


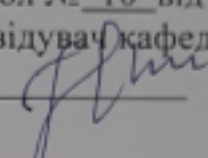
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І  
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Кафедра надійності техніки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету  
конструювання та дизайну  
З.В. Ружилю  
” \_\_\_\_\_ 2021 р.



РОЗГЛЯНУТО І СХВАЛЕНО  
на засіданні кафедри надійності техніки  
Протокол № 10 від « 18 » 05 2021 р.  
Завідувач кафедри надійності техніки  
доц. Новицький А. В.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

“Проектування технологічних процесів та підприємств технічного сервісу”

Галузь знань: 13 - Механічна інженерія

Спеціальність: 133 - Галузеве машинобудування

Спеціалізація: «Технічний сервіс машин та обладнання сільськогосподарського виробництва»

Факультет: конструювання та дизайну

Розробник: к.т.н., старший викладач Попик П.С.

Київ – 2021 р.

## Опис навчальної дисципліни “Проектування технологічних процесів та підприємств технічного сервісу”

Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, освітній ступінь			
Освітній ступінь	Магістр		
Спеціальність	133 – Галузеве машинобудування		
Спеціалізація	Технічний сервіс машин та обладнання сільськогосподарського виробництва		
Характеристика навчальної дисципліни			
Вид	Обов’язкова / вибіркова		
Загальна кількість годин	171		
Кількість кредитів ECTS	4		
Кількість змістових модулів	4		
Курсовий проект (робота) (за наявності)	24		
Форма контролю	залік, екзамен		
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання			
	денна форма навчання		заочна форма навчання
Рік підготовки (курс)	1	1	
Семестр	1	2	
Начитка			
Лекційні заняття	45	30	
Практичні, семінарські заняття			
Лабораторні заняття	45	30	
Самостійна робота	70	140	
Екзамен	4	4	
Кількість тижневих аудиторних годин для денної форми навчання	4	4	

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета дисципліни** – надати наукові засади та навчити майбутнього інженера (фахівця магістра) проектувати технологічні процеси, підприємства технічного сервісу та забезпечувати довговічність, безвідмовність і зберігаємість сільськогосподарських машин та обладнання тваринницьких ферм при мінімальних витратах часу, матеріальних і трудових ресурсів.

**Об’єктом вивчення** дисципліни “Проектування технологічних процесів та підприємств технічного сервісу” є: технологічні процеси ремонту машин та відновлення деталей с.г. техніки для сільськогосподарських підприємств, а предметом – закономірності зміни та забезпечення довговічності, працездатності, зберігаємість та ремонтпридатності в процесі експлуатації.

**Завдання.** В процесі вивчення дисципліни перед майбутніми спеціалістами ставляться наступні задачі:

- вивчити теоретичні основи ремонту сільськогосподарської техніки;
- оволодіти методикою проектування технологічних процесів з ремонту машин;
- засвоїти засади проектування ремонтних підприємств сільськогосподарського призначення із забезпеченням раціональних форм та методів організації виробничого процесу;
- придбати практичні навички виконання типових ремонтних операцій.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

- **знати:** \_організовувати правильне приймання, ремонт та зберігання сільськогосподарської техніки і обладнання ;
- визначати технічний стан машин, виявляти і усувати дефекти, визначати залишковий ресурс з'єднань, вузлів, агрегатів і машин в цілому;
- вибирати та обґрунтовувати раціональні (оптимальні) методи, способи ремонту сільськогосподарської техніки, відновлення працездатності деталей;
- проектувати технологічні процеси ремонту машин і відновлення деталей;

**вміти:** правильно розробляти і використовувати технічну ремонтну документацію, нормативи;

- вміло проводити технічну підготовку ремонтного виробництва, розробляти проекти створення нових і реконструкції діючих підприємств та їх складових елементів;
- забезпечувати оперативне планування ремонтно-відновлювальних робіт;
- керувати ремонтним виробництвом із застосуванням сучасних, прогресивних форм та методів організації;
- проводити стендові випробування відремонтованих машин;
- оцінювати якість ремонтних робіт;
- володіти прийомами пошуку і використання науково-технічної інформації.

## 2. Програма та структура навчальної дисципліни для:

– повного терміну денної форми навчання;

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	усього	у тому числі					усього	у тому числі					
			л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Змістовий модуль 1. Ремонт техніки як наука забезпечення працездатності і підвищення якості машин та обладнання.														
Тема 1. Основні поняття про виробничий і технологічні процеси ремонту сільськогосподарських машин. Діагностування	2	2	4		2		10							

Продовження табл.

Тема 2. Складові елементи ремонту машин: очищення зовнішнє, приймання в ремонт, розбирання, миття, контроль, дефектування, сортування, комплектування	2	2	4	4	10						
Тема 3. Складання, фарбування, обкатування, балансування і випробування	2	2	4	4	10						
Разом за змістовим модулем 1	6		12	10	30						
Змістовий модуль 2. Відновлення роботоздатності машин шляхом усунення пошкоджень і дефектів											
Тема 1. Методи і способи відновлення роботоздатності машин	1	1	2	2	10						
Тема 2. Усунення пошкоджень і дефектів деталей машин нанесенням компенсаційного шару	2	2	4	4	10						
Тема 3. Відновлення деталей методом ремонтних розмірів та постановкою додаткової деталі	2	2	4	2	5						
Тема 4. Відновлення пластичним деформуванням і полімерними матеріалами	2	2	4	2	5						
Разом за змістовим модулем 2	7		14	10	30						
Усього годин			26	20	60						
Курсовий проект (робота) з Проектування ремонтного підприємства (якщо є в робочому навчальному плані)			59	-	-	-	-	-	-	-	-
Усього годин			85								

### 3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Розрахунок обсягу ремонтних і сервісних робіт	4
2.	Планування робіт ремонтного підприємства. Складання	4



	графіка завантаження.	
3.	Розрахунок параметрів організації спеціалізованих виробництв	4
4.	Технологічна послідовність розробки маршрутної карти	4
5.	Технологічна послідовність розробки операційної карти	4
6.	Технологічна послідовність розробки ремонтного креслення	4
7.	Технологічний процес розточування (складання маршрутної і операційної карт процесу)	4
8.	Технологічний процес хонінгування (складання маршрутної і операційної карт процесу)	4
9.	Технологічний процес шліфування колінчатих валів до ремонтного розміру (складання маршрутної і операційної карт процесу)	4
10.	Технологічний процес шліфування розподільчого валу до ремонтного розміру (складання маршрутної і операційної карт процесу)	4
11.	Технологічний процес залізнення (складання маршрутної і операційної карт процесу)	4
12.	Технологічний процес хромування (складання маршрутної і операційної карт процесу)	4
13.	Технологічний процес наплавлювання під шаром флюсу (складання маршрутної і операційної карт процесу)	4
14.	Технологічний процес наплавлювання вібродугове (складання маршрутної і операційної карт процесу)	4

#### 4. Теми питань для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Технічна підготовка пересувних засобів проведення робіт з ремонту і обслуговуванні.	4
2	Вивчення методики підбору допоміжного обладнання.	4
3	Вивчення методики підбору мірильного інструменту при проведенні ремонтних робіт.	4
4	Сучасні методики проектування сервісних і ремонтних робіт. Зробити порівняльний аналіз.	4
5	Вивчити теоретичні засади організації виробництв із відновлення роботоздатності деталей.	4
6	Технологічне планування діляниць із відновлення роботоздатності деталей.	4
7	Вивчити теоретичні засади розрахунку техніко-економічних показників ремонтних і сервісних	4

	підприємств.	
8	Поняття про абсолютні показники розрахунку економічної ефективності ремонтних і сервісних підприємств.	4
9	Поняття про відносні показники розрахунку економічної ефективності ремонтних і сервісних підприємств.	4
10	Організація технічного контролю на сервісних і ремонтних підприємствах.	4
11	Організація агрегатно-вузлового метод ремонту техніки.	4
12	Визначити основні параметри ремонтного циклу допоміжних підрозділів ремонтних і сервісних підприємств.	4
13	Вивчити організацію поставки запасних частин і ремонтних матеріалів.	4
14	Вивчити організацію збору ремонтного фонду. Розрахунок оптимального радіусу.	4
15	Вивчити організаційну структуру спеціалізованих підприємств з ремонту складної техніки..	4
16	Вивчити методи неруйнівного контролю техніки (їх агрегатів, вузлів, складальних одиниць).	4
17	Розробити сітьовий графік з поставки машин та їх складових на підприємства.	4
18	Вивчити структуру сервісних підприємств АПК України.	4
19	Поняття про фірмовий ремонт.	4
20	Організація надання сервісних і ремонтних послуг з виїздом на підприємства, які обслуговують техніку.	4
21	Поглиблене вивчення організації ремонтної служби.	4
22	Загальні положення і порядок проектування підприємств технічного сервісу.	4
23	Розрахунок основних параметрів ремонтного підприємства.	4
24	Компонування виробничого корпусу.	4
25	Стратегії та розрахунки обсягів робіт.	4
26	Задачі та вимоги до підприємств технічного сервісу.	4
27	Нормативне регулювання підприємств технічного сервісу.	4
28	Концепція підприємств технічного сервісу. Організаційне забезпечення технічного сервісу.	4
29	Організаційна структура підприємства технічного сервісу.	4
30	Технологічне оснащення ремонтно-обслуговуючої бази. Матеріально-технічне забезпечення підприємств технічного сервісу.	4

31	Основні рівні підприємств технічного сервісу.	4
----	---	---

## 5. Перелік контрольних питань

1. Поняття і структура виробничого і технологічного процесів ремонту техніки переробних виробництв.
2. Загальні принципи організації ремонту машин та особливості сучасної системи ремонту і технічного обслуговування машин, обладнання в сільському господарстві.
3. Розрахунок обсягів ремонтно-обслуговуючих робіт з технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарських машин.
4. Порядок проектування ремонтних підрозділів підприємств з переробки сільськогосподарської сировини.
5. Технічна база для проведення технічного обслуговування.
6. Обладнання та пристрої для проведення технічного обслуговування і ремонту сільськогосподарських підприємств.
7. Розрахунок номінального фонду часу: місячного та річного.
8. Розрахунок дійсних фондів часу згідно категоріям спеціалізації ремонтного виробництва.
9. Розрахунок кількості явочних робітників.
10. Розрахунок кількості списочних робітників.
11. Розрахунок кількості технологічного обладнання.
12. Підбір номенклатури технологічного обладнання.
13. Підбір номенклатури та визначення кількості нестандартного оснащення.
14. Підбір номенклатури та визначення кількості мірильного інструменту.
15. Підбір номенклатури та визначення кількості інструменту для обробки поверхонь деталей.
16. Розрахунок програми ремонтного і сервісного підприємства.
17. Визначення оптимальних радіусів збору ремфонду та сервісного обслуговування.
18. Графік завантаження підприємства.
19. Графік узгодження технологічних операцій.
20. Сітьові графіки.
21. Розрахунок обсягів ремонтних і сервісних робіт.
22. Поняття про методи контролю та організація служби контролю на ремонтному підприємстві.
23. Організація постачання запасних частин і ремонтних матеріалів.
24. Організаційна структура спеціалізованих підприємств з ремонту складної техніки.
25. Види і порядок організації постановки техніки на зберігання.
26. Критерії якості відремонтованих техніки.
27. Теоретичні засади розрахунку техніко-економічних показників ремонтних і сервісних підприємств.
28. Організація надання сервісних і ремонтних послуг з виїздом на підприємства, які обслуговують техніку.

