршня, поршневих пальців і втулки верхньої головки шатуна служить поява стуків, які носять різкий металевий характер при зміні частоти обертання колінчастого валу двигуна.

Бобишки поршню, поршковий палець і втулка верхньої головки шатуна двигуна зношуються менш інтенсивно, ніж циліндри, поршневі кільця та канавки поршню.

Якщо двигун виходить з строю у наслідок тільки зносу поршневих пальців, бобишок поршню і втулок шатунів, це вказує на те, що під час ремонту не були забезпечені необхідна якість обробки поверхонь і відповідні зазори та натяги у з'єднаннях цих деталей або відбулося перекошування деталей під час їх складання.

Сучасні тенденції розвитку. Вимоги до двигунів внутрішнього згорання постійно змінюються в історії їх розвитку. Тенденції розвитку промислового виготовлення автотракторних двигунів пов'язані з регламентацією високої літрової потужності, високого крутного моменту, низьких поточних витрат, дотримання сучасних норм викидів відпрацьованих газів, довговічності та підвищеного ресурсу. З метою забезпечення експлуатаційної надійності автотракторних двигунів в міжремонтних періодах, конструкція деталей шатунно-поршневої групи на підприємствах-виробниках постійно модифікується та удосконалюється. Сучасні та перспективні зміни що до якості виготовляємих автотракторних двигунів спрямовані на оптимізацію виробничих процесів виготовлення, зменшення виробничих допусків та маси конструктивних елементів, а також підвищення якості матеріалів.

Незважаючи на поступове удосконалення в конструкції двигунів, досягнути суттєвих змін у характері зносу та пошкодження поршнів та гільз циліндрів не вдалося. Тому як і раніше основними причинами дефектів базових деталей автотракторних двигунів є порушення та перевантаження термічного або механічного характеру. Під впливом підвищеного навантаження в першу чергу зношуються та руйнуються поршні.

Конструкція поршнів автотракторних двигунів змінюється за такими напрямками: литий поршень з нерозрізаною юбкою, поршень з терморегулюючою кільцевою вставкою, поршень з сегментною вставкою, поршень із зміцнюючою вставкою для компресійного кільця та каналом для охолодження, поршень з анодованим днищем.

З метою підвищення міцності поршнів їх почали виготовляти з заевтектичних сплавів, які містять до 16% кремнію, з алюмінієвих сплавів методом штампування. В нових прогресивних конструктивних розробках фірм-виробників автотракторних двигунів з метою зниження сухого тертя пари поршень – циліндр та запобігання механічному походженню при епізодичному зменшенні кількості мастила використовуються тонкоплівочні покриття поверхні юбки поршня оловом (товщина покриття 0,00125 мм) або молібденово - графітове покриття.

Конструкція поршневих кілець також постійно змінюється. Основною метою цих змін, є надання маслостійким і компресійним кільцям максимально можливої стійкості до сил тиску газів, сил інерції, а також високого температурного впливу. Однією з провідних фірм – виробників двигунів внутрішнього згорання «KOLBENSCHMIDT™» (Німеччина) кільця випускаються таких конструкцій: кільце прямокутного перерізу, напівтрапецієвидне компресійне кільце, трапецієвидне поршневе кільце (трапеція 6°/15°), конічне компресійне кільце, L – профільоване кільце, маслостійке коробчате кільце з прорізями, U-Flex-кільце, пластинчасте кільце та ін. На робочу поверхню кілець наносять такі покриття: хромове, ферооксидне, молібденооксидне, азотоване. В конструкції кілець деяких фірм виробників робочу поверхню утворюють за допомогою плазмового напилення.

Прогресивні зміни в конструкції основних деталей шатунно-поршневої групи, використання нових матеріалів та видів обробки робочих поверхонь тісно пов'язані з удосконаленням приладів, пристроїв та інструменту, які використовуються під час проведення розбирально-складальних робіт. В додатку А наведені деякі з перспективних зразків вимірювальних та монтажних інструментів, а також пристроїв, які забезпечують максимальну зручність у використанні, необхідну точність вимірювань та відповідну якість розбирально-збиральних робіт.

Характеристика дефектів деталей ШПГ, способи їх визначення і усунення. Поршні виготовляють, як правило, з високоміцних алюмінієвих сплавів, твердістю HB 100-130. Основними дефектами поршнів є знос канавок під поршневі кільця, знос отворів бобишок під поршневі пальці та знос юбки поршня.

Відновлюють поршневі канавки плазмово-дуговим наплавленням, а зношені отвори у бобишках під поршневі пальці розвертають ручною розтискною розверткою. Овальність, конусність і неспіввісність отворів бобишок поршня не повинні перевищувати 0,01 мм. Допускається неперпендикулярність загальної осі отворів бобишок до осі поршня до 0,03 мм на довжині 100 мм.

Поршневі пальці тракторних двигунів виготовляють із цементованої сталі марки 12ХНЗА, або із сталей 40, 45 з наступним загартуванням (HRC 56-65). Основним дефектом пальців є знос поверхонь спряжень із втулкою верхньої головки шатуна або бобишок поршня.

Відновлюють зовнішній діаметр зношених пальців хромуванням, роздаванням гідродинамічним і пуансоном, розвертанням у гарячому стані. Технологічному процесу хромування зовнішньої поверхні поршневих пальців характерна висока трудомісткість, а при роздаванні пальця пуансоном, на його зовнішній поверхні можуть виникнути тріщини. При розвертання пальців у гарячому стані виникають проблеми, пов'язані з високою нерівномірністю припуску на обробку та утруднення із забезпеченням належної структури цементуючого шару.

Технологічні операції з гідродинамічного роздавання поршневих пальців виконують в такій послідовності: з використанням індуктора пальці нагрівають СВЧ на установці типу ЛПЗ-107 до 780-830°C протягом 20-25 с.; затискають палець в установці для роздавання і пропускають через внутрішню порожнину пальця охолоджувальну рідину під тиском 0,4-0,5 МПа протягом 14-16 с.; потім палець повністю охолоджують водопровідною водою; далі палець необхідно прошліфувати до номінального розміру по довжині і

діаметру, це пов'язано з тим, що під час гідродинамічного роздавання діаметр і довжина пальця збільшуються.

Шатуни автотракторних двигунів виготовлені із сталей 45Г2, 40Х, 40, 45 з наступним загартуванням і високотемпературним відпусканням до твердості НВ 207-289.

Під час експлуатації у шатунів найчастіше виникають такі дефекти: спрацювання внутрішньої поверхні верхньої та нижньої головок, опорних поверхонь під головки болтів; відхилення від паралельності поверхні нижньої і верхньої головок (скручування); перекошення осей отворів у одній площині (згин), яке перевищує допустиме.

Технологічна послідовність відновлення шатунів така. Спрацьовані втулки верхньої головки шатуна випресовують і замінюють новими. Нові втулки розточують на алмазно-розточувальних станках типу 2А78Н з універсальним шпинделем і спеціальним оснащенням, яке враховує конструкцію шатуна. З метою підвищення якості робочої поверхні втулки і надійності її посадки може бути виконана технологічна операція імпульсного розвальцьовування на вертикально-свердлильному станку типу 2А135 при частоті обертання 1000 хв^{-1} протягом 30-50 с. Шорсткість робочої поверхні втулки після розвальцьовування не вище 0,32 мкм.

В деяких випадках втулки верхньої головки шатуна, виготовлені з бронзи різних марок, можуть бути відновлені пластичним деформуванням (осадженням, розвертанням), або гальванічним нарощуванням (мідненням). Відновлену або нову втулку запресовують у верхню головку шатуна.

Зношування нижніх головок шатуна пов'язане зі зношуванням робочих поверхонь або деформацією головки. При незначному зношуванні (до 0,1 мм) для шатунів дизелів середньої потужності отвори відновлюють зніманням металу на кришці шатуна та поверхні шатуна у площині рознімання з наступним розточуванням і хонінгуванням отвору. Площини рознімання кришок і самих шатунів обробляють на плоскошліфувальному верстаті із застосуванням спеціального для кожної моделі шатуна оснащення.

Складені з кришками шатуни розточують на вертикальному алмазно-розточувальному верстаті. Хонінгують шатуни алмазними хонами на хонінгувальних станках на такому режимі: швидкість зворотно-поступального руху – 8-12 м/хв., частота обертання – 30-40 хв⁻¹, притискання брусків до оброблюємої поверхні – 0,3-0,6 МПа. Під час хонінгування необхідно використовувати охолоджувальну рідину – суміш, яка містить 70% гасу і 30% веретенного або трансформаторного масла.

Опорні поверхні нижньої головки шатуна під головку шатунного болта спрацьовуються, внаслідок чого протягом нетривалої роботи дизеля послаблюється затягування шатунних болтів.

Площинність поверхонь під головку шатунного болта відновлюють зернуванням за допомогою спеціальної торцевої фрези.

Міжосьову відстань шатуна відновлюють асиметричним розточуванням, за допомогою спеціального пристрою, на токарно-гвинторізному станку.

Згин шатунів усувають правкою їх на гвинтових або гідравлічних пресах з наступним нагріванням до 400-500°C і витримуванням у печі 2-3 години.

Відремонтовані шатуни миють, зважують і сортують за їх масою та довжиною. Наступний контроль шатунів відбувається за такими параметрами: діаметр, овальність, конусність і шорсткість поверхонь нижньої та верхньої головок, міжосьова відстань, згин і скручування стержня, маса шатуна.

Поршневі кільця виконують в двигуні дві важливі функції. Вони утворюють ковзальне ущільнення камери згоряння, яке затримує витікання робочих газів. Вони також, не допускають проникнення в камеру згоряння машинного масла. Крім того, крізь кільця відбувається передача тепла від поршня до стінки циліндру, звідки воно потім відводиться системою охолодження.

Знос поршневих кілець по висоті, знос бокових поверхонь компресійних кілець, пошкодження гострих маслоз'ємних кромek та збільшення зазору у стику відбувається, як правило, внаслідок потрапляння сторонніх абразивних частинок у масляну систему двигуна. Абразивні частинки відкладаються,

також в поршневих канавках, що також призводить до зношування поршневих кілець.

Знос гострих робочих кромок поршневих кілець призводить до того, що між робочими поверхнями поршневих кілець і робочою поверхнею циліндру починають діяти значні гідродинамічні сили, які утворюються внаслідок дії так званого масляного клину. Двигаючись вгору – вниз з поршнем кільця напливають на масляну плівку і злегка припіднімаються з робочої поверхні циліндру, а масло в значному обсязі потрапляє у камеру згорання.

Поршневі кільця дефектують за такими параметрами: пружність, зазор у стику, щільність прилягання до стінки циліндру, зазор по висоті між поршневою канавкою і кільцем (висота кільця), товщина кільця. Короблення торцевих поверхонь кілець контролюють на повірочній плиті.

Послідовність ремонту шатуна з втулкою верхньої головки шатуна.

Випресувати із отвору верхньої головки шатуна втулку, використовуючи гідравлічний прес ОКС-1671М.

Перевірити шатун на згин і скрученість з використанням приладу КИ-724 (рис. 4.1) у такій послідовності:

встановити замість втулки в отвір верхньої головки шатуна розтискну оправку 2;

закріпити оправку в отворі шатуна конусами 8 і 10, закручуючи гайку 11;

встановити призму 3 з індикаторами 4 і 7 на розтискну оправку 2 так, щоб упор 6 призми спирався на плиту 5. Не зсуваючи призму з місця, повернути шкалу індикатора 4 до збігання великої стрілки індикатора з нульовою поділкою шкали. Повернути призму на 180° і аналогічно налагодити індикатор 7;

закріпити шатун на оправці 1 так, щоб призма 3, встановлена на розтискну оправку 2, притиснулася упором 6 до плити 5;

визначити величину згину шатуна за відхиленням великої стрілки індикатора 4 від нульової поділки;

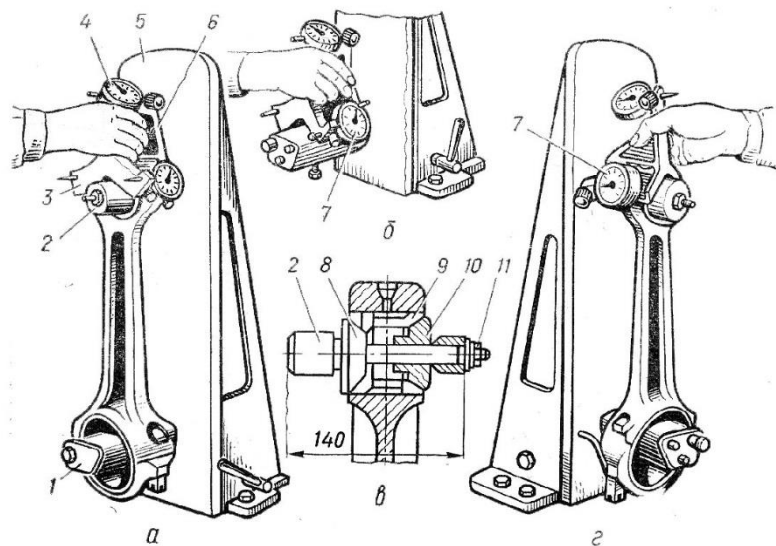


Рис. 4.1. Перевірка шатуна на згин і скрученість: *а* – перевірка шатуна на згин; *б* – встановлення індикаторів; *в* – встановлення розтискної оправки; *г* – перевірка шатуна на скрученість; 1 – оправка; 2 – розтискна оправка; 3 – призма; 4, 7 – індикатори; 5 – плита; 6 – упор; 8, 10 – конуси; 9 – розтискна втулка оправки; 11 – гайка.

провернути призму 3 на 180° і за індикатором 7 аналогічно визначити величину скрученості шатуна. Для тракторних двигунів допускається скрученість у межах 0,05-0,08 мм, а згин – 0,03-0,05 мм на кожні 100 мм довжини між осьової відстані нижнього і верхнього отворів шатуна.

Виправити шатун при наявності його згину і скрученості за допомогою пристрою (рис. 4.2). Щоб зняти після правки залишкові напруження шатун нагріти у електронагрівальній печі до $400-450^\circ\text{C}$ і витримати при цій температурі 30-60 хв. Потім нагрітий шатун залишити для повільного охолодження повітрям.

Після охолодження шатуна повторити перевірку його на згин і скрученість.

Відремонтувати верхню головку шатуна із втулкою у такій послідовності:

встановити шатун на прес ОКС-1671М і за допомогою наставки запресувати втулку в отвір верхньої головки шатуна. Якщо отвір шатуна під

втулку (нормального або ремонтного розміру) незношений, то нову втулку в нього запресовують з натягом в межах 0,05-0,12 мм. Такий натяг встановлено для більшості шатунів тракторних двигунів. При запресуванні втулки у верхню головку шатуна треба стежити, щоб масляний отвір втулки збігався з отвором для підведення масла у шатуні;

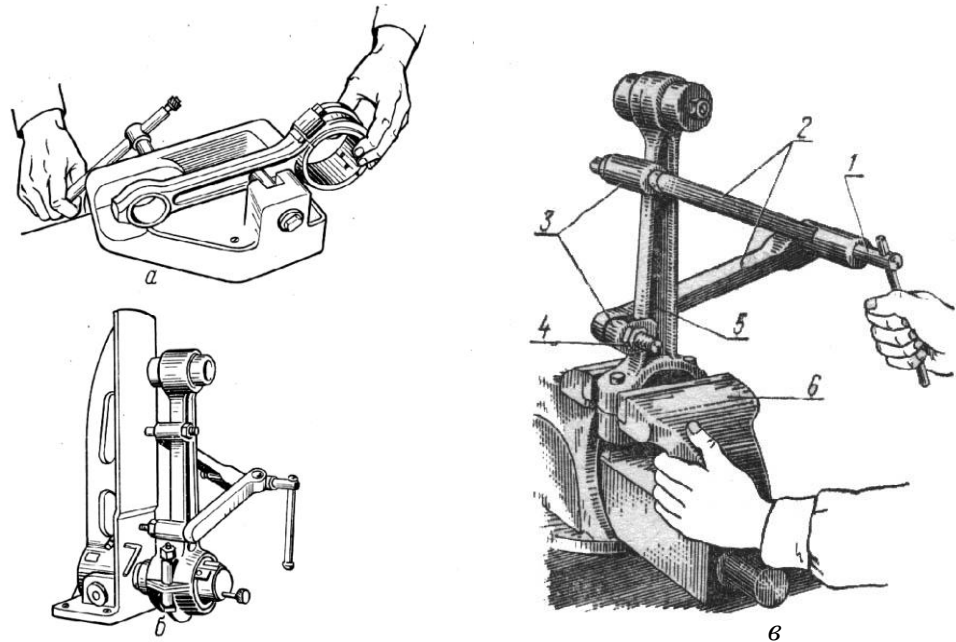


Рис. 4.2. Правка шатуна за допомогою пристроїв при його погнутості (а) та скрученості (б, в): 1 – розвідний гвинт; 2 – важіль; 3 – упорні накладки; 4 – затискна гайка; 5 – шатун; 6 – паралельні лещата.