## 29. Поняття про фірмовий ремонт.

### 6. Тестові питання

“Технологічне проектування ремонтних і сервісних підприємств”

#### Питання 1

100	Вкажіть параметр виробничого процесу спеціалізованих майстерень, який означає період часу, через який кожен новий виріб виходить із ремонту.
	фронт ремонту
	тривалість технологічного циклу
100	такт ремонту
	фонд часу
	програма ремонту

#### Питання 2

100	Вкажіть параметр виробничого процесу спеціалізованих майстерень, який означає період часу, через який кожен новий виріб виходить із ремонту.
	фронт ремонту
	тривалість технологічного циклу
100	такт ремонту
	фонд часу
	програма ремонту

#### Питання 3

100	Вкажіть параметр виробничого процесу спеціалізованих майстерень, який означає кількість об'єктів, що одночасно ремонтуються.
	фонд часу
	програма ремонту
	тривалість технологічного циклу
100	фронт ремонту
	такт ремонту

#### Питання 4.

100	Вкажіть параметр виробничого процесу спеціалізованих майстерень, який означає тривалість процесу ремонту одного об'єкту.
	фонд часу
	такт ремонту
100	тривалість технологічного циклу
	програма ремонту

#### Питання 5.

100	Який основний метод визначення площі ділянок майстерні ?
	графічний;
100	розрахунковий по площі обладнання і перехідних коефіцієнтах;

	розрахунковий по питомій площі на одного робітника;
	розрахунковий по питомій площі на одиницю обладнання

Питання 6.

100	Що таке такт ремонтного виробництва ?
100	період часу, через який з ремонту виходить черговий об'єкт;
	кількість машин, що одночасно ремонтуються;
	тривалість робочої зміни;
	період часу протягом якого ремонтується одна машина

Питання 7.

100	Що таке фронт ремонту машин в ремонтній майстерні ?
	період часу між двома черговими заходами машин в ремонт;
100	кількість машин, що одночасно перебуває в ремонті;
	період часу, протягом якого ведеться ремонт машин;
	довжина розбирально-збирального відділення майстерні

Питання 8.

100	Що таке тривалість технологічного циклу ремонту об'єкту?
	період перебування об'єкту в ремонтній майстерні;
100	період, протягом якого об'єкт може піддаватися ремонту;
	період часу від початку першої операції до завершення останньої операції ремонту об'єкту;
	. тривалість робочої зміни.

Питання 9.

100	Сукупність взаємопов'язаних людей і знарядь виробництва, необхідних на даному підприємстві для здійснення ремонту машин, обладнання та іншої техніки це:
	технологічний процес виготовлення
	технологічний процес ремонту
	технологічний процес миття
100	виробничий процес ремонту

Питання 10

100	Організація ремонтного виробництва, при якій всі придатні і відновлені деталі розібраних машин (агрегатів), що поступили в ремонт, при складанні встановлюють на будь-яку машину є:
	бригадний метод ремонту.
100	знеосіблений ремонт.
	незнеосіблений ремонт.
	потоківий метод ремонту.

Питання 11.

100	Вказати, які з наведених процесів властиві тільки ремонтному виробництву.	
	Приймання в ремонт	6. Фарбування
100	Дефектування деталей	7 Розбирання агрегатів, вузлів
	Очищення деталей	8 Очищення машини
	Обкатування	9 Складання машини
50	Розбирання машини на агрегати і вузли	10 Комплектування деталей 11. Складання агрегатів, вузлів

Питання 12.

100	Зміст агрегатного методу ремонту полягає:
100	А – в заміні несправних агрегатів на нові, або відремонтовані;
	Б – в ремонті несправного агрегату в спеціалізованій майстерні;
	В – в ремонті несправного агрегату в ЦРМ;
	Г – в ремонті несправного агрегату на спеціальній дільниці

Питання 13.

100	В чім полягає зміст незнеосібленого ремонту ?
	деталі і агрегати можуть ставитись на будь-яку машину;
	деталі і спрження зберігають приналежність до агрегатів і машин;
	агрегати і вузли після ремонту ставляться на будь-яку машину;
100	деталі і складальні одиниці немає значення на яку машину ставити.

Питання 14.

100	Виробничий процес ремонту включає:
100	Всі технологічні, транспортні, контрольні та допоміжні
	Всі технологічні, транспортні та допоміжні
	Приймання в ремонт, розбирання та збирання
	Випробування, видачу із ремонту, миття та очищення

Питання 15.

75	Технологічний процес ремонту машин включає:
100	Приймання в ремонт
	Транспортування запасних частин
	Облік потреби в запасних частинах при ремонті і ТО
	Розрахунок обсягів ремонтних робіт
	Нанесення захисних покриттів при сезонному зберіганні

Питання 16.

100	Стандартизація і уніфікація об'єктів ремонту це:
100	Насиченість об'єкта стандартними, уніфікованими оригінальними патентами
	Пристосованість конструкції до її виготовлення
	Раціональність форми, цілісність композиції і виробничого виконання
	Стан об'єкта, при якому він відповідає всім вимогам, що встановлені нормативно-технічною документацією
	Стандартизація і уніфікація об'єктів ремонту це:

Питання 17

100	Призначення об'єктів ремонту
	Пристосованість конструкції до її виготовлення і експлуатації; транспортабельності - пристосованості об'єкту для транспортування
100	Виконувати основні функції; надійності - зберігати і відновлювати роботоздатність в процесі експлуатації !!!
	Безпечність використання
	Призначення об'єктів ремонту

Питання 18.

100	Головним завданням контролю є:
100	Запобігти випуск продукції, яка не відповідає вимогам нормативно-технічної документації
	Зібрати інформацію про надходження деталей на контроль
	Розробити карти контролю маршрутні
	Провести інструктаж із застосування засобами контролю
	Провести переексплуатаційне діагностування

Питання 19.

100	Контроль за якістю ремонту за часом проведення
	суцільний
100	періодичний
	приймальний
	операційний
	вибірковий

Питання 20.

100	Контроль за якістю ремонту за мірою обхвату
100	суцільний
	періодичний
	приймальний
	операційний
	вибірковий

### Питання 21

75	Другий рівень ремонтно-обслуговуючих підприємств це:
	підприємства господарств, фірм та колективів
100	районні ремонтно-обслуговуючі підприємства
	філії районних сервісних центрів
	спеціалізовані ремонтно-обслуговуючі підприємства
	ремонтні заводи

### Питання 22

75	Перший рівень ремонтно-обслуговуючих підприємств це:
	філії районних сервісних центрів
	спеціалізовані ремонтно-обслуговуючі підприємства
	ремонтні заводи
100	підприємства господарств, фірм та колективів

### Питання 23

75	Третій рівень ремонтно-обслуговуючих підприємств це:
	філії районних сервісних центрів
50	спеціалізовані ремонтно-обслуговуючі підприємства
50	ремонтні заводи
	підприємства господарств, фірм та колективів

### Питання 24

75	Принцип ритмічності роботи ремонтного підприємства це:
	відсутність перерв у виробничому процесі
100	виконання взаємопов'язаних виробничими підрозділами за рівні проміжки часу однакові обсяги роботи
	одночасне виконання окремих частин виробничого процесу
	характеризує поточне і автоматизоване виробництво

### Питання 25

	Принцип синхронності роботи ремонтного підприємства це:
	відсутність перерв у виробничому процесі
	виконання взаємопов'язаних виробничими підрозділами за рівні проміжки часу однакові обсяги роботи
	одночасне виконання окремих частин виробничого процесу
100	характеризує поточне і автоматизоване виробництво
	відсутність перерв у виробничому процесі



Питання 26

75	Принцип неперивності роботи ремонтного підприємства це:	
100	відсутність перерв у виробничому процесі	
	виконання взаємопов'язаних виробничими підрозділами за рівні проміжки часу однакові обсяги роботи	
	одночасне виконання окремих частин виробничого процесу	
	характеризує поточне і автоматизоване виробництво	
	відсутність перерв у виробничому процесі	

Питання 27

75	Такт ремонту визначають за формулою:
	$\mu = \alpha \cdot 4P$
	$\gamma = T \cdot K_{\text{пр}} \cdot 2M_p$
	$f_p = t \cdot \tau$
100	$\tau = \Phi \cdot N$
	$P = T \cdot \Phi$

Питання 28

	Фронт ремонту визначають за формулою:
	$\mu = \alpha \cdot 4P$
	$\gamma = T \cdot K_{\text{пр}} \cdot 2M_p$
100	$f_p = t \cdot \tau$
	$\tau = \Phi \cdot N$
	$P = T \cdot \Phi$

Питання 29

75	Число умовних ремонтів визначають за формулою:
	$P = T \cdot \Phi$
100	$N = \sum T_p \cdot 300k_y$
	$f_p = t \cdot \tau$
	$R = T \cdot k_z \cdot n_y \cdot N_y$
	$\gamma = 100t \cdot \alpha \cdot k_r$

Питання 30

75	Дійсний фонд часу обладнання визначають за формулою:
	$N = \sum T_p \cdot 300k_y$
	$P_{\text{я}} = T \cdot \Phi_{\text{ор}}$
	$\Phi_{\text{до}} = \Phi_{\text{н}} \cdot \eta_0$
	$\Phi_{\text{н}} = \Phi_{\text{до}} \cdot \alpha_p$
	$\Phi_{\text{до}} = \Phi_{\text{н}} \cdot \alpha_p \cdot T_{\text{кр}}$

## **7. Методи навчання.**

Метод навчання — це взаємопов'язана діяльність викладача та студентів, спрямована на засвоєння системи знань, набуття умінь і навичок, їх виховання і загальний розвиток.

У вузькому значенні методи навчання використовуються наступні: 1) *пояснювально-ілюстративний* - викладач організує сприймання та усвідомлення студентами інформації, а вони в свою чергу здійснюють сприймання, осмислення і запам'ятовування її; 2) *репродуктивний* - викладач дає завдання, у процесі виконання якого учні здобувають уміння застосовувати знання за зразком; 3) *проблемного виконання* - викладач формулює проблему і вирішує її, тим часом студенти стежать за ходом творчого пошуку; 4) *частково-пошуковий* - викладач формулює проблему, поетапне вирішення якої здійснюють студенти під його керівництвом (при цьому відбувається поєднання репродуктивної та творчої діяльності); 5) *дослідницький* - викладач ставить перед студентами проблему, і ті вирішують її самостійно, висуваючи ідеї.

*Лекція* — інформативно-доказовий виклад великого за обсягом, складного за логічною побудовою навчального матеріалу.

Метод лекції передбачає ознайомлення студентів з її планом, що допомагає стежити за послідовністю викладу матеріалу. Важливо навчити студентів конспектувати зміст лекції, виділяючи в ній головне. Це розвиває пам'ять, сприйняття, волю, вміння слухати, увагу, культуру мови.

До методів навчання належать: ілюстрування, демонстрування, самостійне спостереження.

*Метод ілюстрування* — оснащення ілюстраціями статичної наочності, плакатів, малюнків, картин, карт, схем та ін.

*Метод демонстрування* — показ рухомих засобів наочності, приладів, дослідів, технічних установок тощо. У різних випадках студентам показують різноманітні об'єкти — реальних предметів (безпосередня наочність) та їх зображень. Використовують для безпосереднього пізнання дійсності, поглиблення

знань, формування вмінь і навичок. До них належать: вправи, лабораторні, практичні, графічні й дослідні роботи.

Ефективність використання методів навчання в сучасному ВНЗ значною мірою обумовлене наявністю матеріально-технічних засобів.