вставити в отвір нижньої головки шатуна оправку, відповідно до марки двигуна, затягнути шатунні болти з нормальним зусиллям (для СМД-21 – 140-160 Н·м, а для СМД-60 – 160-180 Н·м) і встановити шатун на горизонтально-розточувальний верстат УРБ-ВП-М (рис. 4.3). В лівій тумбі станини верстату УРБ-ВП-М встановлено електродвигун, який приводить в дію три вали станку. В коробці передач (приводи шпинделю, проміжний та подавання) знаходяться дві черв'ячні пари механізму подавання. У шпиндельній коробці змонтовано шпиндель та механізм його подавання з фрикційною муфтою, які включаються гайкою 4 із зіркоподібною рукояткою. На правому кінці станини розташована стойка з пристроєм для встановлення і кріплення нижньої або

верхньої головок шатуна. Найбільший діаметр розточуваного отвору – 100 мм; найменший діаметр – 28 мм; частота обертання шпинделю – 600 і 975 хв⁻¹; подача постійна – 0,04 мм/об.;

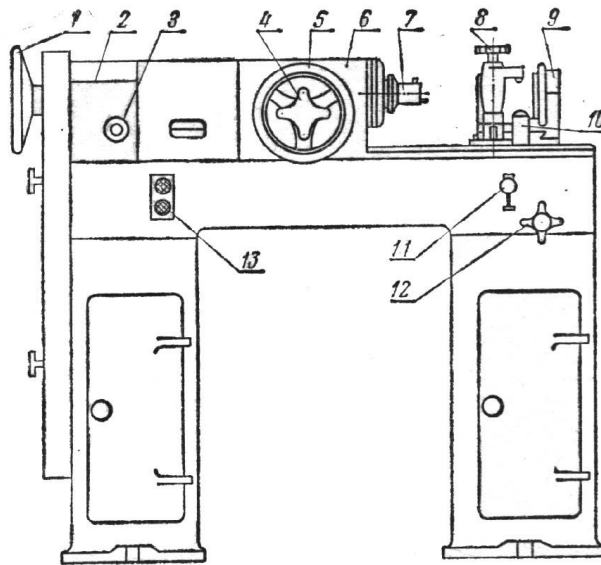


Рис. 4.3. Горизонтально-розточувальний верстат УРБ-ВП-М: 1 – маховичок для провертання шпинделя; 2 – коробка передач; 3 – вказівник рівня масла; 4 – гайка включення автоматичної подачі; 5 – маховичок пересування шпинделя; 6 – стояк шпинделя; 7 – різцева головка; 8 – притискний стояк; 9 – каретка з призмами; 10 – нижній подвижний упор; 11 – рукоятка кріплення упору; 12 – рукоятка механізму піднімання упору; 13 – кнопки «Пуск» і «Стоп» верстату.

після встановлення шатуна разом із оправкою на призмах каретки 5 (рис. 4.4) верстату, встановити шаблон між упорами на рухомій каретці у кронштейн 8;

маховичком пересування каретки 6 перемістити каретку до затискача шаблону між упорами каретки і кронштейном 8, застопорити каретку гвинтом 7;

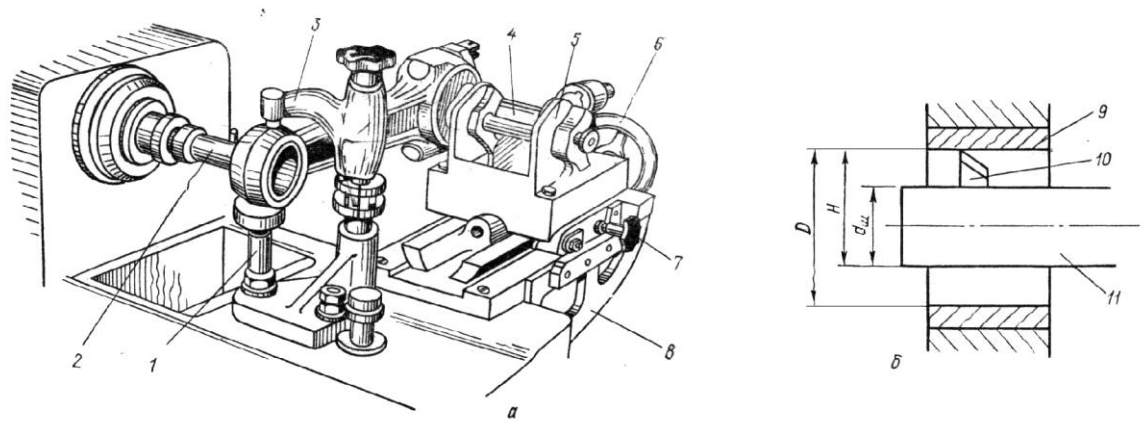


Рис. 4.4. Кріплення шатуна на верстаті УРБ-ВП-М для розточування (а) і принципіальна схема розточування верхньої головки шатуна із втулкою (б): 1 – опора; 2 – шпиндель; 3 – притискний стояк; 4 – оправка; 5 – призма каретки; 6 – маховичок пересування каретки; 7 – гвинт стопоріння каретки; 8 – кронштейн; 9 – втулка; 10 – різець; 11 – борштанга.

встановити на шпиндель 2 центрувальний конус і маховичком ручного переміщення шпинделя 5 (рис. 4.3) сумістити осі втулки шатуна і шпинделя;

опорою 1 (рис. 4.4) і притискним стояком 3 закріпити верхню головку шатуна так, щоб не порушувати співвісність;

за допомогою маховичка ручного переміщення вивести шпиндель із отвору верхньої головки шатуна і зняти з нього центрувальний конус;

розрахувати і встановити виліт різця (рис. 4.4, б). Виліт різця розрахувати за формулою:

$$H = \frac{d_n + d_{ш} + S + \delta}{2},$$

де d_n – діаметр поршневого пальця, мм; $d_{ш}$ – діаметр борштанги ($d_{ш}=25$ мм); S – зазор у спряженні поршневий палець – втулка верхньої головки шатуна, мм (див. табл.1); δ – припуск на розкатування (на діаметр), який звичайно приймають 0,012-0,015 мм;

маховичком ручного переміщення шпинделя підвести різець до втулки, не доводячи до її торця 3-4 мм;

гайкою включення автоматичної подачі 4 (рис. 4.3) включити механічну подачу шпинделя, а кнопкою 13 («Пуск») – обертання шпинделя (параметри режиму розточування втулки: частота обертання – 975 хв^{-1} , подача – $0,04 \text{ мм/об}$, глибина різання – $0,10\text{-}0,15 \text{ мм}$);

Таблиця 4.1 – Зазори у спряженнях основних деталей ШПГ та пружність поршневих кілець (технічні умови).

Параметри	Двигуни СМД-19, СМД-20, СМД-21	Двигуни СМД-60, СМД-62, СМД-64
1. Зазор у спряженні втулка верхньої головки шатуна – поршневий палець, мм: нормальний допустимий	0,022-0,047 0,10	0,023-0,048 0,06
2. Зазор між канавками поршня і поршневими кільцями по висоті, мм для компресійних кілець нормальний допустимий для маслоз'ємних кілець нормальний допустимий	0,080-0,125 0,24 0,040-0,085 0,18	1-ша канавка: 0,18-0,21; 2-га та 3-я канавки: 0,15-0,21 0,30 0,086-0,127 0,25
3. Зазор у стику поршневих кілець, мм верхнє компресійне кільце (хромоване) компресійне кільце маслоз'ємне кільце	0,35-0,55 0,30-0,56 0,30-0,50	0,45-0,65 0,45-0,65 0,45-0,60
4. Пружність поршневих кілець, Н компресійне кільце маслоз'ємне кільце	60-85 55-85	22-31 18-30

після завершення операції розточування гайкою включення автоматичної подачі 4 виключити механічну подачу шпинделя, а кнопкою 13 («Стоп») - обертання шпинделя;

маховиком пересування шпинделя 5 вивести шпиндель з отвору втулки і зняти різець;

виміряти індикаторним нутроміром внутрішній діаметр розточеної втулки і порівняти його з розрахунковим (монтажним) значенням

$$d_B = d_{II} + S,$$

де d_B – внутрішній діаметр втулки верхньої головки шатуна, мм;

після розточування втулки верхньої головки шатун зняти з верстату УРБ-ВП-М і закріпити його спеціальним пристроєм на столі вертикально-свердлильного верстату 2A135 для проведення фінішної операції розкатування. Остаточну (фінішну) обробку внутрішньої поверхні втулки верхньої головки шатуна розкаткою проводять для зменшення шорсткості, зміцнення обробленої різцем поверхні і створення у поверхневому шарі сприятливих напружень стиску;

встановити пристрій для розкатування отворів втулки верхньої головки шатуна (розкатку) в патрон верстату 2A135. Розкатка складається з двох з'єднаних між собою оправок 1 і 2 (рис. 4.5). По ограненій частині оправки 2 перекочуються ролики 4, рівномірно розподіляючись по колу у внутрішній частині сепаратору 3 і зафіксовані кільцем 5;

густо змастивши розкатку машинним маслом або сульфозфрезолом, включити станок і довести частоту обертання шпинделя до 960 хв^{-1} ;

виконати розкатування повільно вводячи розкатку в отвір втулки і виводячи з нього. Цикл розкатування виконувати протягом 35-40 с. Після розкатування шорсткість внутрішньої поверхні втулки повинна бути не нижче $0,63 \text{ мкм}$, а овальність та конусність – не більше $0,006 \text{ мм}$.

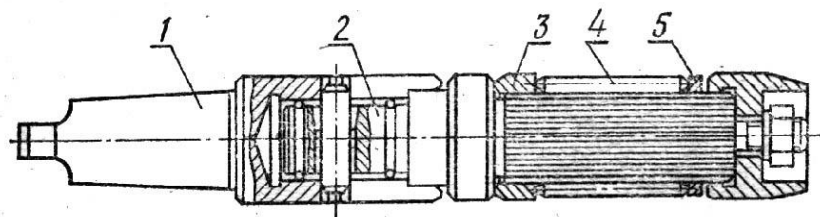


Рис. 4.5. Пристрій для розкатування отвору втулки верхньої головки шатуна: 1,2 – оправки; 3 – сепаратор; 4 – ролики; 5 – кільце.

Підібрати поршень за гільзою і перевірити зазор між юбкою поршня та гільзою в такій послідовності:

гільзу і поршень підібрати за мітками розмірної групи (Б, С, М), що вибиті на днищі поршня і верхньому торці гільзи;

за допомогою набору щупів №5 заміряти зазор між юбкою поршня і гільзою (номінальний зазор для більшості тракторних двигунів знаходиться в межах 0,14-0,22 мм, а допустимий без ремонту – 0,25-0,30 мм).

Перевірити поршневе кільце за канавкою поршня: перекинувши його зовнішнім діаметром по канавці поршня, заміряти зазор між канавкою поршня і кільцем (по висоті) за допомогою набору щупів №5. Якщо виміряний зазор між канавкою поршня і кільцем не менше ніж за технічними умовами (див. табл. 1), кільце необхідно встановити в пристрій (рис.4.6) і прошліфувати вручну до нормального розміру абразивним кругом.

Перевірити і підібрати за циліндром поршневі кільця. Якість прилягання кільця до стінки циліндра (гільзи) перевірити на просвіт в такій послідовності:

контрольоване кільце 2 (рис. 4.7) встановити у гільзу 3 (кільце треба розмістити у перпендикулярній площині до осі гільзи);

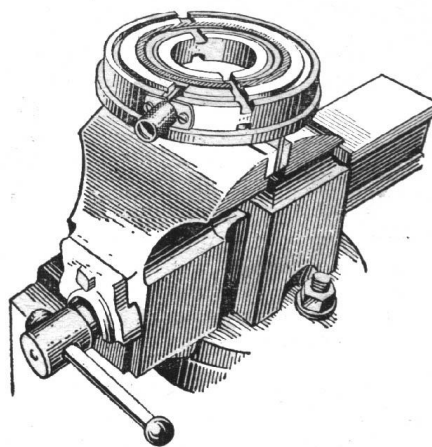


Рис. 4.6. Пристрій для шліфування торцевих поверхонь і обпилювання стиків поршневих кілець.

вирівняти кільце поршнем;

закрити гільзу кришкою 1 і підсвітити її знизу лампою Радіальний зазор (просвіт) кільця і гільзи не повинен перевищувати 0,02 мм більш як у двох місцях на дузі до 30° і не ближче 30° від стику;

після перевірки кільця на просвіт, знявши кришку 1 і залишивши кільце у такому ж положенні, перевірити зазор у його стику за допомогою пластинчатого щупа. За технічними умовами зазор у стику поршневих кілець повинен відповідати даним, наведеним у табл. 1. Якщо зазор менший потрібного, кільце встановити у пристрій (рис. 4.6) і обпиляти один із торців стику.

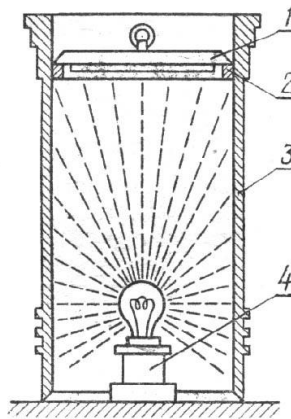


Рис. 4.7. Перевірка поршневого кільця на якість прилягання до стінки циліндра 1 – кришка; 2 – кільце; 3 – гільза; 4 – лампа накаливання.

Визначити пружність поршневого кільця з використанням пристрою КИ-040 (рис. 4.8):

встановити поршневе кільце між столиком вагового механізму 4 і упором каретки 3 приладу так, що стик його знаходився у горизонтальній площині;

ручкою 1 стиснути кільце до нормального зазору у стику (див. табл. 4.1) і зафіксувати каретку 3 гвинтом 2;

зрівноважити ваговий механізм пристрою малим вантажем (0,1 кг) 5 і великим вантажем (1,0 кг) 8 і зняти показники із шкал, нанесених на важелі додаткового вантажу 6 та основному важелі 7;

визначену пружність поршневого кільця порівняти з даними, наведеними у табл. 4.1.

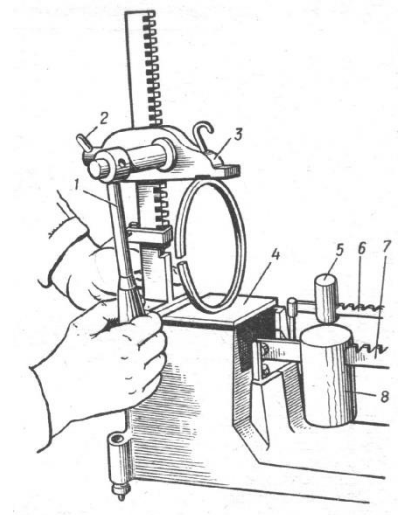


Рис. 4.8. Перевірка пружності поршневого кільця на пристрої КИ-040: 1 – ручка; 2 – гвинт; 3 – каретка; 4 – столик вагового механізму; 5 – малий вантаж (0,1 кг); 6 – важіль додаткового вантажу; 7 – основна важіль; 8 – великий вантаж (1,0 кг).

Скласти поршень із шатуном і перевірити його прямолінійність у такій послідовності:

нагріти поршень до 80-85°C у воді, з використанням електронагрівальної печі;

втулку шатуна і поршневі кільця змастити дизельним маслом;

підігрітий поршень встановити у пристрій для складання, заводячи шатун у поршень мітками номеру комплектності шатуна в бік виїмки на днищі поршня, сумістити отвори у поршні і шатуні та запресувати поршковий палець. Осьовий розбіг шатуна на поршковому пальці повинен бути в межах 3-4 мм;

зафіксувати поршковий палець від осьового переміщення стопорними кільцями і встановити за допомогою спеціального пристрою (рис. 4.9) спочатку маслосборник, а потім компресійні кільця. Хромоване верхнє компресійне кільце встановити у верхню канавку поршня. Від провертання

поршня в горизонтальній площині кільця повинні повільно переміщатися та утоплюватись у канавках поршня від своєї ваги або при легкому збовтуванні;

закріпити поршень з шатуном на пристрої КИ-724 і щупом перевірити перпендикулярність осі поршня до осі нижньої головки шатуна за приляганням прямої частини поршня до плити пристрою. Неперпендикулярність на довжині 100 мм не повинна перевищувати 0,05 мм.

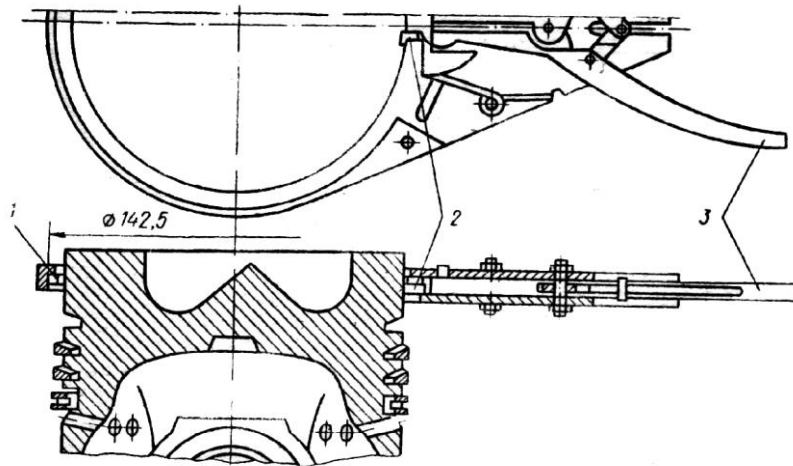


Рис. 4.9 Пристрій для знімання та встановлення поршневих кілець: 1 – поршневе кільце; 2 – губки; 3 – рукоятка.

Особливості комплектування та збирання ШПГ двигуна. Шатуни з кришками, болтами і гайками підбирають в комплект за масою та міжосьовою відстанню отворів головок. Причому маса для комплектів автомобільних двигунів і форсованих тракторних повинна розподілятися по нижній і верхній головках однаково; відхилення не повинно перевищувати ± 3 г. Вирівнюють масу шатунів у складеному вигляді з поршнями видаленням металу з поршнів або шатунів у місцях, які не впливають на їх стійкість проти спрацювання і міцність.

Поршні підбирають за розмірною групою і масою. Значення маси поршня і маркування розмірної групи вибиті на днищі. Попередньо комплект поршнів підбирають у межах допустимої різниці у масі за цифровим маркуванням на днищі, а кінцево – за результатами зважування. Комплект поршнів, підібраний за масою, має бути однієї розмірної групи. Поршні з гільзами комплектують за зазором між поршнем і гільзою. Різниця мас

поршнів і шатунів у складі з поршнями допускається відповідно 3-15 г і 10-30 г залежно від марки двигуна.

Поршневі кільця маслоз'ємні і компресійні підбирають за розміром гільз і висотою канавок на поршні та перевіряють на спеціальному приладі, на пружність, яка повинна бути для компресійних кілець 15-75 Н, маслоз'ємних – 18-52 Н, при зазорі у стику – 0,3-0,6 мм (залежно від марки двигуна). Можлива підгонка поршневих кілець за висотою шліфуванням їх на плоскошліфувальному станку з магнітним столом або вручну на плиті, вкритій наждачним папером. Коливання товщини для одного кільця допускається не більше 0,08 мм. Короблення торцевих поверхонь поршневих кілець допускається не більше 0,06 мм.

Поршневі пальці нормальних і ремонтних розмірів комплектують з бобишками поршнів і втулками верхніх головок шатунів (після остаточної обробки) відповідно до встановлених розмірних груп зовнішніх діаметрів пальців і внутрішніх діаметрів отворів бобишок поршнів і втулок верхніх головок шатунів (у зібраному вигляді).

При запресуванні втулок у верхні головки шатунів треба стежити, щоб масляний отвір втулки збігався з отвором для підведення масла у шатуні. У зв'язку з високою точністю спряжень поршневого пальця з шатуном і поршнем остаточну обробку внутрішньої поверхні втулки верхньої головки шатуна проводять у складеному вигляді з шатуном з використанням точних розверток, прошивок, вальцьовок або дорнів.

Допустимий без ремонту натяг для втулок верхніх головок шатунів визначають зусиллям їх випресування, яке повинно становити не менш як 4000 Н. Спряження втулки шатуна з поршневим пальцем можна перевірити візуально. Характер спряження слід вважати нормальним, якщо при температурі повітря 15-20°C шатун, який вільно висить на змащеному моторним маслом пальці, при прокручуванні відхиляється від вертикалі на кут до 30°.

Отвори в бобиках поршнів під поршневий палець підганяють розвертанням, для чого поршень встановлюють днищем у спеціальні лещата з

мідними або алюмінієвими вставками. Посадка пальців у бобишках поршня, як правило, більш щільна, ніж в отворах втулок шатуна. Розвертати отвори в бобишках поршня треба одночасно (у лінію), щоб не допускати перекосу спільної осі отвору бобишок з віссю поршня.

Звіт про роботу

В звіті повинно бути:

1. Відповіді на контрольні запитання.
2. Принципова схема розточування верхньої головки шатуна із втулкою.
3. Розрахунки вильоту різця для ремонту верхньої головки шатуна із втулкою.
4. Параметри режимів і технологія розточування та розкатування втулки верхньої головки шатуна.

Контрольні запитання

1. Як перевіряють шатун на згин та скрученість?
2. Як розраховують і встановлюють виліт різця для розточування втулки верхньої головки шатуна?
3. Для чого, як і яким пристроєм розкатують внутрішню поверхню втулки верхньої головки шатуна?
4. Як перевіряють і підбирають за циліндром поршневі кільця?
5. Як визначають пружність поршневих кілець і як впливає її втрата на роботу двигуна?
6. Які технологічні операції виконують під час складання поршня з шатуном?

ВИВЧЕННЯ ДЕФЕКТІВ І РЕМОНТ ДЕТАЛЕЙ МЕХАНІЗМУ ГАЗОРОЗПОДІЛУ

Мета заняття – вивчити фізичну сутність зношування деталей механізму газорозподілу; вивчити устаткування і верстати, що використовують при відновленні деталей механізму газорозподілу.

На техніко-економічні і експлуатаційні показники роботи дизельних двигунів у значній мірі впливають дефекти деталей механізму газорозподілу. Зноси цих деталей приводять до зниження компресії в циліндрах, погіршення наповнення циліндрів свіжим повітрям, у результаті чого знижається потужність двигуна, а споживання палива, як правило, збільшується. Нижче наведені характерні несправності деталей механізму газорозподілу і технології їх відновлення.

Розподільний вал. Розподільні вали можуть мати наступні несправності: знос опірних шийок і кулачків, згинання вала, знос чи пошкодження різьби, знос шпонкової канавки, пошкодження центрових отворів, знос посадочного місця під шестерню.

Під час перевірки розподільчого вала, спочатку контролюють, якщо необхідно, зачищають або проточують центрові отвори вала, Потім перевіряють його биття в центрах або на призмах, що не повинне перевищувати 0,05мм у середині вала. Більший вигин необхідно усувати виправленням.

Опорні шийки шліфують у центрах круглошліфувального верстата 3А433 кругами на керамічній зв'язці зернистістю 46-60, твердістю СМ. Овальність і конусність поверхні шийок після ремонту допускається не більше 0,03мм, а шорсткість відповідає Ra 0,32. При значному зношуванні опорних шийок їх напилують газополуменевим способом, після чого обробляють шліфуванням під номінальний розмір.

Зношені отвори в блоці розточують і ставлять втулки, які обробляють під ремонтний або номінальний розмір опорних шийок. Овальність і конусність отворів у втулках повинна бути не більше 0,02мм, а шорсткість поверхні відповідати Ra 2,5.

Кулачки вала зношуються по висоті на робочій ділянці профілю, у результаті чого змінюється висота підйому клапанів. Зменшення висоти підйому клапанів і часу перетину приводить до відповідного зменшення коефіцієнта наповнення циліндра свіжим повітрям, збільшенню кількості залишкових газів і викликає падіння потужності й економічності. Крім того порушується кінематика руху клапана, збільшуються динамічні навантаження на клапани і деталі механізму привода, що інтенсифікує їхнє зношування.

Вибраковочним параметром при ремонті кулачків є їхня висота від потилиці до вершини. Для кулачків впускних клапанів розподільчого валу(60.05004.10) двигуна СМД 60 нормальна висота дорівнює $48,7^{+0,17}$ мм, допустима – 48,33мм. Для випускних клапанів нормальна висота дорівнює $46,65^{+0,17}$ мм, допустима – 46,28мм.

При зносі кулачків до 0,3 мм їх відновлюють шліфуванням на еквідістантний профіль по копіру. Якщо знос кулачків перевищує цю величину, то їх наплавляють ручним електродуговим зварюванням або вібродуговим способом з використанням копіювального пристосування. Для наплавлення застосовують порошковий дріт, електроди Т-590, Т-620 або – прутки Сормайт-1. Твердість наплавлених кулачків повинна бути не нижче HRC45.

Після наплавлення кулачки шліфують у два прийоми. При чорновому шліфуванні глибина різання становить 0,01-0,02 мм на один оберт шпинделя верстата, при чистовому – 0,005-0,007 мм. Для шліфування використовують круги твердістю СМ, СМ1 або СМ2 із зернистістю 46-60. Частота обертання шліфувального круга (на верстаті ЗА433) 1033хв^{-1} , а виробу 32 хв^{-1} . Шорсткість поверхні відшліфованих кулачків повинна бути не нижче Ra 0,32.

Посадкову поверхню під шестірню розподільного вала відновлюють вібродуговим наплавленням або осталоюванням з наступним шліфуванням під номінальний розмір.

Зношені шпонкові канавки розподільних валів фрезерують під збільшений розмір шпонок.

Зношені або ушкоджені різьблення під болти або гайку кріплення розподільної шестірні відповідно розсвердлюють або проточують, а потім нарізають різьблення ремонтного розміру.

Впускні й випускні клапани. Вхідний контроль клапанів. У нових клапанів перевіряють прямолінійність стрижня клапану. Допускається відхилення 0,05мм. Контролюють овальність і конусоподібність стрижня, яка не повинна перевищувати 0,02мм. також контролюють довжину стрижня клапана та заглиблення тарілки клапану в гнізді головки блока циліндрів. Технічні розміри клапанів і вимоги їх установки приведені у табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Розміри клапанів і вимоги до їх установки в мм

Марка двигуна	Діаметр стрижня клапана		Довжина клапана (знос стрижня)		Утоплення тарілки клапана		Зазор між клапаном і коромислом (для холодного двигуна) (холодний двигун)	
	впуск.	випуск.	впуск.	випуск.	впуск.	випуск.	впуск.	випуск.
ЯМЗ-240	11,92	11,88	155,5	155,0	2,20	2,70	0,25... 0,30	0,25... 0,30
ЯМЗ-238	11,92	11,88	155,5	155,0	2,50	3,00	0,30	0,30
СМД-60	11,92	11,88	-	-	1,80	2,00	0,48... 0,80	0,48... 0,80
Д-440	11,86	11,89	155,5	155,0	1,10	1,50	0,25	0,30
Д-160	12,83	12,83	201,1	201,1	2,80	2,30	0,33	0,33
СМД-18	10,70	10,70	-	-	2,45	2,45	0,40	0,45
Д-240,50	10,83	10,83	-	-	1,25	1,25	0,30	0,30
Д-65	8,85	8,85	-	-	3,0	3,50	0,25*	0,25*

* - Для гарячого двигуна

У процесі експлуатації двигуна у клапанів з'являється знос і підгоряння робочих фасок тарілок, зношування бічних і торцевих поверхонь стрижнів, нагар на поверхнях тарілок і на підставах стрижнів, деформація стрижнів.

Зношену конічну поверхню тарілки клапана і торець стрижня шліфують до виведення слідів зношування, на торці знімають фаску $1 \times 45^\circ$.

Перед шліфуванням перевіряють прямолінійність стрижнів клапанів на індикаторному пристосуванні (рис. 5.1).

Зношені стрижні клапанів можна шліфувати під зменшений розмір, нарощувати залізненням або хромуванням. Овальність і конусність стрижня клапана після шліфування повинні бути не більше 0,02 мм.

Деформовані клапани заміняють новими, однак, у деяких випадках відновлюють виправленням. При цьому необхідно правити тільки впускні клапани, деформовані у тарілки, що мають биття, не більше 0,3-0,4 мм.

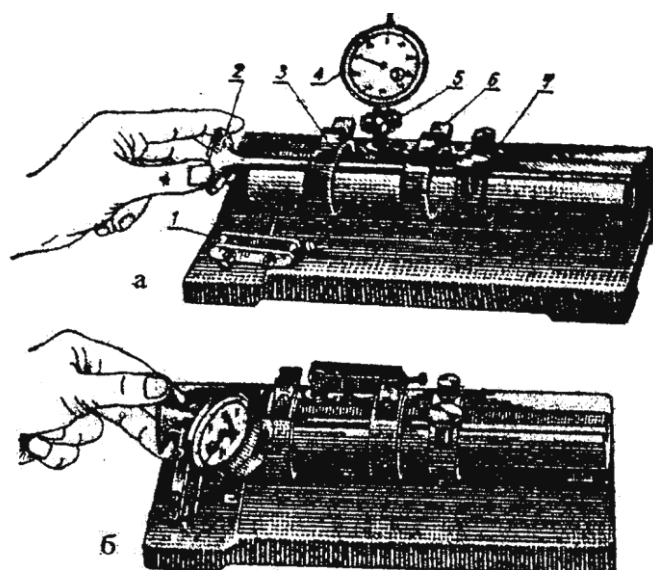


Рис. 5.1. Перевірка клапана на індикаторному пристосуванні: а – перевірка прямолінійності стрижня; б – перевірка биття фаски тарілки; 1, 5 – стійки для індикатора; 2 – клапан; 3, 6 – притиски; 4 – індикатор; 7 – упор.

Випускні клапани при роботі двигуна мають значно більші навантаження, а їхній матеріал – менш пластичний. Тому при деформації або

виправленні можуть виникнути тріщини, які при роботі двигуна приведуть до поломки клапана.

Для шліфування фасок клапанів застосовуються спеціалізовані верстати або пристосування для універсальних шліфувальних верстатів, однак для невеликих майстерень утримання такого встаткування, як правило, нерентабельне. У цьому випадку шліфування фасок клапанів можна замінити обробкою фасок у спеціальному пристосуванні (рис. 5.2), що випускає, наприклад, фірма "Neway".

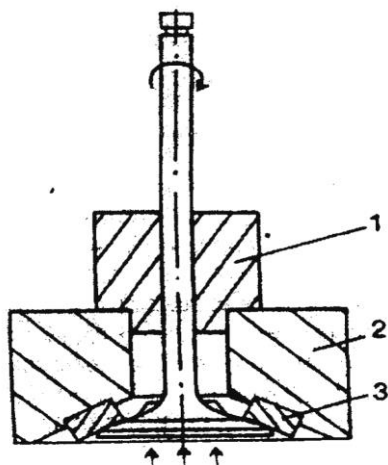


Рис. 5.2. Загальна схема обробки фаски клапана різцевою головкою: 1 – втулка, що центрує; 2 – різцева головка; 3 – твердосплавний різець

Пристосування має різцеву головку й напрямні для центрування клапана по стрижні. Після обробки фаски тарілки клапана і клапанного гнізда головки твердосплавними різцями, якість обробки досить, щоб виключити наступне взаємне притирання клапана до сідла й забезпечити герметичність у сполученні клапан - клапанне гніздо.

Пружини клапанів. Контроль пружності пружин проводять на універсальному приладі для перевірки пружності пружин і поршневих кілець. Усадку пружин контролюють шляхом виміру довжини пружини у вільному і навантаженому стані. Довжина пружини двигуна СМД-60 у вільному стані повинна бути 63,0мм, а при робочому навантаженні $256 \pm 15,0$ Н повинна бути не менше 50,0мм.

Стан поверхні витків перевіряють зовнішнім оглядом за допомогою лупи п'ятикратного збільшення й магнітного дефектоскопа. Пружини, що

мають тріщини або злам, вибраковуюють.

Пружини, пружність яких менше допустимої, можуть бути відновлені накаткою роликком або способом термічної фіксації.

При відновленні пружини способом термічної фіксації її розтягують за кінці затискача пристосування до необхідної довжини й через неї пропускають електричний струм. Після того, як пружина нагрілася до 400-450 °С (про що судять за часом нагрівання і інтенсивному випару масла на поверхні), її звільняють із затискачів і прохолоджують на повітрі.

При дефектації, а також після відновлення перевіряють перпендикулярність опорних поверхонь пружини до її осі у вільному стані. Ця операція проводиться на перевірочній плиті за допомогою косинця і щупа.

Механізм коромисел. Механізм коромисел містить у собі стійки валиків коромисел, коромисла клапанів, штовхачі та штоки штовхачів.

Стойки валиків коромисел зі зношеною поверхнею отвору розточують під перехідну втулку. Товщина стінки перехідної втулки повинна бути 1,5 -2,0 мм. Втулку запресовують у стійку з натягом. Бічні торцеві поверхні перехідної втулки повинні бути у рівень з поверхнями стійки. Після запресовування перехідну втулку обробляють розвертанням до нормального розміру або під ремонтний розмір валика після його шліфування.

При зношуванні валиків коромисел їх шліфують до виведення слідів зношування, після чого овальність і конусність валика не повинна перевищувати 0,02 мм. Твердість поверхні валика повинна бути не менш HRC 45.

У коромисел клапанів у процесі роботи зношуються бойок і отвір втулки. Бойок коромисла шліфують до виведення слідів зношування.

Зношену втулку коромисла випресовують, а замість неї запресовують нову з необхідним натягом. Отвір розгортають до нормального розміру. Не паралельність робочої поверхні бойка коромисла клапана щодо утворюючої поверхні втулки коромисла повинна бути не більше 0,05мм на крайніх токах бойка.

Штанга штовхача. Основними дефектами штанг штовхачів є деформація (вигин) і зношування поверхні сферичних наконечників, що контактують із відповідними поверхнями коромисла регулювального гвинта й штовхача.

Деформація штанги усувається правкою, після чого проводиться контроль.

Зношування поверхні сферичних наконечників штанг штовхачів проявляється як порушення форми поверхні (сфери), а також як зменшення довжини деталі. Форму поверхні можна відновити шліфуванням у межах припустимої довжини, а при зносах штанг більше 1,0 мм відновити її можна за допомогою наплавлення дротом зі сталі В7, В8 або зі сталі 60, 65 з наступним формуванням сферичної поверхні.

Штовхач. У штовхачів зношуються поверхні стрижня і тарілки. Стрижні штовхачів відновлюють електролітичним наплавленням дротом з високовуглецевої сталі або напиканням металевих порошоків. Можливе також відновлення стрижня штовхача електролітичним нарощуванням (хромуванням, залізненням. Після нарощування стрижень штовхача шліфують на круглошліфувальному верстаті.

При зношуванні робочої поверхні тарілки штовхача до 0,3 мм її шліфують до виведення слідів зношування. При більших зносах тарілку наплавляють електродуговим зварюванням електродом з високовуглецевого дроту. При наплавленні, щоб не зникла термообробка стрижня, штовхач занурюють у ванну із проточною водою таким чином, щоб тарілка була над рідиною. Після наплавлення поверхню тарілки шліфують до нормального розміру штовхача, при цьому не перпендикулярність оброблюваної й бічної поверхні повинна бути 0,03 мм.

Головка циліндрів. Основні дефекти головок циліндрів: тріщини; ушкодження шпильок і отворів; зношування клапанних гнізд; жолоблення поверхні прилягання до блоку; зношування внутрішніх поверхонь напрямних втулок клапанів; зношування поверхонь отворів під напрямні втулки клапанів.

Тріщини в головці блоку можна заварити за допомогою газового зварювання.

Поряд із цим існує метод ремонту тріщин у корпусних деталях за допомогою фігурних вставок.

Після ремонту головку випробовують на герметичність під тиском 0,2 - 0,4 МПа. Підтікання рідини і запотівання місць заробки тріщин не допускається.

Незначні ушкодження різьблення виправляють чистовим мітчиком або плашкою (в отворі або на шпильці). При значних ушкодженнях різьблення в отворі його перерізають на різьблення збільшеного розміру.

Ушкоджені або зламані шпильки видаляють екстрактором, попередньо просвердливши в ній отвір діаметром приблизно у два рази менше діаметра шпильки. Після видалення шпильки різьблення в отворі виправляють мітчиками.