*Технічні засоби навчання* — обладнання й апаратура, що застосовуються в навчальному процесі з метою підвищення його ефективності (транспоранти, діапозитиви, діафільми, дидактичні матеріали).

## **8. Форми контролю:**

- контрольна робота;
- модульна контрольна робота;
- залік;
- **екзамен.**

Контроль знань і умінь студентів (поточний і підсумковий) з дисципліни здійснюють згідно з кредитно-модульною системою організації навчального процесу. Рейтинг студента із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою. Він складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

Критерії оцінки рівня знань на лабораторних, семінарських та практичних заняттях. На лабораторних заняттях кожен студент з кожної теми виконує 11 індивідуальні завдання.

Рівень знань оцінюється: “відмінно” – студент дає вичерпні, обґрунтовані, теоретично і практично вірні відповіді не менш ніж на 90% запитань, рішення задач та лабораторні вправи вірні, демонструє знання підручників, посібників, інструкцій, проводить узагальнення і висновки, акуратно оформляє завдання, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “добре” – коли студент володіє знаннями матеріалу, але допускає незначні помилки у формуванні термінів, категорій і розрахунків, проте за допомогою викладача швидко орієнтується і знаходить правильні відповіді, був присутній на лекціях, має конспект лекцій чи реферати з основних тем курсу; “задовільно” –

коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 60% питань, або на всі запитання дає недостатньо обгрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки, які виправляє за допомогою викладача. При цьому враховується наявність конспекту за темою завдань та самостійність; “незадовільно з можливістю повторного складання” – коли студент дає правильну відповідь не менше ніж на 35% питань, або на всі запитання дає необгрунтовані, невичерпні відповіді, допускає грубі помилки. Має неповний конспект лекцій.

Підсумкова (загальна оцінка) курсу навчальної дисципліни. Є сумою рейтингових оцінок (балів), одержаних за окремі оцінювані форми навчальної діяльності: поточне та підсумкове тестування рівня засвоєності теоретичного матеріалу під час аудиторних занять та самостійної роботи (модульний контроль); оцінка (бали) за виконання лабораторних досліджень. Підсумкова оцінка виставляється після повного вивчення навчальної дисципліни, яка виводиться як сума проміжних оцінок за змістовні модулі. Остаточна оцінка рівня знань складається з рейтингу з навчальної роботи, для оцінювання якої призначається 70 балів, і рейтингу з атестації (екзамену) – 30 балів.

**9. Розподіл балів, які отримують студенти.** Оцінювання студента відбувається згідно положенням «Про екзамени та заліки у НУБіП України» від 27.12.2020 р. протокол № 5 з табл. 1.

<b><i>Політика щодо дедлайнів та перескладання:</i></b>	Студент повинен здавати роботи в визначені викладачем терміни. Роботи, що здаються з порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
<b><i>Політика щодо академічної доброчесності:</i></b>	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т. ч. із використанням мобільних девайсів). Курсові роботи, реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу
<b><i>Політика щодо відвідування:</i></b>	Студент зобов'язаний щодня відвідувати заняття всіх видів відповідно до встановленого розкладу, не запізнюватися, мати відповідний зовнішній вигляд. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання

	може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)
--	---

### ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТІВ

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання екзаменів заліків	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

Для визначення рейтингу студента (слухача) із засвоєння дисципліни РДИС (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу студента (слухача) з навчальної роботи РНР (до 70 балів):  $R_{ДИС} = R_{НР} + R_{АТ}$ .

#### 10. Методичне забезпечення:

- підручники та посібники;
- методичні вказівки для виконання лабораторних робіт;
- стенди, плакати;
- обладнання та різні пристосування.

Назва	Кількість
<b>Методичні вказівки</b>	
1. Відновлення працездатності деталей машин механічною обробкою	100
2. Відновлення працездатності деталей машин методами зварювання, наплавлювання	100
3. Відновлення працездатності деталей машин методами нанесення гальванічних покриттів	100
4. Ремонт і випробування агрегатів і вузлів автотракторного електрообладнання	100
5. Розрахунок річного обсягу ремонтно-обслуговуючих робіт	100
6. Балансування після ремонту	100
7. Розробка технологічного процесу розбирання – складання типового вузла	100
8. Підбір та комплектування деталей за розмірними групами при ремонті	100
9. Розробка ремонтного креслення (рукопис)	10

1. Пакет контрольних тестових карток (50 штук) за темою: „Проектування технологічних процесів”.
2. Пакет контроль карток (25 шт.) по темі: ” Проектування технологічних процесів Відновлення працездатності деталей машин ”
3. Пакет контрольних карток (25 шт.) по темі „Проектування технологічних процесів Ремонт типових вузлів та агрегатів машин ”
4. Пакет завдань для тестового контролю знань за модулями (30 шт.)
5. Пакет задач з теми:„ Проектування технологічних процесів, технічне обслуговування машин у рослинництві ” (30 шт.)

## 11. Література

- основна
- додаткова
- інтернет джерела

### Основна література

Перелік наочних та інших посібників, методичних вказівок з вивчення дисципліни „Проектування технологічних процесів”

<b>Підручники</b>	
4.1. Карабиньош С.С. Дефекты. Повреждения деталей. Методы их определения.- Германия, Книга, Ламберт, 2013.– 89 с.	10
4.2. Карабиньош С.С., Зужило З.В. Ремонт машин и оборудования. - Германия, Саабрюкен, Ламберт, 2014.- 149 с	20
4.3. Ремонт машин /О.І.Сідашенко, О.Н.Науменко, А.Я. Поліський та ін.; За ред. О.І.Сідашенка – К.: Урожай, 2014.- 600 с.	
4.4. Ремонт машин / Н.Ф.Тельнов та ін.: За ред. Н.Ф. Тельнова. – М.: Агропромиздат, 1992. – 364 с.	
4.5. Ремонт сільськогосподарської техніки. Довідник. За ред. О.І. Сідашенка. О.А.Науменка. - К.: Урожай, 1992. – 340 с.	
4.6 А.П.Смелов и др. Курсовое и дипломное проектирование по ремонту машин - М.: Агропромиздат. 1991. – 274 с.	
4.7. Ремонт дизельних двигунів. Довідник. За редакцією Єрмолова Л.С. –К.: Урожай, 1991. – 286 с.	
4.8. Практикум по ремонту машин / О.І. Сідашенко. О.А.Науменко.; За ред. О.І. Сідашенка - Харків.: Прапор, 1992. – 380 с	
4.9. Техническое обслуживание, ремонт и хранение автотракторных средств – К: Вища школа, 1992 - в 3 книгах.	
4.10. Молодык Н.В., Зепкин А.С. Восстановление деталей машин. Справочник -М.:Машиностроение, 1989. – 280 с.	
4.11. Авдеев М.А. и др. Технология ремонта машин и оборудования - М.: Агропромиздат, 1986. – 460 с.	
<b>Стандарти</b>	

5.1. ДСТУ2500-94	
5.2. ДСТУ 1.5-93	
5.3. ГОСТ 25346-82	
5.4. ГОСТ 25347-82	
5.5. ГОСТ 12.2061-81	
5.6. ГОСТ 12.2003-91	
5.7. ГОСТ 166-89	
5.8. ГОСТ 27674-88	
5.9.ГОСТ 23.204	
5.10.ГОСТ 2.309- 88	

### Интернет джерела

<https://search.ukr.net/?q=%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B8%D0%B5%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81%D1%8B>

<http://faculty3.khai.edu/ru/site/avtomatizirovannoe-upra.html>

[http://ac.opu.ua/speciality/kompjuterno\\_integrovani\\_tehnologichni\\_procesy\\_i\\_vyrobny\\_ctva/](http://ac.opu.ua/speciality/kompjuterno_integrovani_tehnologichni_procesy_i_vyrobny_ctva/)

[http://uchebnikionline.com/informatika/informatsiyi\\_tehnologiyi\\_ta\\_modelyuvannya\\_biznes-protseviv\\_-\\_tomashevskiy\\_om/struktura\\_informatsiyoi\\_tehnologiyi\\_dek](http://uchebnikionline.com/informatika/informatsiyi_tehnologiyi_ta_modelyuvannya_biznes-protseviv_-_tomashevskiy_om/struktura_informatsiyoi_tehnologiyi_dek)

# **КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ**

**з дисципліни «Проектування технологічних процесів  
та підприємств технічного сервісу»**

для підготовки фахівців за спеціальністю: 133 – Галузеве машинобудування  
спеціалізація «Технічний сервіс машин та обладнання сільськогосподарського  
виробництва»



## Лекція 1

### Ремонт, як наука про відновлення працездатності сільськогосподарських машин і обладнання

#### Питання

1. *Вступ до дисципліни. Основні поняття і визначення.*
2. *Історичний огляд розвитку науки про ремонт машин.*
3. *Структура ремонтної бази АПК України*

#### 1. Вступ до дисципліни. Основні поняття і визначення

Складність ситуації в аграрному секторі нашої країни носить характер невідповідності запитів на техніку з можливостями вітчизняного сільськогосподарського машинобудування. Основними машинами аграрний сектор забезпечений лише на 45 – 65 %, з яких більше 90 % відпрацювало свій ресурс. Відмічається суттєвий ріст купівлі техніки імпортного виробництва. Порівняння з 2010 роком тракторів на 76,84 %; зернозбиральних комбайнів на 55,6%; самохідних кормозбиральних машин і комбайнів на 52,9 % та ін. В останні роки, почала розвиватись небезпечна тенденція зменшення парку машин та обладнання, які використовуються в сільському господарстві України. Знижується відповідно і рівень їх оновлення, а значна кількість машин перевищила нормативний термін своєї експлуатації. Все ширше практикується придбання потриманих машин за кордоном, які потребують проведення діагностування із встановленням їх залишкового ресурсу.

Вихід один – потрібно підтримувати в працездатному стані стару техніку, тобто організовувати ремонтне виробництво на належному рівні.

Ремонтно-обслуговуюча база (РОБ) України здатна виконувати обсяги ремонтних робіт, що складають близько 2,7 млн. умовних ремонтів (один умовний ремонт – 300 люд.-годин). Здавалося б є всі підстави для підтримання наявної сільськогосподарських техніки в працездатному стані, але в зв'язку з низькою платоспроможністю сільськогосподарських товаровиробників, спеціальна ремонтна база використовується не ефективно. Необхідні певні заходи з боку держави для вирішення цих проблем на належному рівні: це і законодавча база, цінова політика, а саме головне – освоєння нових сучасних ресурсощадних технологій в ремонтному виробництві – завдяки цьому зменшення вартості ремонтних робіт, підвищення якості ремонту та надійності відремонтованої техніки.

В наш час пройшли корінні зміни в агропромисловому комплексі нашої країни. Якщо ще декілька років назад ставилось завдання про укрупнення матеріальної бази ремонтно-обслуговуючого виробництва, підвищення рівня спеціалізації ремонтних робіт по виду машинного агрегату а то і деталей. Велика увага уділялася питанням відновлення деталей, створювалися спеціалізовані лінії, а то й підприємства.

Зараз почали уділяти більшу увагу не глибокій спеціалізації, а підготовці техніки до експлуатації. для цього важливу роль має текучий ремонт тракторів, автомобілів, комбайнів та сільськогосподарських машин, який виконують в майстернях аграрних підприємств. На цих підприємствах проводять ремонт та ТО. В основному зараз переходять на агрегатну форму ремонту машин. коли доставка всієї машини на ремонтне підприємство не супроводжується великими матеріальними затратами.

Ремонт - це комплекс робіт для підтримання та відновлення працездатності машин.