Зношені гнізда клапанів відновлюють фрезеруванням спеціальними фрезами (рис. 5.3). Спочатку гніздо обробляють чорною фрезою (рис. 5.4) з кутом ріжучої крайки 45° до повного видалення слідів зношування.



Рис. 5.3. Спеціальні фрези для обробки клапанних гнізд

Потім надають фасці необхідну ширину, обробляючи послідовно фрезами з кутом ріжучої крайки 15° і 75° . Далі чистовою фрезою з кутом нахилу крайки 45° роблять остаточну обробку фаски.

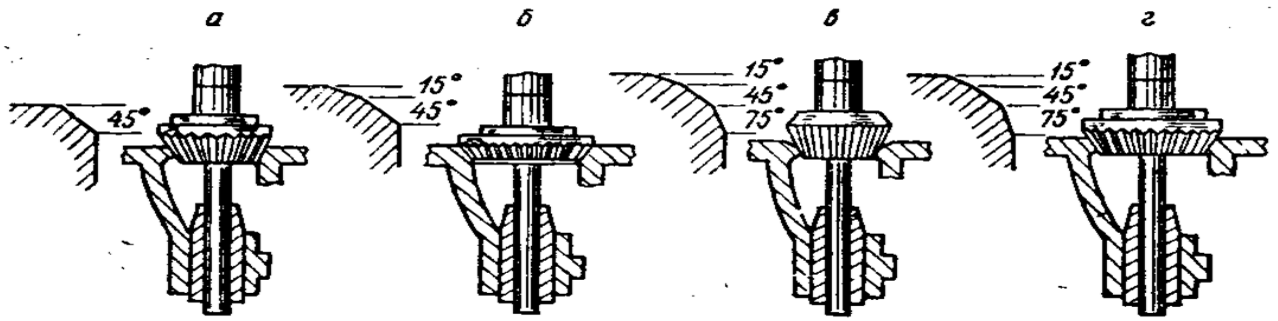


Рис. 5.4. Обробка клапанного гнізда фрезами. Фрезерування під кутом:
 а – 45° ; б – 15° ; в – 75° ; г – чистове фрезерування під кутом 45°

Після фрезерування ширина фаски впускного і випускного клапана двигуна СМД-60 відповідно повинна бути 2,0-2,5мм і 1,9-2,3мм, а після притирання ширина фаски впускного і випускного клапана того ж двигуна відповідно складатиме 2.0 мм і 1.9 мм.

Шорсткість поверхні фаски після фрезерування допускається не нижче Ra 0,63 класу, а радіальне биття фаски щодо отвору втулки клапана не більше 0,05 мм.

Кількаразова обробка фасок гнізд клапанів фрезерування приводить до збільшення глибини втопання тарілки клапана щодо головки блоку циліндрів.

У тих випадках, коли втопання клапанів щодо площини головки перевищує припустимі значення, гнізда ремонтують постановкою вставних сідел.

Гнізда клапанів розточують на свердлильних або розточувальних верстатах і запресовують у них попередньо виготовлені чавунні кільця. Вставні кільця необхідно виготовляти з малолегованого хромонікелевого або хромомолібденового чавунів. Вони мають гарну опірність зношування в умовах підвищених температур. Натяг при запресовуванні кільця повинен бути в межах 0,14...0,15мм. Для зручності запресовування на посадковій поверхні вставного кільця виготовляється фаска шириною 0,5 мм під кутом 30°. Запресовування проводиться з підігрівом головки до температури 250° С. У запресованих кільцях зачищають виступаючий над площиною головки торець і

формують посадкову поверхню під клапан описаним вище способом. У головок, що надходять у ремонт, а також після виконання зварювальних робіт перевіряють неплоскість (жолоблення) площини поверхні головки, що прилягає до блоку циліндрів, вона не повинна перевищувати встановлених норм. При неплоскості, більшій за встановлені норми зазначену поверхню фрезерують, шліфують або пришабрують.

Неплоскість поверхонь головок циліндрів перевіряють на плиті або за допомогою перевіркової лінійки і щупа.

При зношуванні внутрішньої поверхні прямої втулки або при ослабленні посадки втулки в головці циліндрів її випресовують, отвір під втулку зачищають і запресовують нову втулку.

У напрямних втулок клапанів, що виготовляють як запасні частини, діаметр отвору зменшений для того, щоб забезпечити припуск на припасування втулки по діаметру стрижня клапана. Після обробки отворів втулок розвертанням, клапани повинні легко провертатися в напрямних втулках і вільно переміщатися в осьовому напрямку.

Притирання клапанів і послідовність затягування кріплення головки циліндрів. У процесі ремонту необхідно зняти клапани із головки циліндрів, попередньо нанести на них мітки, щоб при зборці встановити їх по своїх сидлах.

Клапани і клапанні гнізда очищають від нагару, промивають гасом і оцінюють їхній стан зовнішнім оглядом. Клапани притирають у тому випадку, коли тарілка і стрижень клапана не деформовані і немає підгоряння на фасках клапана і гнізда.

Притирають клапани на спеціальних верстатах ОПР-1841А або стендах ОР-6687М (рис. 5.5)



Рис. 5.5. Верстат для притирання клапанів ОПР-1841А

Процес здійснюється за допомогою притирочної пасти, що наносять тонким шаром рівномірно на фаску клапана. Під головку клапана встановлюють технологічну пружину, змазують стрижень маслом і притирають клапан.

Злегка натискаючи клапан, повертають його спочатку за годинниковою стрілкою на $1/3$ оберту, а потім проти ходу годинникової стрілки на $1/4$ оберту.

Робити притирання круговими рухами не можна. Періодично піднімаючи клапан наносять нові порції притирочної пасти і продовжують притирання доти, поки на фасках клапана й гнізда з'явиться безперервна матова смужка шириною не менш 1,5 мм. Розрив матової смужки і наявності рисок на ній, а також різниці ширини смужки більше 0,5 мм не допускається.

Для притирання клапанів до чавунних клапанних гнізд рекомендується такий склад притирочної пасти: 40% шліфувального порошку із сірого електрокорцида зернистістю М14 або М20, 55-58% моторного масла й 2-5% олеїнової або стеаринової кислоти.

Якщо клапанні гнізда виготовлені зі сталі, рекомендується наступний склад пасти: 40-50% шліфувального порошку марки 64С(К3) зернистістю

M20, 46-48% моторного масла, 4-5% олеїнової кислоти, 2-3% сульфозфрезолу, 4-5% гасу.

Після закінчення притирання клапани і гнізда промивають гасом і протирають їх насухо. Установлюють клапани і пружини на свої місця і перевіряють їх на герметичність.

Герметичність прилягання кожного клапана до гнізда можна перевірити пневматичним пристосування (рис. 5.6). У площину під клапаном подають повітря під тиском 0,04 - 0,07 Мпа. По падінню тиску в повітропроводі 3 визначають герметичність сполучення "клапан - клапанне сидло".

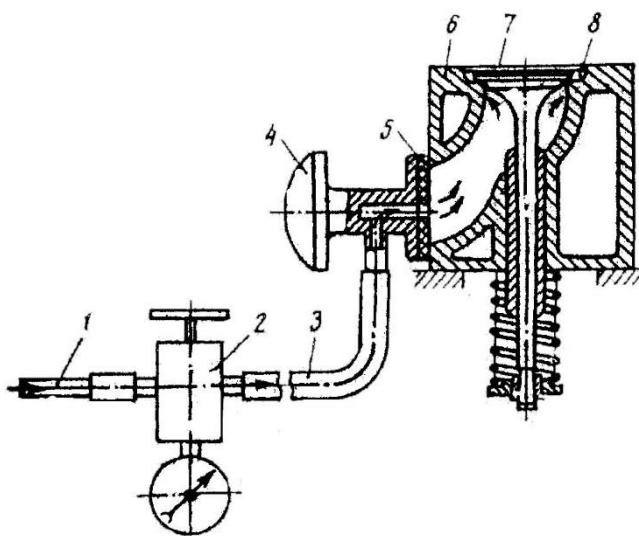


Рис. 5.6. Пневматичне пристосування для перевірки герметичності клапанів: 1 і 3 – гнучкі повітропроводи; 2 – повітряний редуктор; 4 – притиск; 5 – гумова прокладка; 6 – головка циліндрів; 7 – тарілка клапана; 8 – гніздо клапана

Найпоширенішим способом перевірки клапанів на герметичність є заливання гасу в канали головки, що ведуть до впускних і випускних клапанів. Течі гасу з під тарілок клапанів при повороті клапана на будь-який кут у продовж 3 хв, не допускається.

Звіт про роботу

В звіті повинно бути:

1. Відповіді на контрольні запитання.
2. Накреслити схеми: а) утворення робочої фаски гнізда при фрезуванні;
б) пристрій для перевірки герметичності притирання клапана та гнізда.
3. Дати коротку характеристику технологічних процесів шліфування клапана, фрезування та шліфування клапанних гнізд, притирання клапанів до гнізд і перевірки якості притирання.
4. Дати коротку характеристику технологічного процесу відновлення зношених клапанних гнізд.
6. Дати короткий опис технологічного процесу усунення дефектів кулачкового вала

Контрольні запитання

1. Дефекти розподільчого валу, впускних й випускних клапанів.
2. Чому висота циліндричної частини тарілки клапана обмежена певною висотою?
3. Переваги відновлення клапанних гнізд наплавленням і кільцюванням.
4. Як впливає якість притирання клапанів із гніздами на працездатність двигуна?
5. Сутність способу запресування штифтів при усуненні тріщин у перемичках між гніздами.

ВИВЧЕННЯ ДЕФЕКТІВ, РЕМОНТ І ВІДНОВЛЕННЯ ЦИЛІНДРІВ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ

Мета заняття – вивчити технологію обробки дзеркала гільз циліндрів розточуванням з подальшим хонінгуванням під ремонтний розмір.

Загальні положення. Гільзи циліндрів мають такі характерніші дефекти: спрацювання внутрішньої робочої поверхні, риски, задирки (0,3 – 0,5 мм); спрацювання нижньої поверхні опорного бурта (0,08 – 0,10 мм); спрацювання посадочних поясків (0,05 – 0,07 мм); кавітаційні і корозійні руйнування зовнішньої поверхні (смуга довжиною до 100 і шириною до 80 мм на глибину до 0,5 мм); утворення накипу.

Не приймають в ремонт гільзи з тріщинами, глибокими рисками і задирками на робочій поверхні, значними викришуваннями і змінаннями нижнього краю.

Відновлення гільз циліндрів здійснюють у такій послідовності: очищення, дефектація, усунення кавітаційних руйнувань, наплавлення посадочних поясків, розточування гільз, чорнове хонінгування, напівчистове хонінгування, підрізання бурта, чистове хонінгування, контроль. Очищення зовнішньої поверхні гільз від накипу і корозії виконують сталюю щіткою на токарному або спеціальному станку.

Основним дефектом гільзи є знос внутрішньої робочої поверхні (дзеркало циліндрів) через тертя поршневими кільцями. Найбільш інтенсивно зношується поверхня у площині коливання шатуна, особливо у зоні розміщення компресійних кілець при положенні їх у верхній мертвій точці (в.м.т.).

Крім того інтенсивність зносу збільшується через тепловий вплив газів, відносно недостатнього змащування та сил інерції, викликаних зворотно-поступальним рухом шатунно-поршневої групи.

Ремонт гільз циліндрів полягає в їх механічній обробці до встановленого

розміру і наданні поверхні дзеркала циліндрів необхідної геометричної форми. Поршень і поршневі кільця, які спрягаються із гільзою циліндрів, замінюють новими відповідного ремонтного розміру.

У ремонтній практиці набули поширення такі методи обробки дзеркала гільз циліндрів на ремонтний розмір: розточування з подальшим хонінгуванням; електроалмазне хонінгування; розточування із поверхневим пластичним деформуванням за один прохід.

Найпоширеніший метод – обробка дзеркала гільз циліндрів на ремонтний розмір розточуванням з подальшим хонінгуванням.

Для циліндрів і гільз циліндрів більшості автомобільних двигунів передбачено три збільшених ремонтних розміри з інтервалом 0,5 мм від номінального розміру.

Гільзи циліндрів тракторних двигунів оброблюють на ремонтний розмір, збільшений на 0,7мм.

Всі циліндри або гільзи циліндрів одного блока оброблюють на один і той же ремонтний розмір.

Характеристика застосованих засобів устаткування. ДержНДТІ розроблено технологію і уніфікований комплект оснащення для відновлення гільз циліндрів діаметрами 105, 110, 120, 130 мм. До комплекту оснащення належать: хони (чорновий і чистовий); пристрої для закріплення гільз при хонінгуванні, для дефектоскопії і виставлення різців на розмір; оправки з гідропластом і для різців.

Очищення гільз виконують у спеціальній установці ОМ-21601 за допомогою металевого піску, кісточкової кришки і флюсу. Продуктивність установки – 40 гільз в годину, робочий тиск стиснутого повітря – 0,5 – 0,6 МПа.

Кавітаційні пошкодження поверхонь гільз циліндрів усувають покриттям на основі епоксидних смол. Технологічний процес ремонту зовнішньої поверхні гільз складається з таких операцій: зачищення і знежирювання поверхні, приготування і нанесення епоксидної суміші, затвердіння.

Ділянки гільзи, пошкоджені кавітацією, і поверхні навколо пошкодження, зачищають до металічного блиску, продувають стисненим повітрям і двічі знежирюють технічним ацетоном. Потрапляння води, масла і бруду на знежирені поверхні не допускається. Після знежирювання гільзи нагрівають в електропечі типу ОКБ-4188А, СНОЛ-3,5 до 60⁰С. Температура гільзи в момент нанесення епоксидної смоли має бути не нижче 40⁰С. Епоксидну суміш готують на робочому столі з витяжною шафою типу ОП-2078 за рецептом, масових частин: епоксидна смола ЭД-16 – 100, дибутилфталат – 15, портландцемент – 35, поліетиленполіамін – 9.

Епоксидну суміш після додавання затвердника потрібно використати протягом 20 – 25 хв. На кавітаційні пошкодження і зачищену ділянку навколо них епоксидну суміш наносять шпателем, заповнюючи раковини. Ділянки навколо пошкоджень покривають шаром епоксидної суміші товщиною не більше 0,6 мм. Затвердіння суміші здійснюється при температурі 20⁰С протягом 72 год. Допускається затвердіння епоксидної суміші при 20⁰С протягом 12 год., потім за одним з таких режимів: 40⁰С – 48 год., 60⁰С – 24, 80⁰С – 5 год. Температурний режим має бути витриманий з точністю $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

Для усунення кавітаційних руйнувань у НВО “Ремдеталь” розроблено метод контактного приварювання сталльної стрічки на установці 011-1-07.

Після очищення гільзи визначають площу пошкоджень поверхні і вирізають заготовку з листа (сталь 10,15, 20) або рулону стрічки товщиною 0,3 мм. Стрічка повинна перекривати пошкоджену ділянку гільзи на 5 – 10 мм.

Приварювання стрічки до пошкодженої поверхні гільзи здійснюють при режимі: частота обертання гільзи – 1,5 – 2,0 об/хв, подача зварювальних кліщів – 5,0 – 6,0 мм/об, зусилля стискання роликів (електродів) – 1000 Н, тривалість імпульсу зварювального струму – 0,08 с, тривалість паузи – 0,12 с, сила зварювального струму – 5400 А.

Діаметр електродів (роликів) становить 150 мм, ширина верхньої робочої частини – 5 мм, нижньої – 12 мм. Використання широких електродів дозволяє уникнути руйнувань поверхні гільзи, яка контактує з нижнім

електродом, оскільки теплота, яку виділяє зварювальний струм, інтенсивніше відводиться від місця нагрівання деталі.

Відновлення гільзи з кавітаційним руйнуванням на нижньому посадочному пояску із овальністю поясків, більшою за допустиму, здійснюють також контактним приварюванням стрічки на установці 011-1-07. Після очищення знімають установочні фаски під кутом 30° з обох торців гільзи. Потім обточують або шліфують верхній і нижній посадочні пояски до діаметра, меншого за нормальний на 0,5 мм. Нижній посадочний поясок оброблюють в місці контакту з гумовим ущільнювальним кільцем на ширині 25 мм. Потім вирізають заготовку стрічки з будь-якої маловуглецевої сталі товщиною 0,4 – 0,5 мм, встановлюють гільзу в патрон установки і приварюють стрічку до поясків гільзи окремими кільцевими швами.

До верхнього посадочного пояска стрічку приварюють двома зварювальними швами, а до нижнього – чотирма, дотримуючи такого режиму зварювання: частота обертання деталі – 3 хв^{-1} , подача зварювальних кліщів – ручна, зусилля, стискання електродів – 1000 Н, сила зварювального струму – 5700 А, тривалість імпульсу зварювального струму – 0,16 с, тривалість паузи – 0,22 с.

Після приварювання стрічки пояски гільзи шліфують до нормального розміру. При закріпленні гільзи на шліфувальному верстаті не можна допускати її деформації. Установочні бази гільзи при шліфуванні привареного шару повинні збігатися з базами, прийнятими для її приварювання. Не допускається також виступання привареного шару над поверхнею нижнього посадочного пояска, оскільки при запресовуванні гільз можливе зрізання стрічкою частини ущільнювального кільця.

Методика виконання роботи. Спрацьовану і пошкоджену внутрішню поверхню гільз циліндрів відновлюють розточуванням з наступним хонінгуванням під ремонтний розмір.

Розточування гільз виконують на вертикальних алмазно-розточувальних верстатах 278 і 278 Н, оснащених пристроєм для кріплення гільзи. Розточують

гільзи циліндрів до необхідних розмірів за один прохід при режимі: частота обертання шпинделя верстату – 112 хв^{-1} , подача інструменту – $0,2 \text{ мм/об}$, глибина різання – $0,3 \text{ мм}$. При розточуванні використовують різці з пластинками з твердого сплаву ВК2.