Об'єктом вивчення науки про ремонт є сільськогосподарська машина, трактор і автомобіль

Предметом науки про ремонт є вивчення закономірностей зміни показників якості машин та пристосованості їх конструкцій до знаходження, усунення дефектів і пошкоджень.

Мета науки про ремонт машин - розробити методи, що забезпечують найбільш повне відновлення властивостей машини на протязі заданого періоду часу із мінімальними (оптимальними) затратами матеріальних і трудових ресурсів.

Створивши машину, людина в міру своїх сил та можливостей прагне покращити її. Та як відомо в процесі експлуатації машини на неї діють різні види будемо називати енергій (це чисто механічна, теплова, електромагнітна, хімічна та ін.). Це внутрішня дія газів, які згорають в циліндрах, опір тертя об ґрунт, атмосферна дія і т.д. Машина та її деталі, зношуються, проходить процес фізичного старіння. одночасно із цим прогрес у техніці не може стояти на одному місці. Машини покращуються, доводиться їх конструкція, усуваються дефекти конструювання, покращуються матеріали, із яких виготовляють деталі, таким чином машина морально старіє, проходить процес заміни морально старих машин на нового типу машини.

В результаті експлуатації в різних кліматичних, дорожніх, польових та інших умовах на сільськогосподарську техніку діють як постійні, а також випадкові явища. Часом машини виходять із ладу. Ось чому для підтримання їх працездатності, безвідмовності і служить наука про ремонт.

В науці про ремонт машин і обладнання широко використовуються теорії ймовірності і масового обслуговування, фізики твердого тіла, фізико-хімічна механіка, теорії тертя і зношування, динаміки і міцності машин, теорія симетрії, математичні методи, теорії технологічних процесів та організації виробництва машин.

На їх основі наука про ремонт машин розробляє тільки її сутні методи технологію і організацію ремонтного виробництва.

В свою чергу ремонт служить основою для розвитку інших наук таких, як дизайн і проектування, виробництва та експлуатації машин та ін.

## **2. Історичний огляд розвитку науки про ремонт машин**

Із проблемою ремонту людина зіткнулась ще на першій стадії розвитку, коли в боротьбі за виживання почала використовувати різні (частіше всього примітивні) знаряддя та зброю. Актуальність цієї проблеми з часом виросла за мірою поступального розвитку людського суспільстві сфери виробництва. Не володіючи науковими основами забезпечення високої якості, надійності виробів пробували забезпечити головним чином за рахунок сурових, а інколи і крайніх мір до їх виробників.

Відомо, що в давньому Єгипті (майже 4 тис. років тому) було прийнято закон, за яким архітектора страчували, якщо дім, побудований ним руйнувався, а господар цього дому загинув. Якщо гинули не тільки господар, а й члени його сім'ї, то страчували і членів його сім'ї і його самого.

Історія зберегла аналогічні укази Петра I, за допомогою яких він пробував забезпечити високу надійність зброї в армії із застосуванням тілесних тортур та штрафів їх виготовлювачів.

Але забезпечити якість виготовлюваних виробів із всезростаючими масштабами тільки за рахунок крайніх мір ставало все важче і важче. Ось чому людина почала звертатися за допомогою до науки. Треба сказати, що основним видом пошкодження елементів машин, являється зношування, тісно пов'язане із тертям та мащенням.

Перші відомості про тертя та зношування вже були відомі із праць давніх мислителів Рима та Греції. Так Лукрецій Кар в трактаті "Про природу речей", - писав, що "... річ від стирання стає меншою і з часом виходить з ладу". В різні часи вивченням причин тертя займались видатні природознавці - Арістотель, Леонардо да Вінчі, Галілей та інші.

В 1699 році французький вчений Гільом Амонтон сформулював закон тертя, який пізніше удосконалив його співвітчизник Шарль Кулон. Великий вклад в розвиток науки про тертя внесли російські вчені - М.Ломоносов і Леонард Ейлер. Ломоносов розробив і виготовив спеціальну машину для випробовування різних матеріалів на стійкість до зношування, особливо „металлов долгим стиранием”. Ейлер розробив вчення про силу тертя.

Із розвитком сільськогосподарського виробництва людина почала думати не тільки про те як зробити машини надійними, але й пристосованими до ремонтних робіт. Професор Московського університету І.М.Сомов у книзі „Про земельні знаряддя” обґрунтував необхідність їх створення із врахуванням „быстрой починкой”.

Великий вклад в розвиток ремонтного виробництва внесли російські вчені Н.І.Бернардос, Н.Г.Славянов - винахідники електродугового зварювання, Б.Е.Якобі - основоположник гальванічного способу осадження металів.

Російськими вченими проф. П.П.Петровим, Н.С.Жуковським та Н.Н.Мерцаловим була розроблена гідродинамічна теорія мащення. В 1918 році інженером Н.М.Хлебніковим були опубліковані теоретичні основи організації ремонту. Після революції в складі МТС були створенні ремонтні майстерні, а в 1929 році у Москві був побудований перший ремонтний завод.

При розвитку механізації сільськогосподарського виробництва вирішення проблем надійності і ремонту техніки на науковій основі стало об'єктивною необхідністю.

За ініціативою проф. Д.Н.Дьякова в Ленінградському політехнічному і Московському Ломоносівському інститутах організовані перші факультети індустріального землеробства в 1923 - 1924 роках. Пізніше такі факультети створено в Горьківському університеті, Воронежському сільськогосподарському і Донському політехнічному інститутах. В кінці 20-х років починають функціонувати Київський і Харківський інститути механізації і електрифікації сільського господарства

Створюється сітка науково - дослідних інститутів з розробки перспективних типів автомобілів(НАМІ), сільськогосподарських машин (ВИСХОМ), механізації сільського господарства (ВІМ), а також машиновипробувальних станцій. У 1930р. в складі ВСІМ організовано групу, а потім лабораторії з ремонту сільськогосподарських машин, на яку було покладено обов'язки з розробки науково-обґрунтованих рекомендацій із технічного обслуговування і ремонту машин.

У сільськогосподарських вузах на факультетах механізації створюються кафедри ремонту машин, такі як МІМЕСГ, ЛСГУ, ЧІМЕСХ,(зав. кафедр. проф. Крамаров В.С., В.І. Казарцев, І.А. Гольдберг, П.І. Гарилов).

Головним досягненням спеціалістів в області ремонту і технічного обслуговування в цей час було створення і впровадження у виробництво планово-попереджувальної системи технічного обслуговування і ремонту машин, а також роботи виконані з обґрунтування структури ремонтної бази в сільському господарстві.

Досягнення ремонтників знайшли відображення в книзі „Ремонт машин” написаній В.І. Казарцевим у 1939р. Вона признана на Всесоюзному конкурсі кращою.

У воєнний час створені і успішно функціонували бази для ремонту танків, літаків, гармат та іншої військової техніки. Відновлення їх боєздатності забезпечувалося головним чином в розміщенні діючих фронтів.

На початку 50-х років розроблено загальна теорія надійності машин (акад. А.Берг), виконано великий обсяг робіт з підвищення стійкості до зношування машин (проф. М.М.Хрущев, проф. І.В. Крагельський, Б.І.Костецький та ін), технології і організації, ремонту ( проф. В.С.Крамаров, В.І.Казарцев, В.В.Єфремов, акад. А.І.Селіванов, проф. Ульман І.Е., І.С. Левитський, акад. П.Н. Петров).

Значний вклад на розвиток ремонтного виробництва в сільському господарстві. внесли роботи акад. Е.О.Патона, автора автоматизованих способів зварювання і наплавлювання, проф. Б.Р.Лазаренко і І.І.Гусева, проф. В.П.Вологодина - авторів електричних способів обробки металів.

У 1956 році було створено спеціальний інститут з розробки технологій технічного обслуговування і ремонту машин ( ГОСНИТИ, Москва). Пізніше відривають філіали на Україні, Білорусії, Казахстані, Узбекистані та Сибіру. За короткий період ГОСНИТИ стає могутнім і ведучим науково-дослідним центром, координуючим роботи з ремонту машин в сільському господарстві. Створюється сітка Державних спеціалізованих конструкторських бюро, які забезпечують розробку системи ремонту і ТО перспективних сільськогосподарських машин на основі результатів НТР і досягнень в області ремонту. За короткий проміжок часу, доремонтний ресурс тракторів в сільському господарстві. підвищився із 2 до 7 тис. мото-годин. У ГОСНИТИ виконується великий обсяг науково-дослідних робіт із забезпечення ремонту машин з підвищеним міжремонтним ресурсом (не нижче ніж 80 % від рівня нових), централізованому

відновленню деталей, технічному діагностуванню машин, обґрунтуванню генеральної схеми розвитку ремонтної бази сільського господарства та ін.

У сільському господарстві були створені спеціалізовані науково-дослідні інститути для випробовування сільськогосподарських машин „Куб НИНТИМ” обладнання механізації тваринницьких ферм (ВНИИТИМЖ), а також відновлення зношених деталей (ВНДІВСД).

Великі успіхи в забезпеченні високого рівня надійності техніки досягнуто в Японії, де це питання введено в ранг національної політики. Управління надійності в Японії характеризується широкою участю не тільки вчених і керівництва фірм, але й рядових виконувачів, а звідси і результати у вирішенні економічних, політичних і соціальних задач.

### 3. Структура ремонтної бази АПК України

В сучасних умовах, багато уваги приділяють питанням як же правильно організувати справу ремонту. З одного боку створено цілу сітку відособлених ремонтних підприємств, інститутів, лабораторій, дослідницьких груп, які займалися питаннями ремонту так би мовити в стратегічному напрямку, коли методи, підходи та способи також нав'язувались всім класам машин як універсальні. Тільки частково вироблялися підходи до певної машини. Треба відмітити, ремонтна справа була уособлена штучно від справи виробника. Схема структури ремонтно-обслуговуючої бази на основі фірмових технічних центрів приведено на Рис.1.

#### Фірмові технічні центри

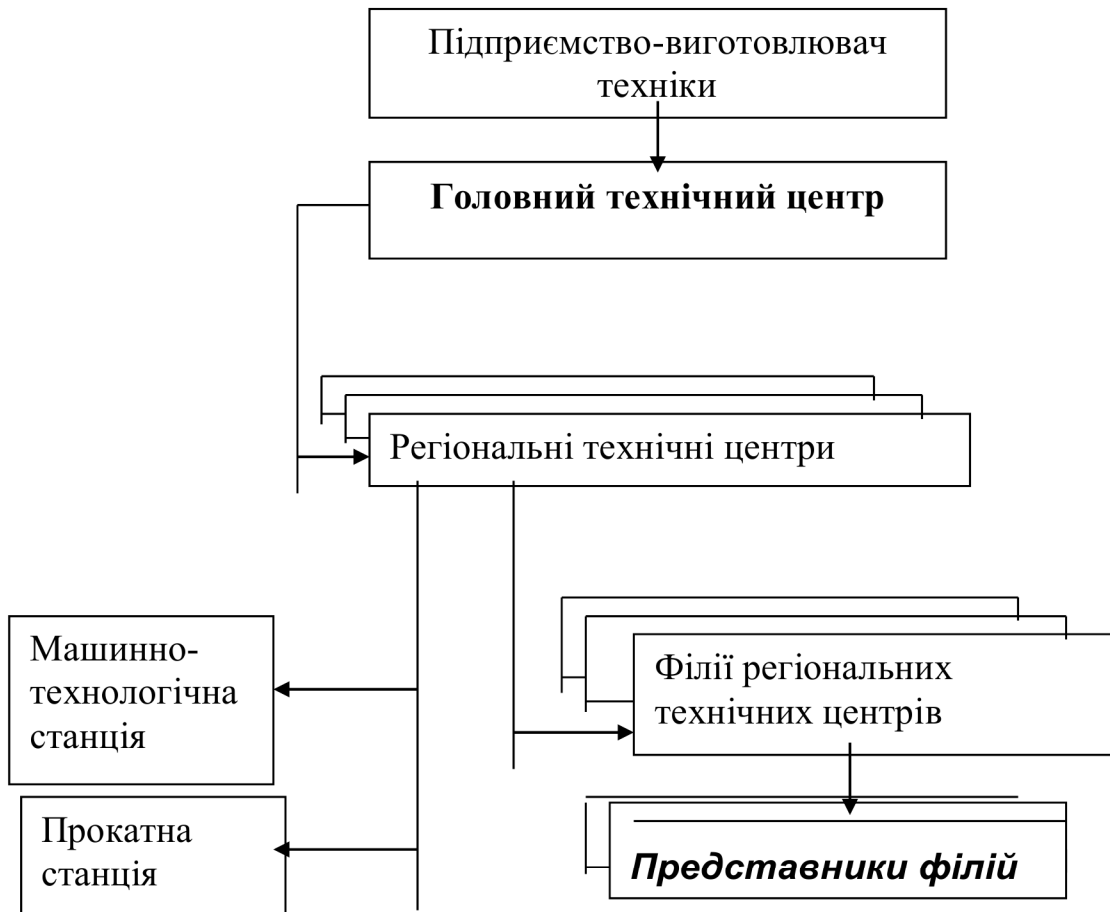


Рис. 1.