Суттєво підвищує продуктивність при розточуванні гільз застосування різців із синтетичного матеріалу ельбору-Р на верстаті 2А78Н без охолоджувальної рідини при частоті обертання шпинделя 725 хв^{-1} , подачі $0,05 \text{ мм/об}$ і глибині різання $0,3 \text{ мм}$. При такому режимі різання овальність і конусність гільз знаходиться в межах $0,01 - 0,03 \text{ мм}$, шорсткість поверхні – $0,63 - 0,32 \text{ мкм}$. При цьому припуск на хонігування не перевищує $0,04 - 0,05 \text{ мм}$, що дає змогу скоротити затрати на хонігування на $30 - 40\%$.

На багатьох підприємствах замість розточування внутрішньої поверхні гільз застосовують шліфування на спеціальному безцентровому верстаті типу СШ-64. Гільзу встановлюють у пристрій, овальність зовнішньої поверхні якого не перевищує $0,02 \text{ мм}$. Шліфують гільзи плоскими абразивними кругами з білого електрокорунду зернистістю 40, середньо м'якої твердості (круг ПП125×32×32 ЭВ40) СМ1-СМ2К) за два проходи. Спочатку виконують чорнове шліфування, потім – чистове. Поперечну подачу круга на глибину шліфування здійснюють за один подвійний хід стола.

Охолоджуваною рідиною є вода з домішками кальцинованої соди (2%) і невеликої кількості мила. При швидкості переміщення стола $0,3 - 8 \text{ м/хв}$, частота обертання шліфувального круга залежно від діаметра оброблюваних гільз становить $25 - 33 \text{ м/с}$, деталі – $55 - 65 \text{ м/с}$. Поперечна подача круга за подвійний хід становить $0,01 - 0,03 \text{ мм}$. При чистовому переході зменшують поперечну подачу до $0,005 - 0,015 \text{ мм}$, а швидкість переміщення стола – до $0,3 - 4,5 \text{ м/хв}$ і правлять абразивний круг. Після знімання припуску проходи роблять без поперечної подачі до того часу, поки абразивний круг не буде іскрити.

Овальність і конусність робочої поверхні гільз після шліфування не повинна перевищувати $0,03 \text{ мм}$, а шорсткість поверхні $1,25 - 0,63 \text{ мкм}$.

Після розточування або шліфування внутрішню поверхню гільзи хонінгують на вертикально- хонінгувальному верстаті 3М33 або 3А83 із застосуванням спеціальних пристроїв (одно- і двомісних) для кріплення гільз. Обробку здійснюють з використанням змащувально-охолоджувальної рідини (ЗОР) ОСМ-1, що дає змогу підвищити продуктивність процесу при отриманні необхідної шорсткості поверхні. Нагрівання гільз понад 50⁰С у процесі хонінгування не допускається. Овальність і конусність внутрішньої поверхні не повинні перевищувати 0,02 мм, шорсткість – 0,32 – 0,16 мкм.

Технологічний процес складається з попереднього хонінгування і розточування поверхні з одночасним хонінгуванням антифрикційними брусками. Попереднім хонінгуванням створюється поверхня з висотою мікронерівності 9 – 15 мкм під наступне розвальцювання. Гільзу хонінгують до кінцевого розміру брусками зернистістю 100/80 на режимі: тиск – 0,8 – 1,5 МПа, швидкість зворотно-поступального руху хона 10 – 12 м/хв.

Отримані попереднім хонінгуванням мікронерівності рельєфу поверхні деформують накатником до отримання плосковершинного профілю. Робочий профіль накатника – циліндричний, радіус поверхні значно менший радіуса циліндра. Це забезпечує контакт накатника з оброблюваною поверхнею по твірній.

Перед тим, як деформувати профіль накатником, поверхню циліндра насичують антифрикційним матеріалом. Для цього використовують спеціальні антифрикційні бруски, які складаються з матеріалу з високою хімічною активністю до заліза, низьким коефіцієнтом тертя і антикорозійними властивостями. Накатники, вступаючи в дію після насичення поверхні антифрикційним матеріалом, затискають його у западинах поверхні.

Матеріал антифрикційних брусків – КМ 2/1 М-08-1-Г (Ц), тривалість операції – 35 с, стійкість комплекту – 150 гільз. Для того, щоб мастило не вимивалось, операція виконується без ЗОР.

Підрізають бурти перед заключним хонінгуванням на токарно-гвинторізному верстаті 16К20П. При цьому гільзу встановлюють на

гідропластову оправку, яка забезпечує центрування гільзи від 0,01 мм, не дає місцевих деформацій при затисканні їх і має високі експлуатаційні якості.

Підрізання бурта виконують при 185 хв⁻¹ шпинделя верстата і подачі 0,15 мм/об. Відновлені гільзи циліндрів сортують на розмірні групи.

Сучасні тенденції розвитку ремонту циліндрів. Одним із прогресивних і зміцнюючих методів обробки гільз сьогодні є алмазне плосковершинне хонінгування, розроблене і впроваджене у виробництво інститутом понадтвердих матеріалів АН України. Переваги його полягають у тому, що процес створення оптимального мікрорельєфу поверхні відбувається одночасно з хонінгуванням, тобто відпадає необхідність в окремій операції.

Плосковершинне алмазне хонінгування гільз циліндрів виконують на вертикальному верстата ЗБ833 за схемою плаваючий хон – шорстка деталь при режимі: швидкість обертання хона – 45 м/хв, швидкість подачі хона – 12 м/хв, питомий тиск брусків – 0,59 МПа, припуск на обробку – 0,05 мм.

Хонінгування гільз виконують у дві стадії: попередню і заключну. Для попереднього хонінгування рекомендується використовувати бруски марки АСК 250/200-М1-100, які забезпечують велику глибину рисок, що стають потім масляними карманами.

Для заключного хонінгування доцільно використовувати бруски АСО 80/63-Р11Р9-50, які забезпечують більш високу продуктивність процесу порівняно з поширеними брусками АСВ і необхідну шорсткість оброблюваної поверхні.

Застосування плосковершинного хонінгування з використанням змащувально-оходжувальної рідини ОСМ-1 дозволяє скороти тривалість припрацювання на 20 – 25%, значно підвищити продуктивність обробки, забезпечити сприятливі умови роботи гільзо-поршневої групи і, як наслідок, підвищення післяремонтного ресурсу двигунів.

Подальшим розвитком плосковершинного алмазного хонінгування гільз є метод антифрикційного плосковершинного хонінгування. Він полягає у створенні на робочій поверхні циліндра антифрикційного припрацьованого

покриття, утвореного в процесі заповнення плосковершинного профіля твердим мастилом.

При розточуванні гільз пристрій встановлюють на стіл верстата, суміщаючи вісь базуючого отвору пристрою з віссю шпинделя верстата. Поєднання осі проводять спочатку оправкою з кулькою, а остаточно – центруючим конусом, встановленим на шпинделі верстата. Для попередньої установки пристрою оправку з кулькою вводять в його базуючий отвір (рис. 6.1). Кулька оправки повинна знаходитися в площині посадочного поясочка під буртик гільзи. Потім, угвинчувавши гвинт стрижня оправки, одночасно обертають шпиндель до тих пір, поки вісь базуючого отвору (посадочного місця під гільзу) пристрою не співпаде з віссю шпинделя. Після цього замість оправки на шпиндель встановлюють центруючий конус. Потім конус вводять в центруючий отвір пристрою, остаточно суміщаючи його вісь з віссю шпинделя.

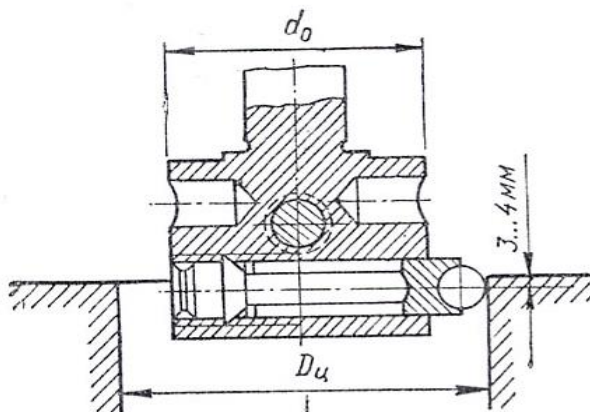


Рис. 6.1. Поєднання осі гільзи по шпинделю верстата:
 d_0 – діаметр оправки; $D_{ц}$ – діаметр гільзи (циліндра)

При центруванні індикаторним пристроєм (рис. 6.2) його встановлюють на шпинделі верстата і, вручну переміщуючи шпиндель, вводять вимірювальний важіль у гільзу циліндрів, заглиблюючи його на 10 - 15 мм від верхнього торця. Ця поверхня не зношується і може бути прийнята за базу центрування. Потім, повертаючи головку шпинделя з пристроєм і переміщуючи стіл верстата у поперечному і поздовжньому напрямках, досягають того, щоб вимірювальний важіль б торкався внутрішньої

незношеної поверхні гільзи циліндрів рівномірно на всіх діаметрах (стежать за відхиленням стрілки індикатора годинникового типу 8). Гільза циліндрів вважається зцентрованою із віссю шпинделя, якщо при повертанні шпинделя з пристроєм відхилення у показах індикатора не перевищує ціни поділки.

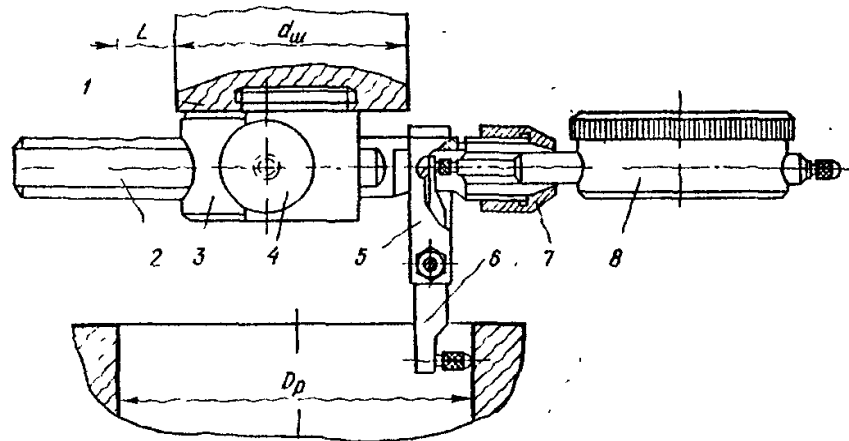


Рис. 6.2. Схема центрування осі гільзи циліндрів з віссю шпинделя за допомогою індикаторного пристрою:

1 – шпиндель верстата; 2 – стрижень оправки; 3 – корпус пристрою; 4 – гвинт кріплення стрижня оправки; 5 – хомутик; 6 – важіль; 7 – цанговий затискач; 8 – індикатор годинникового типу; 9 – гільза циліндрів; D_p – діаметр розточуваної гільзи; $d_{ш}$ – діаметр шпинделя; L – виліт різця

Визначають виліт різця (рис. 6.3) за формулою:

$$L = \frac{D_p + d_{ш} - 2b}{2}, \text{ мм},$$

де D_p – прийнятий ремонтний розмір гільзи циліндрів, мм; $d_{ш}$ – діаметр шпинделя, мм; b – припуск на двостадійне хонінгування, який дорівнює 0,02 – 0,05 мм.

Встановлюють різець на заданий розмір за допомогою мікрометра за величиною L або з використанням індикаторного пристрою (рис.6.3 - 6.4).

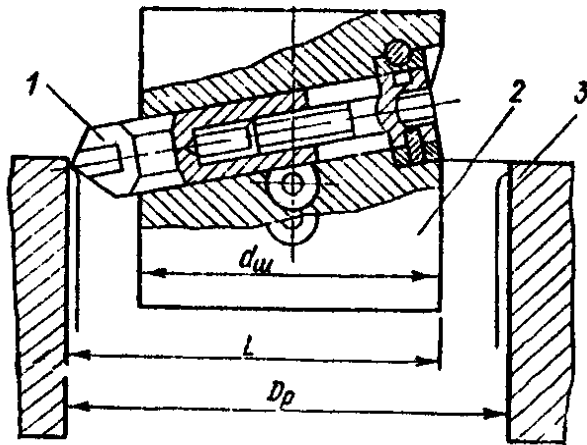


Рис. 6.3. Схема встановлення вильоту різця за мікрометром:

1 – різець; 2 – шпindelь; 3 – гільза циліндрів; $d_{ш}$ – діаметр шпинделя; D_p – діаметр ремонтного розміру гільзи циліндрів; L – виліт різця

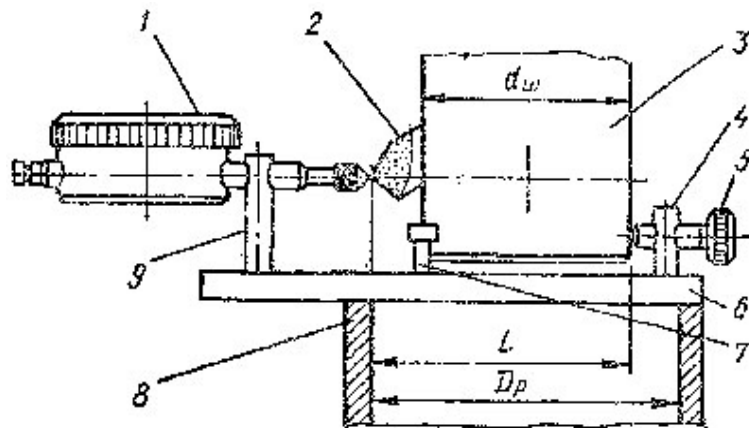


Рис. 6.4. Індикаторний пристрій для встановлення вильоту різця:

1 – індикатор часового типу; 2 – різець; 3 – шпindelь; 4 – стійка; 5 – гвинт; 6 – планка; 7 – упор; 8 – циліндр; 9 – стійка; $d_{ш}$ – діаметр шпинделя; D_p – діаметр ремонтного розміру; L – виліт різця.

Частоту обертання шпинделя знаходять за формулою:

$$n = \frac{1000v_p}{D_p}, \text{ хв}^{-1},$$

де v_p – швидкість розточування, м/хв.; D_p – ремонтний розмір гільзи циліндрів, мм.

Отримана в результаті розрахунків частота обертання уточнюється відповідно до паспортних даних верстата.

Необхідно перевірити розточену гільзу циліндрів на відповідність

технічним вимогам.

Визначити і відкоригувати з урахуванням паспортних даних хонінгувального верстата режими хонінгування.

Розрахунок зводиться до визначення швидкостей обертального ($v_{об}$) і зворотно-поступального ($v_{зп}$) рухів, частоти обертання хонінгувальної головки (n_x), довжину ходу хонінгувальної головки (l_x), кількості її подвійних ходів ($n_{пд:х}$).

Колова і зворотно-поступальна швидкості при хонінгуванні визначаються залежно від матеріалу і твердості оброблювальної гільзи циліндрів і хонінгувальних брусків.

За рекомендованим значенням колової швидкості визначають частоту обертання хонінгувальної головки за формулою:

$$n_x = \frac{1000v_{об}}{\pi D}, \text{ хВ}^{-1},$$

де D – діаметр оброблюваної гільзи циліндрів, мм.

Отриманні значення частоти обертання привести у відповідність із паспортними даними верстата.

Довжину ходу хонінгувальної головки (рис. 6.5) визначити за формулою:

$$l_x = L + 2K - m, \text{ мм}$$

де l_x – відстань між центрами брусків при їх крайньому верхньому і нижньому положеннях, мм; L – довжина оброблювальної гільзи циліндрів, мм; K – перебіг (вихід) бруска за край гільзи циліндрів, який дорівнює 0,33 мм; m – довжина хонінгувального бруска, яка дорівнює 100 мм.

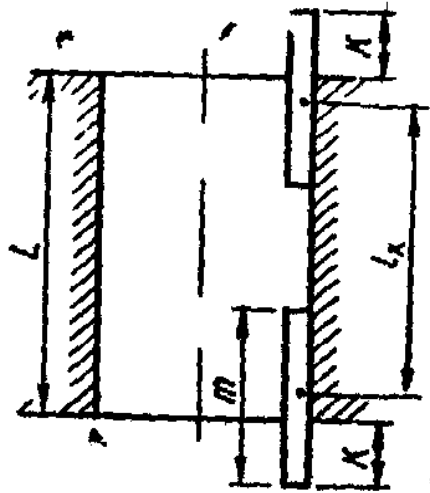


Рис. 6.5. Схема розрахунку довжини ходу хонінгувальної ГОЛОВКИ

Кількість подвійних ходів:

$$n_{нд.х} = \frac{1000v_{зп}}{2l_x}, \text{ хв}^{-1},$$

де $v_{зп}$ – швидкість зворотно-поступального переміщення хонінгувальної головки, м/хв.

Встановлюють гільзу циліндрів на столі хонінгувального верстата, візуально відцентрувати із хонінгувальною головкою і закріпити затискачами.

Налагоджують верстат на вибрані режими і провести хонінгування гільзи циліндрів. Для цього перемикачем, розміщеним на електрошафі, ввімкнути мережу. При цьому засвічується сигнальна лампа на пульті керування верстата. Відкрити кран подачі охолоджувальної рідини.

Здійснюють контроль гільзи циліндрів згідно з технічними вимогами.

Технічні вимоги на дзеркало гільзи циліндрів такі. Овальність і конусність: автомобільних – не більше 0,01 мм, тракторних – 0,02 мм; шорсткість Ra: автомобільних – 0,25 – 0,16 мкм, тракторних – 0,32 – 0,25 мкм.

Гільзи циліндрів ремонтних розмірів сортують так як гільзи циліндрів нормальних розмірів.

Граничні відхилення розмірів гільз циліндрів ремонтних розмірів ті ж , що і для гільз нормальних розмірів.

На ділянках до 15 мм від верхнього і 8 мм від нижнього торця гільз циліндрів двигунів Д-240, Д-50, Д-65 допускають овальність і конусність 0,035

мм із збільшенням діаметра до торців, на ділянках до 15 мм від верхнього і нижнього торців гільз двигуна СМД-60 – до 0,04 мм, на ділянках до 15 мм від верхнього і 9 мм від нижнього торців гільз двигуна СМД-14 – до 0,08 мм, на ділянках до 20 мм від верхнього і нижнього торців гільз двигуна ЯМЗ-236, ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б, А-01М, А-41 – до 0,035 мм із збільшенням діаметра до торців.

На всіх цих ділянках гільз допускається підвищення шорсткості до 1,25 – 0,63 мкм. Можливе зменшення діаметра посадочних поясків від номінальних розмірів на величину не більше 0,05 мм.

Контроль внутрішнього діаметра відновлених гільз, биття посадочних поясків і торців буртів відносно внутрішнього діаметра гільз на спеціалізованих підприємствах виконують за допомогою пристрою для контролю гільз циліндрів КИ-5475. Контролюють гільзи при температурі 20⁰С. Огляд внутрішньої поверхні гільз циліндрів на наявність рисок, чорновин, забоїн тощо здійснюють на спеціальному пристрої для дефектоскопії. Шорсткість внутрішньої робочої поверхні гільз циліндрів в умовах ремонтних підприємств контролюють за зразками шорсткості поверхні.

Шорсткість внутрішньої робочої поверхні гільз циліндрів повинна становити не більше 0,32 мкм. На внутрішній поверхні гільз риси, забоїни і чорновини не допускаються. На внутрішній поверхні на відстані не більше 60 мм від нижнього торця для гільз двигунів Д-240, Д-50, Д-65; 65 мм – для гільз двигунів СМД-60, СМД-14; 80мм – для гільз двигунів ЯМЗ-236, ЯМЗ-238НБ, ЯМЗ-240Б, А-01М, А-41 допускаються газові раковини величиною не більше 1 мм по найбільшому вимірюванню і глибиною до 1 мм, які знаходяться одна від одної на відстані не менше 40 мм в кількості не більше двох.

Звіт про роботу

В звіті повинно бути:

1. Відповіді на контрольні запитання.
2. Опис технічного стану і мікрометражна карта гільз циліндрів.
3. Розрахункові формули, результати розрахунків і вибрані режими розточування і хонінгування.
4. Характеристика якості обробленої гільзи циліндрів.

Контрольні запитання

1. Основні дефекти гільз циліндрів.
2. Причини нерівномірного зношування гільз циліндрів.
3. Методика визначення ремонтного розміру гільз циліндрів.
4. Установча база при розточуванні гільз циліндрів.
5. Способи центрування гільз циліндрів і послідовність центрування.
6. Різці для розточування гільз циліндрів.
7. Як визначити виліт різця при розточуванні?
8. У яких межах рекомендується установлювати вихід брусків хонінгувальної головки за межі гільзи циліндрів?
9. Рідина, що застосовується для охолодження гільзи циліндрів і видалення абразивних частинок при хонінгуванні.

ВИВЧЕННЯ ДЕФЕКТІВ, РЕМОНТ І ВІДНОВЛЕННЯ КОЛІНЧАСТИХ ВАЛІВ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ

Мета заняття – вивчити технологію ремонту і відновлення колінчастих валів.

Основними дефектами колінчастих валів двигунів, які надходять на капітальний ремонт, є: знос корінних і шатунних шийок, їх овальність і конусність; риски, задирки і вм'ятини на поверхні, знос посадочних місць під розподільну шестерню, шків і маховик; знос і розбиття шпонкових канавок; скручування і згин вала, тріщини, тощо.

Технологічний процес ремонту (відновлення) колінчастих валів починається з їх розбирання, очищення та миття. Потім вигвинчують заглушки та пробки, за допомогою шомполів та металевих йоршів очищають масляні канали. Колінчасті вали миють у струменевих машинах та мийних установках ОМ-691, ОМ-837, ОМ-4266, ОМ-887, а також у спеціальних виварочних ваннах.

У практиці при митті колінчастих валів застосовують водні розчини: каустичної соди (10%-вий), нагрітий до 80–90°C; емульгатора ОП-10 (10 г/л), нагрітий до 70–85°C, а також розчини синтетичного препарату МЛ-52 (25-35 г/л) та органічного АМ-15, миюча здатність яких в 4 рази більша за розчин каустичної соди.

Після мийки колінчастих валів проводять їх дефектацію. Для виявлення дефектів застосовують універсальні та спеціальні вимірювальні засоби (мікрометри, скоби, шаблони, пробки гладкі та різьбові, магнітний, ультрозвуковий та люмінесцентний дефектоскопи та інше).

Ретельне проведення дефектації дозволяє визначити стан вала та призначити способи усунення виявлених дефектів.

Ремонт шийок вала проводять двома методами: механічною обробкою на ремонтні розміри і відновлюють до номінальних розмірів нарощуванням.

Метод обробки на ремонтні розміри, широко використовується на ремонтних підприємствах через низьку вартість і простоту. Крім того, аналіз ремонтного фонду показує, що колінчасті вали з гранично зношеними (нижче останнього ремонтного розміру) шийками становлять не більше 7–10%.

Відновлюють колінчасті вали у такій послідовності: заварюють шпонкові пази; наплавляють конічні поверхні під шків, шийки під передню противагу і шестерню; проточують поверхні центрових отворів та наплавлених шийок; шліфують корінні і шатунні шийки, а також наплавлені поверхні; перевіряють шатунні і корінні шийки на наявність тріщин; розточують отвори під втулки; розточують отвори під фланець колінчастого вала; фрезерують шпонкові пази; округлюють фаски і масляні канали; виконують суперфінішування і полірування корінних і шатунних шийок; маркують вал; розвертають отвори під штифт; запресовують штифт; балансують колінчастий вал і перевіряють його на відповідність технічним вимогам.

Відновлення шийок колінчастих валів до номінальних розмірів, в першу чергу, можливе за рахунок застосування різного наплавлення. Відомі технології відновлення сталених колінчастих валів наплавленням можна умовно поділити на дві групи: наплавлення з наступною термообробкою і наплавлення під легованим флюсом без наступної термообробки.

Ефективним є наплавлення під шаром суміші флюсу АН-348А (20%) і АНК-18 (80%) з наступною термообробкою, що забезпечує стабільність структури і твердість металу відновлених колінчастих валів. Наплавляють в цьому випадку пружинним дротом 11 класу або дротом Нп-30ХГСА діаметром 1,6 мм при режимі: сила струму 180–220 А, напруга – 25–30 В, частота обертання вала – 2–2,5 хв⁻¹, швидкість подачі дроту – 1,6–2,1 м/хв, крок наплавлення – 4–6 мм/об. Наплавлений метал має твердість НРС₃ 32–40 та легко піддається механічній обробці різцем. Наплавлені шийки загартовують СВЧ, а потім шліфують. При відновленні валів наплавленням у всіх випадках галтелі не наплавляють або наплавляють в середовищі СО₂.

До другої групи технологій можна віднести технологічний процес відновлення шийок колінчастих валів, суть якого полягає в тому, що на попередньо підготовлені та нагріті СВЧ до 250°C шийки колінчастих валів наплавляють дріт Нп-30ХГСА під шаром флюсу АН-348А. Після наплавлення шийки піддають високотемпературному відпусканню (600–650°C), при необхідності вал правлять. Далі обточують і шліфують шийки. Потім струмами високої частоти шийки загартовують до HRC_Э 44–48, правлять методом карбування та виконують низькотемпературне (200–250°) відпускання протягом 2,5 год, шліфування і магнітну дефектоскопію, балансування та полірування. При необхідності усувають інші супутні дефекти.

Розроблена технологія наплавлення колінчастих валів з високоміцних чавунів під шаром флюсу і захисною металічною оболонкою. Відповідно до цієї технології шийку вала обгортають металічною оболонкою з листової сталі Ст.08, яку щільно притискають до шийки за допомогою пристрою та приварюють у стику. Після знімання пристрою виконують автоматичне наплавлення по металічній оболонці дротом СВ-08 діаметром 1,6 мм під флюсом, що містить, масових частин: флюса АН-348А – 100, графіту – 2,5, ферохрому №6 –2 і рідкого скла – 0,25. Режим наплавлення при цьому такий: сила струму – 150–170 А, напруга – 20–22 В, частота обертання вала – 2,0–3,0 об/хв, швидкість подачі дроту – 1,4–1,6 м/хв, крок наплавлення – 3,5 мм/об, виліт електроду – 8–10 мм. Тріщин та пор в наплавленому шарі не спостерігається.

Усунення спрацювання посадочних місць під шків, противагу та шестерні. Спрацьовані поверхні наплавляють на верстаті У-651У4 або на токарно-гвинторізному, оснащеному наплавлювальною головкою ОКС-6569, електродуговим наплавленням дротом 18ХГС або 30ХГС діаметром 1–1,5 мм у середовищі вуглекислого газу. Діаметральна товщина наплавленого шару становить 2,5 мм. Поверхні, що наплавляють, екранують мідним кільцем. Після наплавлення на спрацьовані поверхні перевіряють стан центрових

отворів. Видимі забоїни, вм'ятини і сліди корозії виправляють розточуванням на токарно-гвинторізному верстаті типу 1М63 або 16К20. Для цього колінчастий вал затискають в патроні за першу корінну шийку, а під крайню встановлюють люнет. Потім вивіряють вал, щоб биття корінної шийки не перевищувало 0,03 мм. Виправляють центровий отвір проточуванням до зникнення слідів спрацювання.

Для виправлення другого центрального отвору вал затискають у патроні за поверхню під шестернею колінчастого вала, а люнет встановлюють під першу корінну шийку і підтискають центром, що обертається. Наплавлені поверхні проточують на верстаті типу 1М63 із застосуванням різців з твердосплавними пластинами марки ТК. Шліфування оброблених поверхонь проводять на круглошліфувальних верстатах типу 3Б161 шліфувальним кругом 14А32-ПСМ1-С2 7К5 35 м/с 1 кл. А.

У процесі шліфування контролюють биття оброблених поверхонь відносно спільної осі вала граничними скобами, мікрометрами та конусними калібрами.

Усунення спрацювання шпонкових пазів. У середовищі вуглекислого газу заварюють шпонковий паз та наплавлюють всю шийку вала зварювальним дротом Св-08Г2С або Св-08ГС товщиною 0,8–1,2 мм на напівавтоматі А-547У або ЦДГ-301 для дугового зварювання. Паз заварюють на всю глибину з виступом приблизно на 1 мм. Потім шийку обробляють. Фрезерують шпонкові пази на горизонтально-фрезерному верстаті типу 6Р82Г.

Для точного розміщення та обробки паза застосовують спеціальні пристрої. Контролюють положення паза відносно діаметральної площини та кутове зміщення відносно осі першого кривошипа.

Усунення прогину вала. Незначний прогин колінчастого вала (0,2 мм) усувають шліфуванням корінних і шатунних шийок. При великих прогинах вал правлять під пресом. Із усіх відомих способів заслуговує на увагу спосіб карбування галтелей. Позитивні результати одержують, коли прогин не

перевищує 0,75 мм (биття 1,5 мм) у площині, перпендикулярній площині кривошипів. Якщо прогин знаходиться у площині кривошипів, карбують галтелі у зоні перекриття корінних і шатунних шийок на дузі 40–50° у напрямку стріли прогину. Карбування проводять пневматичним або ручним молотком послідовно, спочатку на галтелях, суміжних з корінною шийкою максимального прогину, потім наступну пару галтелей. Якщо прогин не вдається усунути, карбують наступну, віддаленішу пару галтелей. Якщо прогин і при цьому не усувається, то карбування повторюють у вказаній послідовності. Коли максимальний прогин знаходиться в площині, перпендикулярній кривошипам, карбування проводять в галтелях, симетрично розміщених відносно шийки максимального прогину, тобто ділянки під кутом 45° до площини кривошипа.

Спрацьовані установочні штифти замінюють новими, виготовленими із сталі 45, а отвори під них у фланці колінчастого вала розвертають на всю довжину під ремонтний розмір і запресовують у них ступінчасті штифти того ж ремонтного розміру.

Торцеве биття фланця усувають шліфуванням його поверхні на круглошліфувальному верстаті типу ЗБ161.

Усунення спрацьовання шатунних та корінних шийок обробкою під ремонтний розмір. Основними дефектами шатунних та корінних шийок можуть бути зменшення діаметра, спотворення геометричної форми (конусність та бочкоподібність перевищує допустимі значення), тріщини, задирки та інші механічні пошкодження. Тріщини, розміщені вздовж осі вала, які не виходять на галтелі і глибина яких не перевищує 4 мм, усувають заварюванням. При інших розміщеннях тріщин вал вибраковують.

Геометричні розміри шийок виправляють у процесі їх шліфування на ремонтний розмір.

Операція шліфування шийок вала – одна з найбільш відповідальних і виконується після інших операцій по відновленню вала. Така послідовність дозволяє уникнути порушення взаємного розташування осей шийок, а також

можливих випадкових пошкоджень поверхонь вала.

Шліфування шийок колінчастих валів буває трьох видів: шліфування термічно оброблених валів після обточування; шліфування термічно необроблених валів після наплавлення під легованим флюсом; шліфування під ремонтний розмір. Перші два види шліфування поділяють на чорнове і чистове.

Шліфування під ремонтний розмір частіше всього виконують за одну операцію. Ремонтні розміри визначаються розмірами вкладишів.

Послідовність при шліфуванні корінних і шатунних шийок може бути різною. Частіше шліфують спочатку корінні та інші циліндричні поверхні, розміщені на одній осі з ними, а потім шатунні. На підприємствах, де застосовують зміцнення галтелей накатуванням, прийнятий зворотний порядок.

В умовах дрібносерійного ремонтного виробництва для шліфування шийок колінчастого вала застосовують шліфувальні верстати з універсальними центрозміщувачами. На спеціалізованих ремонтних підприємствах центрозміщувачі виготовляють на кожну марку колінчастого вала.

За установочні бази при шліфуванні корінних шийок приймаються центрові отвори вала. При цьому перевіряється їх стан (биття поверхні шийки під розподільну шестерню не більше 0,03 мм, фланця під маховик або посадочні місця під нього 0,05 мм). При великому битті вказаних поверхонь центрові отвори правлять на токарному верстаті.

Правка циліндричної поверхні і торця круга під радіус галтелей здійснюється після шліфування одного-двох колінчастих валів.

Щоб уникнути появи мікротріщин при шліфуванні, застосовують охолодження водним розчином поверхнево активних речовин: 1% триетаноламіну, 0,25 нітриду натрію, 0,25 гліцерину, 98,5% води. При шліфуванні також застосовують масляні емульсії з добавками 1% кальцинованої соди, тринатрійфосфату і нітриду натрію. Найпоширеніша і

найдешевша емульсія виготовлена на синтетично жирних кислотах – окисленому петролатумі.

Потрібно, щоб на шліфованій поверхні не було рисок, конусність і овальність не перевищували 0,015 мм, була забезпечена точність діаметральних розмірів, оскільки під наступну обробку (полірування) залишають припуск 0,005 мм.

Для шліфування шийок колінчастого вала застосовують алундові або елекрокорундові (нормальні) круги Е на керамічній зв'язці із зернистістю 16–60, твердістю СМ2, С1, С2, СТ1 і СТ2. У маркування кругів входять також його профіль (ПП – плоский профіль), розміри (зовнішній, внутрішній і ширина круга). Повне маркування ПП900×300×30 Е40СМ1К7, де 7 – структура, характеристика круга відносно абразиву і зв'язки. Чим більші цифри (від 1 до 12), тим менша кількість зерен приходить на 1 мм². Від 1 до 3 – структура щільна, 4–6 – середня, 7–12 – відкрита.

Основний резерв підвищення ресурсу валів, оброблених на ремонтні розміри, – застосування зміцнювальної обробки, в першу чергу, способами поверхнево-пластичної деформації і лазерного зміцнення. Технологія лазерного зміцнення колінчастих валів передбачає чистове шліфування шийок, нанесення поглинаючого покриття, обробку променем лазера і полірування шийок. Лазерні доріжки зміцнення наносять на робочу поверхню вала за гвинтовою лінією з коефіцієнтом заповнення зони зміцнення 70–90%. Стійкість зміцнених колінчастих валів ЗМЗ-53 (стендові випробування) проти зношування в 1,9–2 рази вища, ніж незміцнених.

Для підвищення якості поверхні шийок колінчастих валів, підвищення їх прироблюваності доцільно піддати шийки фінішній антифрикційній безабразивній обробці (ФАБО), суть якої полягає в тому, що поверхні шийок, що труться, покривають тонким шаром латуні, бронзи або міді, використовуючи явище переносу металу при терті. Товщина перенесеного металу 1–3 мкм.

Режими різання при шліфуванні встановлюють у такій послідовності: вибирають характеристику круга; знаходять глибину різання; визначають швидкість обертання оброблюваної деталі.

Швидкість обертання оброблюваної деталі вибирають залежно від твердості: чим вища твердість, тим більша швидкість; чим вища точність деталі, тим менша її швидкість. Розрахунок швидкості обертання оброблюваної поверхні деталі визначається за формулою:

$$n = \frac{1000v}{\pi D},$$

де v – колова швидкість поверхні, що шліфується, м/хв; D – діаметр поверхні, що шліфується, мм.

Основні параметри та їх величини при шліфуванні наведені у таблиці 7.1

Перед шліфуванням шийки гострі краї масляних каналів зенкують, полірують, зміцнюють галтелі.

В умовах дрібносерійного ремонтного виробництва шийки колінчастих валів полірують на токарних верстатах, використовуючи універсальні пристрої із полірувальними хомутами (алмазна шліфувальна стрічка АЛШБТУ88).