Як показує досвід із світової практики, такий підхід не завжди дає можливість отримати оптимальний результат. На сьогодні признано, що кращим видом організації ремонтної справи є фірмовий ремонт. При такій організації фірма створює на одному вибраному місці для певного регіону центр.

В цей центр входить дилерське підприємства з продажу нових машин та запасних частин до нових, підприємство по технічному обслуговуванню, яке виконує всі операції по підтриманні техніки в належному стані працездатності та виконує операції агрегатного типу

ремонту по заміні агрегатів, які вийшли із ладу та відправки їх на головне підприємство, що їх виготовляє. Всі операції з ремонту складних вузлів та агрегатів виконуються на спеціалізованих підприємствах фірми. Поставки машин (відносно) дилерським підприємствам здійснюються централізовано з фірм. Такий вид технічного обслуговування та ремонту дозволяє проводити операції швидко, якісно і надійно. За надійність відремонтованої техніки несе відповідальність не тільки місцеве дилерське підприємство, а й ті, що виготовляють машини.

Функції регіональних технічних центрів: маркетинг; передпродажний сервіс; торгівля машинами та запасними частинами; матеріалами обслуговування та усунення несправностей в гарантійний період; технічне обслуговування і ремонт техніки в післягарантійний період; закупка, ремонт, продаж потриманої техніки, утилізація списаної техніки; ремонт вузлів, агрегатів, відновлення деталей по кооперації з спецремпідприємствами та рем заводами; лізинг техніки, підготовка та перепідготовка кадрів з експлуатації, ТО та ремонт техніки.

Реалізація вказаних прогнозів дозволить створити в Україні розгалужену конкурентоспроможну мережу підприємств та служб для підтримання роботи здатного стану техніки на належному рівні.

## Лекція 2

### Організація і технологія ремонту автотракторних двигунів та їх деталей

**Анотація** В лекції наводяться основи організації і технології ремонту автотракторних двигунів та відновлення їх деталей, особливості технологічних процесів відновлення

#### План лекції

1. Автотракторні двигуни як найбільш складні і відповідальні агрегати машин. Несправності двигунів, види ремонтів, місця проведення ремонтів.
2. Технологія відновлення блоків циліндрів, гільз циліндрів, головок блоків, та ін. складових частин.
3. Показники якості відновлених деталей та шляхи їх забезпечення.

#### 1. Організація ремонту автотракторних двигунів.

Автотракторні і комбайнові двигуни внутрішнього згорання є найбільш відповідальними і найменш надійними агрегатами.

Поточний ремонт двигунів може виконуватися в майстерні господарства, на СТОТ, в МЗП, або на спеціалізованому підприємстві по ремонту відповідних машин (тракторів відповідних марок, автомобілів, комбайнів).

Капітальний ремонт проводиться на спеціалізованих ремонтних підприємствах по ремонту двигунів відповідних марок, або на спеціалізованих дільницях районних майстерень – оснащених необхідним обладнанням, документацією, кваліфікованими ІТП і робітниками.

При проведенні капітального ремонту підприємство може ремонтувати окремі складові частини двигуна по кооперації на інших підприємствах.

#### 2. Технологія ремонту автотракторних двигунів та їх деталей

##### 2.1. Ремонт блок-картерів та блоків циліндрів.

При надходженні двигунів в ремонт блоки можуть мати такі основні дефекти:

- тріщини, обломи і пробоїни;
- знос і відхилення від співвісності поверхонь отворів корінних опор;
- знос поверхонь отворів втулок розподільчих валів;
- знос поверхонь циліндрів;
- жолоблення площини під головку блока;
- пошкодження і знос різьбових отворів;

Ремонт блоків здійснюється за таким технологічним маршрутом:

- ремонт тріщин, обломів, пробоїн;
- ремонт поверхонь циліндрів;
- ремонт різьбових поверхонь;

- ремонт поверхонь отворів втулок розподільчого вала і ремонт поверхонь отворів корінних опор;
- усунення неплоскостності;

### 2.2 Ремонт гільз циліндрів.

Гільзи автотракторних двигунів виготовляються із високоякісного легованого чавуну. Більшість гільз піддається гартуванню внутрішньої поверхні до твердості 40...50HRC. Основним дефектом гільз є знос внутрішньої поверхні.

Ремонт гільз можливий двома методами – механічною обробкою до стандартизованих ремонтних розмірів, і відновленням до номінальних розмірів - при вичерпанні ремонтних розмірів.

Метод ремонтних розмірів поширений і доступний багатьом ремонтним підприємствам, оскільки вимагає наявності тільки двох верстатів – розточувального і хонінгувального. Розточування гільз, як і блоків-циліндрів виконується на вертикально-розточувальних верстатах типу 278 чи 279.

Для кріплення гільз на столі верстата виставляється і закріплюється спеціальне пристосування, в якому гільзи кріпляться механічним, або пневматичним способом.

### 2.3. Відновлення гільз циліндрів

В даний час найбільш ефективним способом відновлення гільз циліндрів є спосіб термопластичного деформування. Суть способу полягає у створенні градієнту, тобто перепаду (різниці) температур в матеріалі гільзи шляхом одночасного послідовного нагрівання та охолодження гільзи і за рахунок цього її деформування.

Нагрівання гільзи повинно виконуватися на високочастотній установці типу ЛПЗ-67В зі швидкістю 40-50 град/с до температури 750-770<sup>0</sup>С, а охолодження повинно виконуватися водою, або водносолевим розчином через спреєр по зовнішній поверхні гільзи зі швидкістю біля 250<sup>0</sup>С/сек., яка значно нижча критичної швидкості гартування.

### 2.4. Ремонт головок блоків циліндрів.

Основними дефектами головок блоків є:

- тріщини і пробоїни;
- знос різьбових отворів;
- жолоблення площини прилягання до блока циліндрів;
- знос клапанних гнізд;
- знос напрямних втулок клапанів;

Технологічний маршрут ремонту головок блоків:

- зварювання тріщин;
- ремонт різьбових поверхонь;
- фрезерування площин;
- заміна напрямних втулок;
- ремонт гнізд клапанів;

### Ремонт клапанів.

У клапанах зношується стержень - по діаметру і по торцю, і робоча фаска клапана. Основним дефектом клапанів є знос фаски. Усувається знос шліфуванням фасок до видалення слідів зносу, раковин на спеціальному верстаті СШК-3. Для цього клапан встановлюється стержнем у цангу і затискається. Граничним розміром при шліфуванні фасок є висота циліндричної частини тарілки клапана (від 0,5 мм і більше для клапанів різних двигунів).

На верстаті СШК-3 шліфуються і торці стержнів клапанів. При граничному зносі стержнів по діаметру (0,04...0,06 мм) клапани, як правило, вибраковуюються.

На спеціалізованих ремонтних підприємствах стержні клапанів можуть відновлюватися електrolітичним хромуванням.

### Притирання клапанів до гнізд.

Для забезпечення герметичності камери згорання двигунів, та для підвищення їх довговічності – клапани перед остаточним встановленням – засухарюванням, притирають до своїх гнізд. Притирання виконується вручну поодиноці кожного клапана, або механізовано на спеціальних верстатах, усіх, чи більшої частини клапанів, одночасно.

Для притирання застосовуються спеціальні пасти, які розмішуються із чистою моторною оливою.

Якість притирання перевіряється на підтікання гасу, залитого зі сторони стержня. Підтікання гасу протягом 3-х хвилин не допускається.

#### Ремонт колінчастих валів.

Ремонт валів проводиться за таким маршрутом:

- виявлення видимих тріщин – оглядом з допомогою лупи;
- виправлення згину вала;
- виявлення мікро тріщин;
- виконання термічних операцій – заплавлення зношених шпонкових канавок;
- ремонт (відновлення) корінних і шатунних шийок;

При наявності тріщин вали, переважно вибраковуюються.

Після виправлення вали ретельно перевіряють на відсутність мікротріщин різними способами – магнітним, акустичним, ультразвуковим, віброакустичним.

Основним методом ремонту корінних і шатунних шийок колінчастих валів є метод стандартизованих ремонтних розмірів, за яким шийки шліфуються до ближнього ремонтного розміру. Міжремонтний інтервал розмірів становить 0,25...0,50 мм.

Гранично зношені шийки валів можуть бути відновлені до номінальних розмірів механізованим наплавленням, або електродуговою металізацією. Недоліком наплавлення є значне зниження втомлювальної міцності валів. Недолік металізації – необхідність ретельного дотримання всіх умов технологічного процесу.

У зв'язку із можливим зміщенням осей шийок після шліфування – відремонтовані вали повинні динамічно балансуватися.

#### Ремонт розподільчих валів.

Розподільчі вали двигунів, як і колінчасті, виготовляються із легованих вуглецевих сталей, або ковкого чавуну. Опорні шийки валів і кулачки гартуються струмами високої частоти на глибину 1,5...2,0 мм.

Основними дефектами розподільчих валів є згин, та знос кулачків і опорних шийок. Згин виправляється на гідравлічному, або механічному пресі подвійним виправлянням в холодному стані.

#### Комплектування і складання шатунно-поршневої групи.

Комплектування шатунно-поршневої групи полягає у підборі спрягаємих деталей за розмірами та масою. Пояснюється це необхідністю забезпечення однакових зазорів і натягів, та однакової маси у спряженнях, які є ресурсовизначальними у двигунах, які переміщуються з високими швидкостями і працюють у важких умовах – при великих циклічних навантаженнях і високих температурах.

Поршневі пальці підбираються однакової розмірної групи з отворами бобишок поршнів. Розмірні групи позначаються фарбою на бобишках і на торцях пальців. Розмірна група отвору втулки верхньої головки шатуна також позначається фарбою.

За масою підбирається комплект шатунів, а також комплект шатунів, з'єднаних з поршнем. Різниця по масі шатунів не повинна перевищувати 3...30 г залежно від марки двигуна, а різниця по комплектах не повинна перевищувати 10...50г.