Таблиця 7.1 – Режими шліфування

Параметри	Величина параметра
Колова швидкість шліфувального круга, м/с	25–35
Колова швидкість поверхні шийок, що шліфуються, м/хв: корінних шатунних	18–25 7–25
Поперечна подача круга при шліфуванні, мм: чорновому чистовому	0,02–0,03 0,003–0,006
Поздовжня подача на один оберт вала, мм	7–11

На ремонтних підприємствах з великою програмою операцію полірування замінюють суперфінішуванням. Кінцева чистота шийок вала

повинна відповідати шорсткості $Ra=0,63-0,32$ мкм.

Встановлено, що після ремонту та відновлення дисбаланс колінчастих валів в 6–10 разів перевищує допустимий. Це погіршує роботу двигуна, частково викликає вібрацію та зруйнування окремих його частин. Дисбаланс збільшується в наслідок перешліфування на ремонтні розміри шийок колінчастого вала, змінення товщини фланця та розмірів отворів в ньому, зміненні вісі вала та змінення його геометричних параметрів. Після ремонту колінчасті вали балансують спочатку окремо, а потім у зборі з маховиком, та зчепленням. Допустимий залишковий дисбаланс для різних типів колінчастих валів складає 15–120 г см. Для динамічного балансування колінчастих валів використовують універсальний верстат (рис.7.1).

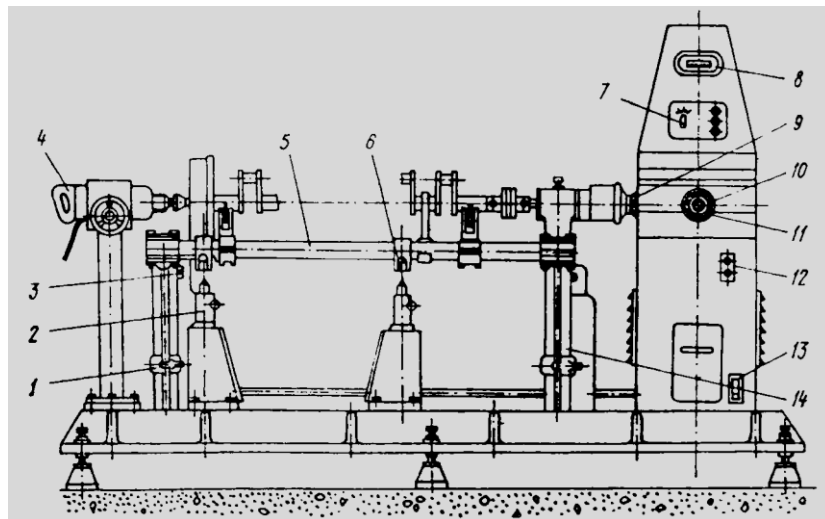


Рис. 7.1. Верстат для динамічного балансування колінчастих валів: 1 – пружина стійки; 2 – стійка; 3 - магнітний датчик; 4 – дріль; 5 – віброрама; 6 – маховик; 7 – перемикач; 8 – гальванометр; 9 – боковий лімб; 10 – лімб рухомий; 11 – лімб нерухомий; 12 – пусковий вмикач; 13 – гальмо; 14 – гасник коливань.

Звіт про роботу

В звіті повинно бути:

1. Відповіді на контрольні запитання.
2. Опис технічного стану і мікрометражна карта колінчастого вала.

3. Режими шліфування.
4. Розрахункові формули і розрахунки теоретичного ремонтного розміру корінної і шатунної шийок.
5. План операції механічної обробки колінчастого вала (шліфування).

Контрольні запитання

1. Основні дефекти колінчастих валів.
2. Усунення спрацювання посадочних місць під шків, противагу та шестерні.
3. Усунення спрацювання шпонкових пазів.
4. Усунення прогину вала.
5. Усунення спрацювання шатунних та корінних шийок обробкою під ремонтний розмір.
6. Статичне балансування та його призначення при шліфуванні шийок.

ГРУПОВА ТЕХНОЛОГІЯ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Мета заняття – засвоїти методику розробки групових технологічних процесів відновлення деталей, отримати практичні навички по аналізу конструктивно-технологічних характеристик деталей і утворення багатоопераційного групового технологічного процесу їх відновлення деталей.

В умовах індивідуального і дрібносерійного виробництв, що характерний ремонтному виробництву, широке застосування знаходить метод групою обробки деталей.

У основу групової обробки деталей, так само як і при типізації технологічних процесів, приймається технологічна класифікація деталей, що закінчується формуванням групи, що є основною технологічною одиницею групової обробки.

Якщо при типізації технологічних процесів, в загальний, об'єднуються деталі за принципом спільності їх конфігурації технологічного маршруту і спільності змісту окремих операцій, то при груповій обробці «під класом розуміється сукупність деталей, що характеризується спільністю основних технологічних завдань відновлення деталей при схожості їх конструктивних форм. Таким чином, при груповій обробці в ремонтному виробництві створюються класи.

Класифікаційні підрозділи утворюються з урахуванням основних, ознак; які перераховані нижче:

- 1) геометрична форма деталі;
- 2) конфігурація і конструктивна характеристика відновлюваних елементів деталі;
- 3) характер і повторюваність дефектів;
- 4) величина допустимого зносу;

- 5) матеріал деталі;
- 6) твердість відновлюваних поверхонь;
- 7) розмірні і вагові характеристики деталей;
- 8) точність і шорсткість відновлюваних поверхонь;
- 9) службове призначення деталі.

Ці ознаки виражаються і конкретизуються відповідними параметрами, які змінюються залежно від класу відновлюваних деталей.

Класи деталей діляться по ієрархічній системі на підкласи і інші класифікаційні підрозділи з таким розрахунком, щоб останній ступінь представляв найбільшу практичну цінність для вирішення завдань планування і управління виробництвом.

Аналіз конструктивно-технологічних характеристик відновлюваних деталей показав, що їх доцільно розбити на 12 класів: клас 01 - стрижні круглі; клас 02 - циліндри порожнисті; клас 03 - диски; клас 04 - деталі дрібні; клас 05 - колеса зубчаті; клас 06 - важелі; клас 07 - деталі корпусні; клас 08 - деталі просторові тонкостінні; клас 09 - деталі площинні; клас 10 - деталі профільні; клас 11 - пружини, ресори; клас 12 - деталі спеціальні.

Під класом деталей розуміється сукупність деталей, що характеризується спільністю основних технологічних завдань їх відновлення і схожістю конструктивних форм.

До класу 01 - стрижні круглі (рис. 8.1, *a*) відносяться деталі, що є переважно тілами обертання з довжиною, що перевищує діаметральні розміри. Деталі цього класу зазвичай носять найменування - вали, осі, пальці, цапфи, шпинделі і т.п. Крім того, до цього класу відносяться деталі, які в цілому, не будучи тілами обертання, мають циліндрові відновлювані поверхні, наприклад, гальмівна колодка трактора ДТ-75М.

Технологічне завдання відновлення круглих стрижнів може бути, розділено на два окремі завдання:

а) відновлення основних елементів деталей - поверхонь обертання, в основному, зовнішніх і, рідше, внутрішніх (циліндрових, конічних і фасонних);

б) відновлення інших, додаткових елементів деталей - різьби, шліців, шпоночних канавок, осьових і радіальних отворів, фланців і т.п. елементів, що не є характерними для деталей цього класу в цілому.

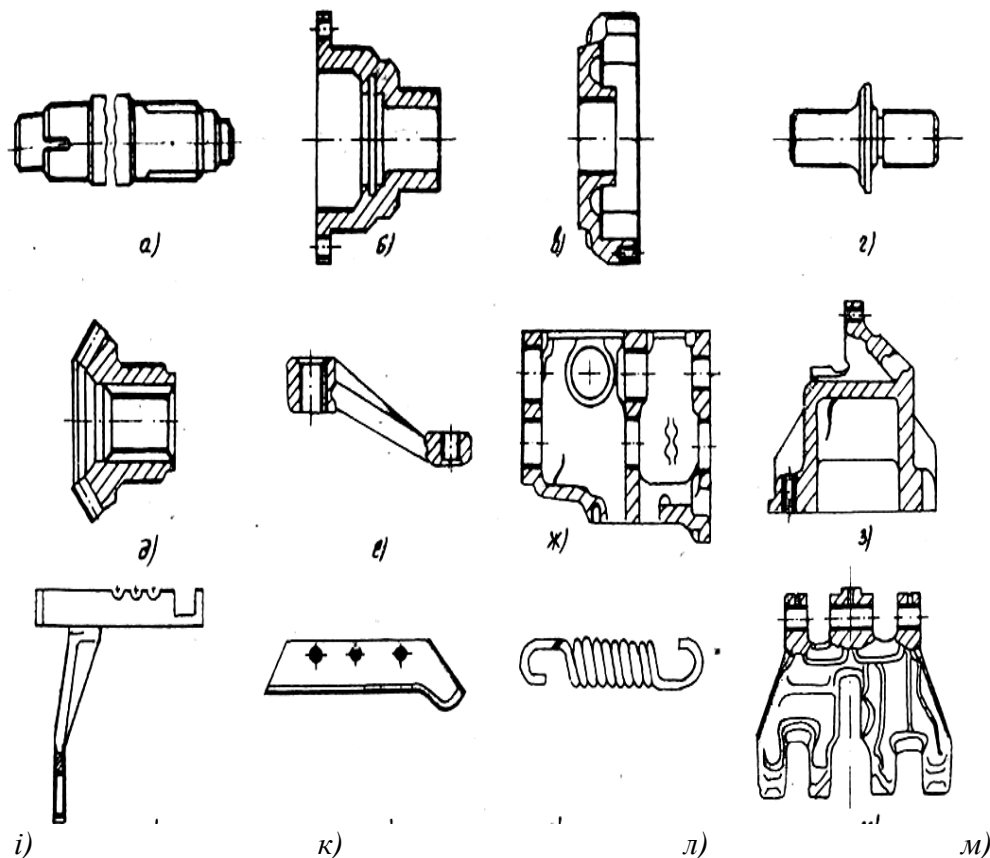


Рис. 8.1. Ескізи деталей: а) – клас 01 – стрижні круглі; б) – клас 02 – циліндри порожнисті; в) – клас 03 - диски; г) – клас 04 – деталі дрібні; д) – клас 05 – колеса зубчасті; е) – клас 06 - важелі; ж) – клас 07 - деталі корпусні; з) – клас 08 - деталі просторові тонкостінні; и) – клас 09 - деталі площинні; к) – клас 10 - деталі профільні; л) – клас 11 - пружини, ресори; м) – клас 12 – деталі спеціальні.

Клас 02 - циліндри порожнисті (рис. 8.1, б) включає деталі, що є тілами обертання з концентричними, дуже рідко з ексцентричними, зовнішніми і внутрішніми робочими поверхнями, розміри яких по довжині одного порядку

з діаметральними розмірами. Деталі цього класу мають різну конфігурацію; вони бувають гладкими і ступінчастими, з буртами і фланцями або без них, з циліндровими, конічними або фасонними поверхнями обертання. Зважаючи на їх різноманітні розміри і конструктивне призначення вони носять і різні найменування: втулки, гільзи, вкладиші, кришки, маточини, стакани і т.п.

Основними конструктивними елементами цих деталей є зовнішні, внутрішні і торцеві поверхні обертання, що мають загальну вісь, а всі інші елементи (пази, шліци, лиски, кріпильні отвори і т. п.) грають допоміжну роль.

Технологічне завдання відновлення деталей класу циліндри порожнисті розбивається на два окремі завдання:

- а) відновлення зовнішніх, внутрішніх і торцевих поверхонь обертання;
- б) відновлення допоміжних конструктивних елементів деталей.

До класу 03 - диски (рис. 8.1, в) відносяться деталі, що є тілами обертання з діаметральними розмірами, що значно перевищують їх довжину. Деталі цього класу називаються дисками, кільцями, шківками, вінцями, фланцями, маховиками, ободами і т.п.

Зміст технологічних завдань відновлення деталей класу диски не мають яких-небудь принципових відмінностей в порівнянні з відновленням деталей класу циліндри порожнисті. Проте є ряд особливостей відновлення, оскільки великий знос робочих поверхонь ряду деталей цього класу, наприклад, коліс і роликів ходової частини гусеничних тракторів; великі діаметральні розміри деталей, а також необхідність проводити у ряді випадків їх балансування, обумовлюють застосування специфічних методів відновлення і крупніші типорозміри устаткування.

До класу 04 - деталі дрібні (рис. 8.1, г) відносяться деталі, що є переважно тілами обертання з довжиною до 100мм і діаметром або поперечними розмірами до 40 мм і що мають порівняно просту конфігурацію. Це - штовхачі, пальці, валики, осі, втулки, тарілки і ін.

Клас 05 - колеса зубчаті (рис. 8.1, д) об'єднує деталі, що є тілами обертання з різним співвідношенням довжини і діаметру і що мають зубчатий вінець. По

своїй конфігурації зубчаті колеса могли б бути віднесені до класів стрижні круглі, циліндри порожністі або диски, але наявність зубчатого вінця і пов'язана з цим специфічність технологічного процесу відновлення роблять доцільним об'єднання всіх зубчатих коліс, не дивлячись на відмінність в їх конфігурації, в один клас.

Деталі, що входять в клас колеса зубчаті, мають різне конструктивне призначення і носять різні назви: шестерні, вал - шестерні, зірочки ланцюгових передач, храповики для здійснення переривистого руху і т.п.

Технологічне завдання відновлення зубчатих коліс розділяється на три окремі завдання:

- а) відновлення зовнішніх, внутрішніх і торцевих поверхонь обертання;
- б) відновлення зубчатого вінця;
- в) відновлення допоміжних конструктивних елементів деталей.

До класу 06 - важелі (рис. 8.1, *е*) відносяться одно - або багатовагові деталі, що складаються з однієї або декількох втулок-головок з паралельно або перпендикулярно розташованими отворами і сполучених необробленими або обробленими з невисокою точністю стрижнями; крім того, у важелів можуть бути кріпильні отвори, шпоночні пази, плоскі поверхні і інші елементи.

Основними відновлюваними поверхнями деталей класу важелі є отвори і торцеві поверхні головок деталі.

Важливою особливістю технічних вимог на відновлення деталей цього класу є встановлення обмежень на відхилення від заданого розташування основних отворів і перпендикулярністю торцевих поверхонь головок до осей основних отворів.

У зв'язку з цим технологічне завдання відновлення деталей класу важелі складається з двох частин:

- а) правка деталі і відновлення отворів і торців головок із заданою точністю їх взаємного розташування;
- б) відновлення додаткових конструктивних елементів деталей.

Клас 07 - деталі корпусні (рис. 8.1, *ж*) охоплює деталі машин, які служать для монтажу із заданою точністю відносного положення складальних одиниць і

деталей. Характерною ознакою корпусних деталей є наявність базових площин і координованих з ними і між собою точних отворів. До класу деталі корпусні відносяться деталі різного конструктивного призначення: корпуси, кожухи, кронштейни і т.п., об'єднані спільністю технологічного процесу їх відновлення.

У технологічному завданні відновлення деталей цього класу можуть бути виділені дві частини:

а) відновлення основних отворів і площин деталі з дотриманням заданого їх розташування;

б) відновлення допоміжних конструктивних елементів деталі: допоміжних гладких і різьбових отворів, пазів, усунення тріщин і т.п.

До класу 08 - деталі просторові тонкостінні (рис. 8.1, з) відносяться деталі просторової форми з незначною товщиною стінок і що не мають точних настановних поверхонь, для монтажу і забезпечення взаємного розташування складальних одиниць і деталей. До цього класу відносяться різні кожухи, картери, кришки, колектори, деталі облицювання і оперення, тонкостінні деталі комбайнів, профілі і ін.

Технологічне завдання відновлення деталей цього класу розподіляється на два окремі завдання:

а) усунення вм'ятин і тріщин, пробоїн і розривів на поверхнях деталей;

б) відновлення гладких і різьбових отворів, плоских поверхонь інших поверхонь, що не є характерними, для деталей цього класу в цілому.

До класу 09 - деталі площинні (рис. 8.1, і) відносяться деталі, в яких основними конструктивними елементами, що обробляються в процесі відновлення, є площини. Інші конструктивні елементи деталей цього класу - кріпильні отвори, виточки, переходи радіусів і т.п. є допоміжними і не роблять принципового впливу на побудову технологічного процесу відновлення деталей. Клас деталі площинні включає вилки перемикання передач, розподіляється на дві частини:

Технологічне завдання відновлення площинних деталей складається з двох частин:

- а) відновлення основних конструктивних елементів деталі - площин;
- б) відновлення допоміжних конструктивних елементів: кріпильних гладких або різьбових отворів, виточок, округлень і т.п.

Клас 10 - деталі профільні (рис. 8.1, *к*) включає специфічні для сільськогосподарського машинобудування деталі, утворені поєднанням площин і криволінійних поверхонь: лапи культиваторів, лемеші, відвали, диски луцильників, борін, сошників і ін.

Технологічне завдання відновлення цих деталей розподіляється на дві частини:

- а) відновлення лез і проектної геометрії деталей;
- б) відновлення додаткових конструктивних елементів деталей: кріпильних отворів, отворів під заклепки і ін.

До класу 11 - пружини, ресори (рис. 8.1, *л*), відносяться пружини і ресори різного виконання і призначення: спіральні, фігурні, тарілчасті, плоскі і ін. Технологічним завданням відновлення деталей цього класу є відновлення проектної геометрії і жорсткості.

У класі 12 - деталі спеціальні (рис. 8.1, *м*), включені деталі, що мають специфічні конструктивні особливості і специфічну технологію відновлення. У цей клас входять, наприклад, гусеничні траки, ведучі колеса гусениць, ковші екскаваторів і ін. Для цих деталей розробляються тільки індивідуальні технологічні процеси відновлення.