#### Складання шатунно-поршневої групи.

Підібрані деталі складають наступним чином. У термічній шафі до  $t^{\circ} 80...100^{\circ}\text{C}$  нагрівають деталь, чи її частину – в яку з натягом встановлюється поршневий палець – як правило це поршень – після чого з допомогою оправок швидко вводять палець в бобишки поршня і верхню головку шатуна.

### **Питання для самоконтролю**

1. Яким видам ремонту піддаються автотракторні двигуни та де можливий їх ремонт.
2. Охарактеризувати основні дефекти та способи ремонту у блоках циліндрів.
3. Охарактеризувати основні дефекти та способи ремонту гільз циліндрів.
4. Охарактеризувати основні дефекти та способи ремонту головок блоків.
5. Охарактеризувати основні дефекти та способи ремонту колінчастих валів.
6. Які параметри повинні витримуватися при усуненні тих, чи інших дефектів.

### **Завдання для самостійної роботи**

Необхідно чітко усвідомити яким ремонтам піддаються двигуни і де вони можуть виконуватися; оволодіти основами технологій відновлення деталей двигунів, визначення режимів виконання технологічних операцій, забезпечення регламентованих показників якості

### **Лекція 3.**

#### **Організація і технологія ремонту агрегатів і вузлів трансмісії машин**

**Анотація** В лекції пояснюється об'єктивна необхідність ремонту і відновлення агрегатів і вузлів трансмісії машин, розглядаються основи організації їх ремонту, розглядається технологія ремонту базисних деталей – корпусів, валів для майстерень різних рівнів

#### **План лекції**

1. Агрегати трансмісії машин як складні і відповідальні агрегати машин. Несправності агрегатів, види ремонтів, місця проведення ремонтів.
2. Організація ремонту агрегатів трансмісії.
3. Технологічні рекомендації по поточному ремонту гідроагрегатів.
4. Відновлення деталей гідроагрегатів.

#### **Зміст лекції**

Основними деталями даних виробів, крім стандартних підшипників і манжет є корпусні деталі, вали і шестерні. У процесі роботи дані деталі зношуються і пошкоджуються. Ознаками ненормальної роботи вказаних агрегатів і вузлів є неможливість роботи за призначенням, ненормальна висока шумність роботи (через надмірні зазори в підшипниках, зачепленнях шестерень), витікання мастильних матеріалів через ущільнення, тріщини і пробоїни.

#### **Технологія ремонту корпусних деталей**

Основними дефектами корпусів є – тріщини, пробоїни, обломи; пошкодження різьбових отворів; знос основних отворів - отворів під підшипники, стакани підшипників та осі шестерень. Частота появи того, чи іншого дефекту оцінюється коефіцієнтом повторності, який визначається відношенням кількості деталей, які мають даний дефект до сумарної кількості продефектованих деталей (величини вибірки). Значення цього коефіцієнта для тріщин, пробоїн і обломів, а також для різьб може становити від 0,1 до 0,3. Коефіцієнт повторності зносу основних отворів може становити від 0,3 до 0,9 – в залежності від кількості самих отворів у корпусі.

#### **Способи усунення дефектів корпусів**

1. Тріщини, пробоїни і обломи

На даному етапі розвитку ремонтного виробництва основними способами ремонту тріщин, пробоїн і обломів в чавунних корпусах є способи холодного електродугового зварювання – напівавтоматичне зварювання дротом ПАНЧ-11 і ручне електродугове зварювання спеціальними електродами марок МНЧ-2, АНЧ-1, ОЗЧ-2 та ЦЧ-4.

Доступним для будь-яких майстерень є ручне електродугове зварювання спеціальними електродами марок МНЧ-2, АНЧ-1, ОЗЧ-2 та ЦЧ-4. Проте отримання якісного зварного шва залежить, насамперед, від кваліфікації зварювальника. Але він у значній мірі залежить і від знання особливостей даного процесу інженерним персоналом.



При зварюванні тріщин, чи пробоїн в чавунних масивних корпусах на необроблених поверхнях (по литву) можливе зварювання без розробки (але з обов'язковим зачищенням до металевого блиску) звичайними сталевими електродами марок АНО, або УОНИ способом відпалюючих валиків, тобто накладанням валиків у декілька шарів, внаслідок чого забезпечується відпалювання нижніх валиків і зменшення внутрішніх розтягуючих напружень, які, власне зумовлюють утворення тріщин у зварних з'єднаннях.

Зварювання корпусів із алюмінієвих сплавів (типу „силумін”) виконують електродами ОЗА-2 на постійному струмі зворотної полярності з попереднім підігрівом місця зварювання до 200 - 300°С. Зварені тріщини ретельно промивають теплою водою для видалення залишків солей, що входять до складу обмазок електродів.

### **Ремонт різьбових отворів**

При зриві і зносі різьби можуть бути застосовані наступні способи ремонту:

- нарізання різьби на новому місці (у привальних площинах корпусних деталей – якщо це дозволяє конструкція з'єднання);
- нарізанням різьби ремонтного розміру (більшого, або меншого з ряду розмірів різьби) якщо дозволяє конструкція з'єднання;
- відновлення різьби наплавленням, або заплавленням (внутрішніх) з наступним нарізанням нормальної різьби;
- постановкою втулок виготовлених з прокату на токарних верстатах – які вкручуються, або запресовуються у попередньо підготовлені отвори. Для запобігання зміщенню вони ставляться з прошарком клею, або додатково приварюються в декількох місцях.
- постановкою різьбових спіральних вставок (внутрішні різьби) - вкручуванням в попередньо підготовлений різьбовий отвір спеціальних різьбових вставок, виготовлених із нержавіючого дроту ромбовидного профілю. Ремонт таким способом можливий тільки при наявності комплекту вставок і інструменту ОР – 5526. До цього комплекту входять вставки різних розмірів по довжині і по діаметру, та набір свердел і мітчиків для підготовки отворів під вставку.

Закручуються вставки спеціальними пристосуваннями із комплекту ОР -5526. Після закручування технологічний поводок, призначений для закручування вставки, обламується.

### **Ремонт внутрішніх циліндричних поверхонь (отворів)**

До цього часу основним способом ремонту отворів під підшипники є постановка товстостінних цільних втулок, які виготовляються точінням зі сталних труб, або із суцільного прокату відповідного діаметру.

Найбільш ефективним способом відновлення зношених отворів є розкатування скрутних втулок. Такі втулки виготовляються скручуванням заготовок прямокутної форми, попередньо вирізаних із металевого листа. Завдяки раціональному розкрою металевого листа можна досягти, щоб відходи (обрізки) не перевищували 4...5%, тобто забезпечити майже повне використання матеріалу.

Зміст технології полягає в наступному. Зношені отвори розточуються до діаметра, який на 2,0...2,4мм більше номінального (порівняйте із 5мм попереднього способу) і в ньому нарізаються кільцеві, або гвинтові канавки (своєрідна різьба). Гвинтові канавки нарізаються з такими параметрами: кут профілю - 70° ±10°; глибина - 0,3...0,4 мм; крок - 2,0...4,0 мм.

В якості матеріалу скрутних втулок можна приймати металеві листи звичайної якості, чи леговані - марок сталь 3, сталь 08, сталь 15 та інші до сталі 50 (обмеження по твердості і пластичності). Товщина листа - 1,2...1,4мм. Можливе використання листів і більшої товщини – до 2...3мм. Проте при цьому збільшується діаметр розточування, який визначається розрахунком

$$D_p = D_n + 2 \cdot t_m - (0,3...0,6),$$

де  $D_n$  – номінальний діаметр отвору, мм;

0,3...0,6 – натяг розкатування, мм.

Розкатування втулок виконується на тих же верстатах, на яких виконується розточування – токарних, розточувальних, свердлильних та інших, відповідно оснащених.

Спосіб дозволяє відновлювати отвори будь-яких діаметрів і в будь-яких деталях. Поверхні отворів, відновлені розкатуванням скрутних втулок, володіють підвищеною у 2...3 рази, порівняно із новими чавунними, зносостійкістю за рахунок поверхневого зміцнення металу, низької шорсткості поверхонь, створеної розкатуванням ( $R_a = 0,16...0,32$  мкм проти  $R_a = 2,5...1,25$  мкм у заводських – розточених), і утворених в деталі внутрішніх залишкових напружень стискання, які є сприятливими для деталей.

Відновлення отворів можливе і деякими іншими способами. Зокрема мікронаплавкою, нанесенням шару епоксидної композиції і формуванням отвору спеціальною оправкою, місцевим залізненням, вклеюванням втулок із металевої стрічки та ін.

### **Відновлення валів**

Основними дефектами валів є знос поверхонь під підшипники, шпонкових канавок, різбових і шліцьових поверхонь. Частим дефектом, особливо на валах комбайнів і с/г машин є згин вала.

Технологічний маршрут відновлення валів передбачає послідовне виконання операцій:

- виправлення згину;
- виправлення (при наявності пошкоджень) центрових отворів;
- ручне (або напівавтоматичне) електродугове заплавлення шпонкових канавок;
- автоматичне наплавлення циліндричних і різбових поверхонь – різьб, поверхонь під підшипники, втулки, манжети та ін.;
- наплавлення шліцьових поверхонь;
- нормалізація наплавлених валів;
- точіння циліндричних і різбових поверхонь та фрезерування шпонкових пазів і шліців;
- гартування і шліфування поверхонь, що мають високу точність і твердість.

### **Способи усунення дефектів**

Зігнуті вали слід виправляти на гідравлічних пресах способом подвійного виправлення. Цей спосіб передбачає за першим прийомом виправлення вала до утворення незначного перегину (до 0,20мм); а за другим прийомом вал розвертається і виправляється до усунення утвореного перегину.

Поверхні валів під підшипники, які в спряженнях утворюють посадки з натягом, при зносі до 0,04...0,05 мм можуть бути відновлені накатуванням прямої або косої накатки на токарно – гвинторізному верстаті.

При зносі поверхонь під підшипники від 0,05 мм до 0,20 мм ефективною є електромеханічна обробка поверхонь, за якою, поверхня деталі висаджується твердосплавними пластинами при пропусканні електричного струму і вигладжується до необхідного розміру такими ж пластинами, або ж обробляється механічно – точінням та шліфуванням.

Основним способом відновлення поверхонь валів є наплавлення.

Серед способів наплавлення поверхонь валів при зносах до 1 мм найчастіше використовують наплавлення у середовищі захисних газів – вуглекислого, природного, в струмені повітря.

### **Питання для самоконтролю**

1. Яким видам ремонту піддаються агрегати трансмісій та де можливий їх ремонт.
2. Охарактеризувати основні дефекти та способи ремонту корпусів.
3. Охарактеризувати основні дефекти та способи ремонту валів.
4. Охарактеризувати основні дефекти та способи ремонту шестерень.
5. Які параметри повинні витримуватися при усуненні тих, чи інших дефектів в деталях агрегатів трансмісій.

### **Завдання для самостійної роботи**

Необхідно чітко усвідомити яким видам ремонтів піддаються агрегати трансмісій і де вони можуть виконуватися; оволодіти основами технологій відновлення деталей агрегатів трансмісій, визначення режимів виконання технологічних операцій, забезпечення регламентованих показників якості.

#### **Лекція 4.**

##### **Відновлення деталей гальванічними покриттями**

**Анотація** В лекції дається загальна характеристика методу відновлення деталей нанесенням гальванічних покриттів, особливості методу, його переваги і недоліки; залежності основних характеристик процесу; технологічний маршрут відновлення деталей, характеристика способів відновлення – залізнення і хромування, їх техніко-економічні показники, способи за місцем виконання процесів, технологічне устаткування

##### **План лекції**

1. Загальні відомості.
2. Технологічний маршрут відновлення і характеристика основних операцій.
3. Характеристика способів нанесення гальванічних покриттів.
4. Способи відновлення за місцем виконання та технологічне устаткування.

##### **Загальні відомості**

Одним із ефективних і поширених методів відновлення зношених деталей є нанесення гальванічних покриттів. Основою методу є електроліз, тобто хімічний процес, що відбувається при проходженні електричного струму через електроліт.

При пропусканні постійного електричного струму через електроліт за допомогою двох електродів, опущених у розчин, в електроліті утворюються позитивно заряджені іони (катіони) і від'ємно заряджені (аніони). Катіони (позитивно заряджені) – це іони металів і водню, а аніони – це іони металоїдів і кислотних залишків.

Гальванічні покриття мають такі переваги порівняно з деякими іншими способами:

- відсутність термічного впливу на деталь;
- можливість отримання покриттів товщиною від декількох десятків мікрометрів до 1...2 мм;
- можливість одночасного відновлення великої кількості деталей (тим більшої, чим менша їх величина), що зменшує трудомісткість і собівартість відновлення.

Технологія нанесення якісних покриттів досить складна. Однією з вимог до гальванічних покриттів є рівномірність товщини на всій поверхні виробу. Однак її отримання в достатній мірі ускладнене. Навіть на плоских катодах, розташованих на однаковій відстані від анодів, покриття формується нерівномірно по кутах і на краях товщина вища. Тим більше це має місце на виробках з виступами і заглибленнями.

Для покращення рівномірності покриття використовують такі прийоми:

- встановлюють додаткові аноди;
- встановлюють неелектропровідні екрани;
- збільшують відстань між деталями і анодами, відстаней між виступаючими і заглибленими ділянками деталей і анодами.

Якість і властивість гальванічних покриттів визначається їх структурою, тобто розміром і формою кристалів (зерен). Вона може бути крупнокристалічною і дрібнокристалічною, волокнистою, стовбчатою та ін.

##### **Технологія нанесення гальванічних покриттів**

Технологічний процес нанесення гальванічних покриттів складається із трьох груп операцій – підготовки поверхонь деталей; нанесення покриттів; обробітку нанесених покриттів.

###### **1. Підготовка деталей.**

Якісні гальванічні покриття можуть бути отримані на чистих, вільних від сторонніх домішок поверхнях деталей. Порушення технології підготовки зменшує міцність зчеплення і може привести до відшарування нанесеного покриття.

При необхідності очищення поверхонь від бруду, масел, лакових плівок використовуються різноманітні розчинники – бензин, уайт-спирит, ацетон та ін.

Для видалення слідів зносу і забезпечення шорсткості поверхонь в межах 6-го–7-го класу чистоти виконується механічний обробіток, як правило шліфуванням або зачищенням шліфувальним папером при умові рівномірного зносу.

Поверхні деталей, що не підлягають відновленню, ізолюються з допомогою ізоляторів – коробок, трубок, шайб із струмонепровідних матеріалів та з допомогою ізоляційних матеріалів – ізоляційної стрічки, тонкої гуми, целулоїду, пластизолу та ін.

Очищені і ізольовані поверхні монтують на підвіски для опускання у ванну з електролітом. Конструкція підвіски повинна забезпечувати надійний контакт з деталями та з штангою, на яку підвіска підвішується. Розрізняють групові і індивідуальні підвіски.

Після обезжирювання деталі промивають гарячою (70...80°C), а потім холодною водою. Після обезжирювання виконується травлення або декапірування – для видалення оксидних плівок і дефектного шару та активізації металу перед нанесенням покрить. Виконується травлення хімічним і електрохімічним методами.

Хімічне травлення чорних металів виконується у водних розчинах сірчаної чи соляної кислоти або в їх сумішах. Як правило використовують 15...25% розчин сірчаної або 10...20% розчин соляної кислоти. Тривалість процесу 30 хвилин і більше.

Для прискорення процесу і підвищення міцності зчеплення гальванічних покрить застосовується електрохімічне травлення. Його швидкість зростає в десятки разів, а витрата кислоти зменшується.

Для травлення чорних металів використовують розчини кислот, частіше сірчаної, і солей відповідних металів. Деталі завішують у ванну і включають в електричне коло в якості катода або анода. Більше поширене анодне травлення (пасивування).

Якість травлення оцінюється візуально – для правильно протравлених деталей характерна світло-сіра матова поверхня без блиску, темних плям і слідів травильного шламу.

#### Нанесення покрить.

В ремонтному виробництві з гальванічних покрить найбільш поширене залізніння і хромування.

Залізніння володіє хорошими техніко-економічними показниками: вихідні матеріали і аноди – дешеві і недефіцитні, високий вихід металу по струму – 85...95%, і продуктивність – швидкість осадження заліза становить 0,2...0,5 мм/год, товщина покриття 0,8...1,2 мм, можливість в широких межах регулювати властивості покрить (мікротвердість 1600...7800 МПА).

Залізніння використовується для відновлення деталей при зносах до 0,8...1,0 мм. Електроліти для залізніння можуть бути трьох типів: хлористі, сірчано-кислі і змішані (сульфатно-хлористі). Найбільш поширені хлористі електроліти.

Хромування. Гальванічним покриттям хромом властива висока твердість і зносостійкість та стійкість проти корозії. Хромуванням відновлюють поверхні з невеликими зносами, яким повинна бути забезпечена висока зносостійкість – плунжерні пари, поршневі пальці, золотникові пари та ін. Застосовують хромування і для декоративних цілей та для захисту від корозії. Аноди при хромуванні нерозчинні. Вони виготовляються з чистого свинцю або сплаву свинцю і сурми. Площа анодів повинна у два рази перевищувати площу поверхонь деталей.

Обробіток покрить. Після нанесення електролітичних покрить деталі промиваються водою і піддаються нейтралізації в лужних розчинах для видалення залишків електроліту і запобігання корозії. Як правило роблять це в розчині кальцинованої соди протягом 15...30 с.

Для підвищення корозійної стійкості покрить їх пасивують в розчинах хромової кислоти і її солей.

Для покращення якості гальванічних покрить деталі витримують у сушильній шафі при 50...100°C протягом 1-1,5 год.

При механічному обробітці покриття точать, шліфують і хонінгують.

#### Способи нанесення гальванічних покриттів.

Нанесення гальванічних покриттів можливе двома способами – ванним – у ваннах, і позаванним для поверхонь отворів у корпусних деталях.

Ванни являють собою ємкості прямокутної форми, облицьовані кислотостійкими матеріалами і обладнані нагрівальними пристроями, системою вентиляції і витяжки, катодними і анодними штангами для навішування підвісок з деталями і анодами, та підключеними до джерела струму.

Джерелами струму беруться низьковольтні селенові і кремнієві випрямлячі ВСМР і ВАКГ, що здатні забезпечити необхідну щільність струму.

Позаванне або місцеве нанесення гальванічних покриттів використовується тільки при залізнінні. Для активізації процесу у зв'язку з малим об'ємом електроліту і швидким його збіднінням виконується прокачування електроліту через мікротруну.

### **Питання для самоконтролю**

1. В чім полягає суть методу.
2. Які процеси відбуваються в процесі електролізу.
3. Які переваги і недоліки гальванічних покриттів.
4. Які основні способи відновлення деталей нанесенням гальванічних покриттів.
5. Які розрізняють способи нанесення покриттів за місцем виконання.

### **Завдання для самостійної роботи**

Самостійно опрацювати особливості протікання гальванічних процесів, процесів, які протікають та способи керування

## **Лекція 5**

### **Особливості конструкції, умов роботи та втрати працездатності зернозбиральних комбайнів та їх ремонт.**

#### **План лекції**

1. Характеристика умов роботи робочих органів комбайнів.
2. Дефекти і способи ремонту робочих органів комбайнів.
3. Розподіл робіт між підприємствами.
4. Особливості і режими ремонту специфічних робочих органів та елементів комбайнів
5. Засоби технологічного оснащення при ремонті комбайнів.

Комбайни, як і усі сільськогосподарські машини та знаряддя, працюють в умовах безпосереднього контакту зі збираною стебловою масою і при великій запиленості. Робота усіх механізмів комбайнів характеризується значною нерівномірністю навантаження, зумовленою нерівномірною урожайністю, станом збираної хлібної маси, її вологістю, перемінним рельєфом поля, суб'єктивним чинником, тобто комбайнером та ін.

По завершенні сезону польових робіт повинна проводитися оцінка стану кожної складової комбайна, діагностування двигуна, гідросистеми, електрообладнання та найбільш важливих вузлів і спряжень та на підставі отриманих даних повинно прийматися рішення про зміст ремонтних робіт по комбайну і місце їх виконання.

Відповідно до діючої нормативно-технічної документації капітальному ремонту підлягають зернозбиральні комбайни і їх складові частини, які відпрацювали доремонтний ресурс (не менше 1500 мото-годин, або 1100 фіз. га) або міжремонтний ресурс (не менше 1200 мото-годин, або 900 фіз. га) і досягли граничного стану. Складові частини комбайна, які не потребують капітального ремонту, діагностують, не знеособлюючи їх.

### ***Технологія ремонту комбайнів***

**Ремонт мотовила.** Основними дефектами мотовила є тріщини зварних швів; деформація і руйнування променів, лопатей, розтяжок і граблин; знос і руйнування ексцентрикового механізму, пів-підшипників труб граблин, фрикційних накладок, зубів зірочок і маточин тертя запобіжної муфти.

Тріщини і розриви металевих деталей і зварних швів заварюють газовим або електричним зварюванням, попередньо підрихтувавши і виставивши спряжені деталі. Обламані граблини замінюють новими, деформовані пальці і труби граблин правлять. Зношені цапфи наплавляють доступним способом. У випадку зносу зубів зірочок по товщині їх замінюють новими. Маточину тертя при зносі по товщині теж замінюють на нову. Фрикційні накладки, зношені до товщини менше 2 мм, або з тріщинами і викришуванням замінюють за типовою технологією.

**Ремонт похилої камери.** Основними дефектами похилої камери є потертості днища, тріщини боковин і зварних швів, перекося каркасу, обрив або деформація напрямних і блока полозів, знос валів і деталей запобіжної муфти, послаблення заклепок кріплення, поломка і згин гребінок транспортера і видовження ланцюга.

Потертості і тріщини днища, боковин і зварних швів відновлюють із застосуванням електродугового або газового зварювання. Деформовані напрямні і блоки полозів правлять, дефектні нижні накладки замінюють на нові. Риски і задирки поверхонь під накладки зчеплення ведучого диску і маточини тертя у комбайна «Дон» обточують до усунення слідів зносу. Зношені поверхні під підшипники, зірочки, шків, ведучий диск, храповик, а також шпонкові пази наплавляють, обточують, шпонкові пази фрезерують і шліфують до розмірів за робочим кресленням. Послаблені заклепки і розтягнуті ланцюги замінюють новими.

**Ремонт різального апарату.** До характерних несправностей різальних апаратів належать: послаблення кріплення, спрацювання різальної кромки й поломка сегментів; обрив, спрацювання і скручування спинки ножа; вигин і тріщини пальців; спрацювання прямого паза під спинку ножа, притискачів ножа і вкладишів пальців; прогин пальцевого бруса; спрацювання спряжуваних поверхонь привода ножа.