Перелік класифікаційних ознак і параметрів для деталей класу 02 - циліндри порожнисті представлений в таблиці 8.1.

Таблиця 8.1 – Конструктивно-технологічні ознаки і параметри відновлюваних деталей класу 02 - ЦИЛІНДРИ ПОРОЖНИСТІ

Конструктивно-технологічні ознаки	Параметри (значення) оцінки ознак.
1	2
Геометрична форма деталі	1) тіла обертання з циліндровими внутрішніми і зовнішніми поверхнями; 2) тіла обертання з конічними внутрішніми і зовнішніми поверхнями.
Конфігурація і конструктивна характеристика, відновлюваних елементів деталі	<p style="text-align: center;">а. Зовнішні поверхні:</p> 1) бурти; 2) різьблення зовнішнє; 3) посадочні поверхні під підшипники кочення; 4) посадочні поверхні нерухомих сполучень; 5) конічні і фасонні зовнішні поверхні; 6) шпоночні канавки і повздовжні пази; 7) шліци на зовнішніх поверхнях. <p style="text-align: center;">б. Внутрішні поверхні:</p> 1) циліндричні поверхні; 2) конічні поверхні; 3) кільцеві канавки; 4) шпоночні і повздовжні пази; 5) шліци; 6) різьблення внутрішнє. <p style="text-align: center;">в. Торцеві поверхні:</p> 1) плоскі і ступінчасті поверхні; 2) пази на торцевих поверхнях; 3) конічні поверхні; 4) отвори різьбові і гладкі на торці
Характер повторюваність дефектів	<p style="text-align: center;">а. Зовнішні поверхні:</p> 1) знос посадочної поверхні циліндричних і конічних нерухомих сполучень; 2) знос посадочної поверхні під підшипники кочення; 3) знос різьблення; 4) знос поверхонь підшипників ковзання; 5) знос канавки шпоночних і повздовжніх пазів; 6) знос шліц; 7) тріщини. <p style="text-align: center;">б. Внутрішні поверхні:</p> 1) знос різьблення; 2) знос нерухомих посадочних поверхонь;

Продовження таблиці 8.1

1	2
<p>Величина допустимого зносу</p>	<p>3) знос поверхонь під підшипники кочення; 4) знос поверхонь під підшипники ковзання; 5) знос канавки шпоночних і повздовжніх пазів; 6) знос внутрішніх шліц.</p> <p style="text-align: center;">в. Торцеві поверхні:</p> <p>1) знос плоских і ступінчастих поверхонь; 2) знос конічних поверхонь; 3) знос гладких отворів; 4) знос різьбових отворів.</p> <p style="text-align: center;">г. Інші дефекти</p> <p style="text-align: center;">а. Торцеві поверхні:</p> <p>1) знос, викривлення і биття торцевих поверхонь; 2) знос отворів на торцевих поверхнях;</p> <p style="text-align: center;">б. Зовнішні поверхні:</p> <p>1) знос циліндричних поверхонь; 2) знос конічних, сферичних і фасонних поверхонь; 3) знос подовжніх пазів і шліц; 4) знос шліц по ширині.</p> <p style="text-align: center;">в. Внутрішні поверхні:</p> <p>1) знос циліндрових поверхонь нерухомих з'єднань; 2) знос поверхонь, що труться; 3) знос конічних поверхонь; 4) знос шпоночних канавок і пазів; 5) знос шліц по ширині.</p>
<p>Розмірні і вагові характеристики деталей</p>	<p style="text-align: center;">а. Загальна довжина.</p> <p style="text-align: center;">б. Довжина зовнішньої поверхні:</p> <p>1) зовнішні циліндричні і конічні; 2) зовнішні різьбові; 3) зовнішні шліцьові.</p> <p style="text-align: center;">в. Внутрішні поверхні:</p> <p>1) циліндричні і конічні поверхні; 2) різьбові поверхні; 3) шліцьові поверхні.</p> <p style="text-align: center;">г. Діаметр:</p> <p>1) зовнішні поверхні; 2) внутрішні поверхні; 3) бурти, фланці.</p> <p style="text-align: center;">д. Діаметр торцевих поверхонь.</p> <p style="text-align: center;">е. Вага деталі.</p>

Продовження таблиці 8.1

1	2
Точність і шорсткість відновлюваних поверхонь.	<p>а. Клас чистоти:</p> <p>1) зовнішні поверхні; 2) внутрішні поверхні; 3) торцеві поверхні;</p> <p>б. Клас точності:</p> <p>1) зовнішні поверхні; 2) внутрішні поверхні; 3) торцеві поверхні</p> <p>в. Конусність і овальність.</p> <p>г. Радіальне биття.</p> <p>д. Торцеве биття.</p>
Матеріал деталі	<p>1) чавун; 2) сталь легована; 3) сталь вуглецева.</p>
Твердість відновлюваних поверхонь.	<p>1) різьбова частина; 2) посадочні поверхні; 3) шліцьова частина; 4) інше</p>

Створення класів є попереднім етапом підготовки групової обробки. Основним завданням цієї підготовки є формування груп.

На відміну від класифікації групування, тобто комплектація груп деталей для цілей групової обробки, здійснюється не шляхом розділення, а шляхом підсумовування деталей, що мають ознаки спільності. Необхідна спільність елементів для кожного випадку групування визначається його метою, тобто характером операції, групової наладки і т.п. Наявність однойменних (однаково закодованих) відновлюваних поверхонь в різних класифікаційних підрозділах складає підставу для визначення можливості групування деталей цих підрозділів і розробки для них групових технологічних процесів на окремі операції, або комплектування з них комплексних маршрутів для організації групових потоків.

Метою групування деталей є розробка єдиного, уніфікованого процесу відновлення деталей різних типів. Для відновлення деталей можуть бути

використані два напрями групування, які служать основою застосування групової технології:

1. Створення груп, що складаються з окремих деталей -операцій, наприклад, токарних, наплавлення, при незавершеному циклі відновлення (решта операцій входить до інших груп або виконується по індивідуальних процесах).

2. Створення груп деталей, що мають багатоопераційний технологічний процес відновлення, який виконується на різнотипному устаткуванні. Цей напрям є основою для створення багатомноменклатурних групових поточкових ліній.

При групуванні по першому напрямку, тобто по окремих операціях відновлення, в групу підбирають деталі, що обробляються на однотипному устаткуванні, мають ряд ознак спільності і перш за все спільність базових і відновлюваних поверхонь, що створює спільність виконуваних операцій і переходів. Для всіх деталей групи по можливості створюється єдина послідовність переходів, проектується загальне групове пристосування, групова наладка. Групова обробка може обмежуватися побудовою окремих групових операцій, а також може застосовуватися для побудови групового технологічного процесу обробки деталей в цілому. При побудові окремих групових операцій групою називається сукупність деталей, що характеризується спільністю устаткування, спільністю технологічного оснащення, спільністю наладки і технологічних переходів.

Після уточнення складу групи проводиться створення «комплексної деталі», встановлюється послідовність і зміст переходів групової операції

Для групи деталей, особливо тіл обертання, іноді доцільно створювати комплексну деталь. Під комплексною деталлю мається на увазі реальна або умовна деталь, що містить в своїй конструкції всі відновлювані поверхні, характерні для деталей даної групи. З технологічної точки зору комплексна деталь визначає маршрут переходів групової операції.

Приклад побудови комплексної деталі і маршруту переходів групової токарної операції при відновленні порівняно нескладних порожнистих циліндрових деталей показаний на рис. 8.2. На ескізах жирними лініями позначені оброблювані поверхні. Маршрут переходів цієї групової операції містить всі переходи, необхідні для обробки кожної деталі окремо. Це і забезпечує роботу верстата, в даному випадку, токарного, з мінімальною кількістю переналагоджень.

Для скорочення допоміжного часу бажано мати єдину послідовність переходів для всіх деталей групи, хоча, звичайно, можлива і інша послідовність переходів. Налагодження верстата і об'єм підналадок для окремих деталей групи від цього істотно не змінюється.

Для деталей не тіл обертання (плоских і ін.) утворення комплексної деталі в більшості випадків неможливе. Проте принцип групування таких деталей залишається незмінним.

Груповими операціями, як було вище зазначено, вважаються такі, які виконуються на одному і тому ж устаткуванні, на одному груповому швидкопереналажуваному (із змінними налагодками) пристосуванні, одними і тими ж або швидкозмінними інструментами.

Груповий технологічний процес здійснюється на різнотипному устаткуванні. При цьому всі деталі групи можуть послідовно проходити через всі операції типового або частину цих деталей проходить тільки ті операції, які для цих деталей необхідні, а решта операцій — пропускаються.

Групові операції не завжди повторюються в технологічних процесах відновлення кожної деталі, оскільки деталі різних типів, як правило, мають різне поєднання відновлюваних поверхонь, а отже, і різне поєднання технологічних операцій. Разом з тим бажано створювати єдину однонаправлену (прямоточну) послідовність операцій, що виключає поворотні переміщення деталей в процесі їх відновлення.

Приклад утворення багатоопераційного групового технологічного процесу відновлення деталей показаний на рис. 8.3. З цього малюнка видно,

що вимога однорідності і єдиної послідовності операцій групового процесу з пропуском, що допускається, окремих операція є повторенням аналогічної вимоги для переходів при комплектуванні групової операції (рис. 8.2).

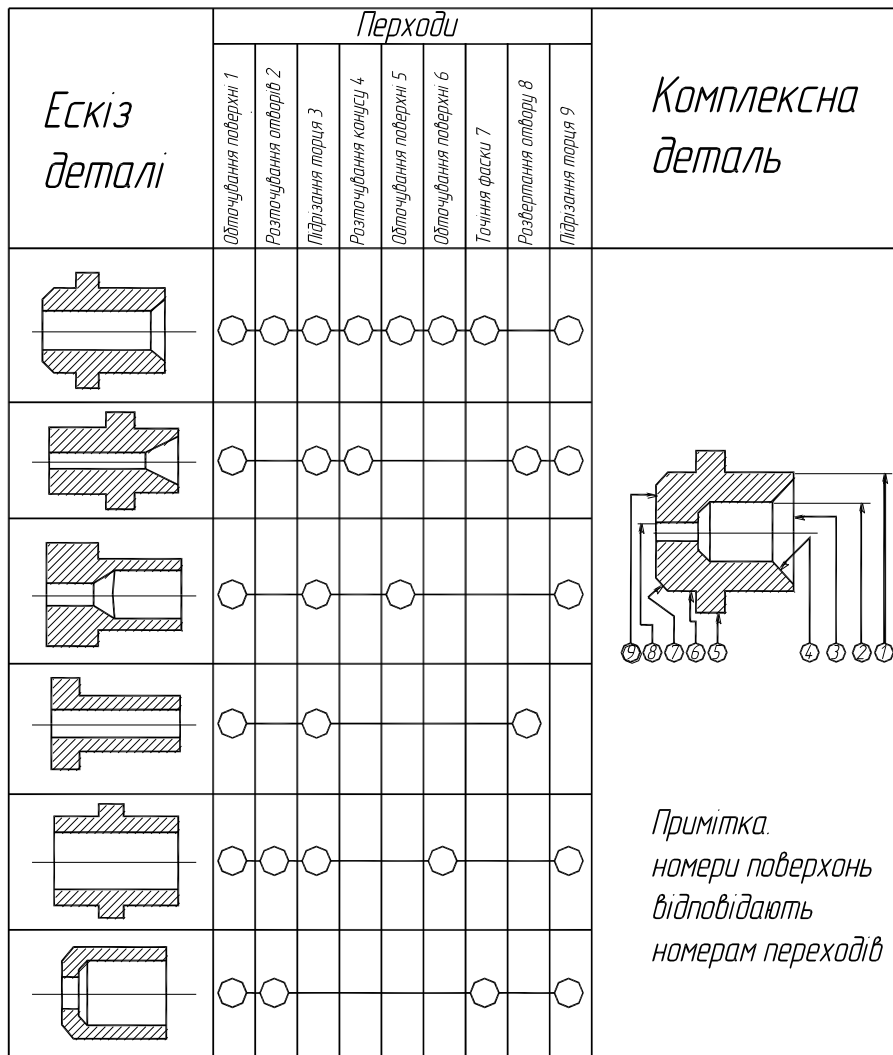


Рис. 8.2. Схема утворення групової операції на основі комплексної деталі

Розробляючи багатоопераційний груповий технологічний процес, доцільно створювати повний маршрут з максимальної кількості групових операцій, навіть якщо ці операції в технологічному процесі поєднуюватимуться штучно. Такий технологічний маршрут відновлення деталей, об'єднаних в одну групу, можна назвати комплексним маршрутом по аналогії з комплексною деталлю для усереднення операційного маршруту переходів.

Організація групової обробки по всіх можливих її напрямках дає великий

економічний ефект по ряду показників роботи підприємства.

1. Підвищується продуктивність обробки. Підвищення відбувається за рахунок наступних заходів:

а) застосування високопродуктивних групових пристосувань і групового оснащення;

б) перекладу обробки деталей індивідуального і дрібносерійного виробництв з менш продуктивних на продуктивніші верстати;

Ескіз деталі	Операції з відновлення											Комплексна деталь	
	Мийна	Дефектація	Правлення	Центрувальна	Механізоване наплавлення	Ручне наплавлення	Токарна	Фрезерувальна	Свердильна	Термічна	Шліфувальна		Контрольна
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Креслення комплексної деталі, комплексний маршрут відновлення
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Рис. 8.3. Схема утворення групового процесу на основі комплексного маршруту

в) скорочення витрат підготовчо-завершального часу на настройку і переналадження верстата і витрат допоміжного часу і підвищення загального коефіцієнта використання верстата за часом;

г) створення в умовах дрібносерійного виробництва групових багатопредметних поточкових ліній.

Скорочуються терміни технічної підготовки виробництва і терміни

освоєння нових виробництв.

Полегшується і здешевлюється проектування і виготовлення спеціального оснащення, замінюваним груповим універсальним оснащенням.

До крупних достоїнств групової обробки належить велика виробнича гнучкість цього методу, нерозривний зв'язок з питаннями організації і планування виробництва.

Звіт про роботу

В звіті повинно бути:

1. Відповіді на контрольні запитання.
2. Таблиця утворення маршруту відновлення деталі.

Контрольні запитання

- 1 Ознаки класифікації відновлюваних деталей?
- 2 На які класи підрозділяють деталі машин при розробці групової технології?
- 3 Що є метою групування деталей?
- 4 Чим може обмежуватися групова обробка?
- 5 Які два напрями групування, що служать основою застосування групової технології, можуть бути використані для відновлення деталей?
- 6 За рахунок яких заходів відбувається підвищення продуктивності обробки при організації групової технології?

Список використаної літератури

1. Технічний сервіс в АПК: навчально-методичний комплекс: навч. посіб. / С.М. Грушецький, І.М. Бендера, О.В. Козаченко та ін.: Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2014. – 680 с.
2. Сідашенко О.І. Ремонт машин і обладнання: підручник / О.І. Сідашенко, О.А. Науменко, Т.С. Скобло та ін.; за ред. проф. О.І. Сідашенка, О.А. Науменка. – К.: Аграр Медіа Груп, 2018. – 632 с.
3. Сукач М.К. Технічний сервіс машин: Навчальний посібник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 290 с.
4. Технологія технічного обслуговування сільськогосподарської техніки: Навчальний посібник / Л.Ф. Бабицький, І.В. Соболевський, У.С. Абдулгасіс, В.Ю. Москалевич, В.О. Куклін. – Сімферополь, ДІАЙПІ, 2011. – 448 с.
5. Технічний сервіс в агропромисловому комплексі: навчальний посібник / Коновалюк О.В., Кіяшко В.М., Колісник М.В. – К.: Аграрна освіта, 2013. – 404 с.
6. Проектування технологічних процесів сервісних підприємств: навчальний посібник / Дудніков А.А., Писаренко П.В., Біловод О.І. та ін. – Вінниця: ФОП Каштелянов О.І., 2011. – 400 с.
7. Козаченко О.В. Технічна експлуатація сільськогосподарської техніки. – Харків: Торнадо, 2000. – 192 с.
8. Інженерна служба сільськогосподарського підприємства: Навчальний посібник Частина 1. Організація та обґрунтування технічного забезпечення МТП / В.І. Пастухов, Г.В. Фесенко, О.А. Романащенко, С.О. Харченко, В.Л. Лютинський, М.В. Черкашина, Л.П. Присяжна. – Харків: ХНТУСГ, 2009. – 147 с.
9. Технологія технічного обслуговування машин / І.М. Бендера, С.М. Грушецький, П.І. Роздорожнюк, Я.М. Михайлович. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В. 2009. – 320 с.
10. Практикум з технічного сервісу в агропромисловому комплексі: Навчальний посібник / Л.Ф. Бабицький, І.В. Соболевський, У.С. Абдулгасіс – Сімферополь, ДІАЙПІ, 2012. – 332 с.
11. Козаченко О.В. Практикум з технічної експлуатації сільськогосподарської техніки: Монографія / Козаченко О.В., Сичов І.П. та ін.; за ред. О.В.Козаченка. – Харків.: Торнадо, 2001. – 374 с.

Навчально-методичне видання

**ВИКОРИСТАННЯ НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ В ТЕХНІЧНОМУ
ОБСЛУГОВУВАННІ ТА РЕМОНТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ
ТЕХНІКИ**

Методичні вказівки
до виконання практичних занять
для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня
спеціальності 208 – Агроінженерія
ОПП «Технічний сервіс сільськогосподарської техніки»

Укладачі: І.В. Шепеленко,
О.В. Бевз,
С.О. Магопець,
М.В. Красота,
І.Ф. Василенко

Комп'ютерний набір та верстка: І.Ф. Василенко

РВЛ ЦНТУ, м. Кропивницький, пр. Університетський, 8.