Деформовані пальцевий брус і спинку ножа правлять нахолодно на масивних плитах ударами молотка; у місцях значної деформації допускається місцеве підігрівання газовим пальником. У випрямлених брусі і спинці прогин у горизонтальній і вертикальній площинах не повинен перевищувати відповідно 0,1 і 0,5 % їх довжини. Перевіряють прогин з допомогою рівної рейки. Скрученість усувають в лещатах за допомогою вилкового ключа.

Найчастіше спинка ножа обривається біля головки. У такому випадку видаляють 3...4 сегменти в кінці спинки біля обірваного місця, а на їх місце приклепують головку. До протилежного кінця спинки ножа приварюють у спеціальному пристрої штабу (такого самого перерізу), або відломану частину спинки, яка компенсує довжину спинки.

Сегменти, що мають тріщини, викришування різальної кромки, спрацювання насічки до висоти 0,2...0,3 мм, а гладенькі — спрацьовані більш як на 9 мм по висоті, видаляють в лещатах, або у пристосуванні різким ударом молотка по наставці (рис. 3). Стержні заклепок, що залишилися, вибивають бородком.

Гладенькі сегменти ножа загострюють профільним шліфувальним кругом під кутом 18...25° до товщини кромки леза 0,01... 0,2 мм.

Деформовані пальці випрямляють у холодному стані на плиті, розміри контролюють за допомогою шаблона. При значній деформації перед випрямленням палець нагрівають до температури 750...800°C; остаточно пальці підрихтовують після укладання ножа. Деталі привода ножа спрацьовуються в основному в рухомих спряженнях, трапляються поломки дерев'яного шатуна, спрацювання зубців рейок і щік. Спрацьовані втулки в коромислах (корпусах) замінюють новими, які після запресування розвертають до нормальних розмірів. Посадочні місця під підшипники кочення в гніздах відновлюють встановленням втулок або насталуванням з наступним розточуванням їх до нормальних розмірів. Спрацьовані поверхні пальців і осей обточують різцем чи шліфують до виведення слідів спрацювання, після чого це місце наплавляють механізованим, наплавленням і шліфують до нормального розміру.

У складеному різальному апараті ніж повинен легко пересуватися від зусилля руки; робочі поверхні вкладишів пальців повинні знаходитися в одній площині, допускається відхилення 0,5 мм (регулюється підгинанням пальців); у крайніх положеннях ножа осі сегментів і вкладишів повинні збігатися (регулюється зміною довжини шатуна) і щільно прилягати одна до одної. Допускається розбіжність осей до 0,5 мм, зазор в передній їхній частині до 0,5 мм, а в задній — до 1,5 мм; зазор між сегментом і притискачем має становити 0,1...0,5 мм.

**Ремонт барабана.** Погнуті підбичники правлять сильними ударами молотка по наставке. Барабан при правці встановлюють на плиту з вікном. Правильність правки перевіряють за допомогою лінійки і щупа. Допустима нерівність після правки складає 1 мм.

Била барабана зернозбиральних комбайнів замінюють новими при спрацюванні рифів до висоти 4...5 мм, різниця у масі діаметрально протилежних бил не повинна перевищувати 10 г. Била з правим і лівим напрямом рифлів встановлюють на барабан по черзі пологим боком рифлів у бік обертання барабана. Після встановлення бил на барабан перевіряють радіальне і торцеве биття. Усувають радіальне биття бил добором прокладок, що встановлюються між билем і підбильником, а торцеве — обпилюванням торця била. Радіальне биття бил не повинно перевищувати 1 мм, а торцеве — 2 мм.

Зібраний барабан балансують статично. Барабан можна вважати за збалансований, якщо при кожній його зупинці верхнє положення займають різні бичі, а грузик масою 30 г, розміщений на радіусі бичів, виводить барабан з рівноваги. Балансування барабанів роблять без шківів.

У підбарабанні контролюють і правлять каркас і усувають молотком з мідним наконечником радіальний прогин планок, якщо він досягає більше 2 мм. Допустимий прогин планок після правки складає 1 мм.

Допустимий прогин планок складає 2 мм. При значному вигині планок їх перед правкою нагрівають газовим пальником. Якість правки в радіальному напрямі контролюють шаблоном радіусу, в осьовому напрямі — лінійкою або шнуром.

**Ремонт деталей соломотрясів, очисток і каркасів.** Основними несправностями цих пристроїв є: погнутість, тріщини і надриви деталей, виготовлених із тонколистової сталі; деформація і руйнування зварних з'єднань каркасів; спрацювання рухомих спряжень вісь—втулка у важелях; ослаблення кріплень. Причиною цих несправностей в основному є постійні вібрації, нерівномірне надходження перероблюваної маси, потрапляння сторонніх предметів.

Погнутість і вм'ятини в деталях, виготовлених з листової сталі, усувають випрямленням (рихтуванням) за допомогою дерев'яних молотків і різних наставок; у вузьких місцях застосовують легкі слюсарні молотки. При випрямленні кістяка (рами) каркасів, деталей привода очисток і колінчастих валів соломотряса застосовують місцеве нагрівання полум'ям газового пальника.

Деталі (клавіші, грохот), що мають тріщини й розриви, відновлюють приклепуванням накладок, виготовлених із сталених оцинкованих листів товщиною 0,75...1 мм. При накладанні, накладок (латок) слід враховувати напрям руху оброблюваної маси. Перед приклепуванням накладкам надають профіль відновлюваної ділянки. Накладка має щільно прилягати до місця і перекривати край тріщини (розриву) на ширину 30...60 мм.

Щоб запобігти розвитку тріщин, кінці їх засвердлюють, а гострі кути розривів закруглюють півкруглим напилком. Пошкоджену ділянку треба очистити металевою щіткою від фарби та бруду на відстані 10...20 мм від місця зварювання.

Тріщини в деталях і зварних швах кістяка заварюють електродуговим зварюванням електродом Э-42; напливи металу зачищають шліфувальним кругом. Тріщини в обшивці каркасів заварюють газовим зварюванням, або електрозварюванням у середовищі вуглекислого газу. На протерті місця і розриви приварюють латки листів товщиною 1,5...2 мм з маловуглецевої сталі. Спрацьовані отвори в деталях привода розвертають до ремонтного розміру або запресовують втулку з натягом 0,015 мм.

Ремонтують, складають та обкатують соломотряс на стенді. Складений соломотряс повинен плавно прокручуватися вручну, клавіші не повинні чіпляти один одного, зазор між ними повинен бути 2...4 мм, поздовжній розбіг колінчастого вала 0,5...1,5 мм. Соломотряс обкатують протягом 10...15 хв при швидкості обертання колінчастого вала 200...210 об/хв.



Грохот і решітний стан ремонтують на стапелі (стенді). У складеній очистці всі гребінки жалюзі повинні відкриватися одночасно; перекіс лопатей вентилятора по довжині допускається до 5 мм. Після ремонту вентилятор балансують з точністю 0,1 Н м.

**Ремонт передавальних і транспортувальних пристроїв.** Видовження втулково-роликового ланцюга допускається до 4%. Перевіряють видовження за допомогою приладу КИ-1854 (рис. 297), або штангенциркулем замірюючи будь-які 20 ланок ланцюга, що не мають тріщин та інших пошкоджень. Видовження відбувається через однобічне спрацювання валиків і втулок ланцюга.

Складені й промиті ланцюги 15...20 хв проварюють у моторному маслі, нагрітому до 80...90°C, після чого ланцюги обкатують на стенді під навантаженням 800 Н протягом 15...20 хв при швидкості 4 м/с (240 м/хв).

Деформовані металеві планки, гребінки, прутки, скребки, ковші транспортерів і елеваторів випрямляють у холодному стані за допомогою молотка й різних наставок або на плиті.

Металеві гребінки і планки, що мають тріщини, зварюють газовим зварюванням. Ослаблені заклепки обтискають різкими ударами молотка по обтискачу, хоча краще замінювати послаблені заклепки.

Спрацьовані ділянки прутків елеваторів картоплезбиральних і коренезбиральних комбайнів відрізають, а частинки, що залишилися, зварюють у стик на стиковально-зварювальній машині МСР-5С. На цій же машині провадять термічну обробку місць стикового зварювання. Щоб прикріпити пруток до ланцюга, кінці його нагрівають до температури 700...800 °С струмом 8 000 А (напруга 5...10В) від переобладнаного зварювального трансформатора 50 кВ А протягом 10...20 с або газополуменевим пальником. Нагріті кінці прутка обтискають за місцем кріплення, а потім охолоджують у маслі.

У полотняно-планчастих транспортерах поламані дерев'яні планки замінюють новими, виготовленими із сухих березових чи букових дощок. Той бік планки, що прилягає до паса, повинен бути випуклим. Це зменшує зайві напруження паса при перегибах на роликах. Розірваний пас зшивають внапусток за ходом його руху чи склепують за допомогою заклепок. На потерті чи порвані місця накладають латки за допомогою голки і нитки.

У складеному транспортері ланцюги (паси) повинні бути однакової довжини і паралельними між собою, а ланки — знаходитись на одній осі. Перекіс скребок (планок) допускається до 8 мм. Зубці одного ряду зірочок повинні лежати в одній площині, що проходить через вісь вала. Складений транспортер повинен прокручуватися від руки і не перекошуватися під час руху.

**Ремонт обладнання комбайнів для збирання незернової частини врожаю.** Комбайни комплектують трьома видами обладнання для збирання незернової частини врожаю — копнувачами, універсальними подрібнювачами або капотами. Найпоширеніші копнувачі. Основними їх дефектами їх є тріщини у зварних швах; деформація пальців граблин; знос пальців куліс і підшипників соломонабивача; деформація і злом платформи, боковин, пальців, каркаса, зачепів, защіпок; обрив кронштейнів кріплення пальців.

**Регулювання і обкатку комбайнів** здійснюють після складання. При цьому перевіряють встановлення пасів і ланцюгів відповідно до схем на панелях молотарки, а натяг пасів і ланцюгів — відповідно до норм. Запобіжні муфти регулюють на передачу відповідного крутного моменту.

Перевіряють правильність налагодження і регулювання вузлів комбайна. Всі регульовані параметри мають відповідати середньому значенню діапазону регулювання. Визначають правильність встановлення ущільнень і щільність їх прилягання. Після цього перевіряють і змашують всі механізми комбайна відповідно до карти машення.

Обкатка комбайна після ремонту передбачає послідовну обкатку двигуна, жатки, молотарки і копнувача, комбайна на ходу на різних швидкостях.

Після ремонту комбайн ставлять на зберігання відповідно до діючої нормативної документації.

### **Питання для самоконтролю**



1. Охарактеризуйте основні дефекти робочих органів комбайнів, їх характер, та способи ремонту.
2. Які види ремонтів виконуються при ремонті комбайнів та їх виконавці.
3. Яким чином здійснюється ремонт молотильного апарату.
4. Охарактеризуйте основні дефекти очистки та способи їх усунення.
5. Яким чином ведеться ремонт рамних конструкцій та обшивки комбайнів.

### **Завдання для самостійної роботи**

Необхідно чітко усвідомити характер формування дефектів комбайнів, їх вплив на роботу агрегатів, способи усунення дефектів в умовах ремонтних майстерень господарств.

## **Лекція 6.**

### **Розроблення технічної документації при відновленні деталей**

**Анотація** В лекції пояснюється об'єктивна необхідність і доцільність ремонту і відновлення деталей, наводиться характеристика форм організації відновлення деталей, наводиться зміст технологічних документів, види технологічних процесів, обґрунтування раціональних способів відновлення деталей

#### **План лекції**

1. Ремонт і відновлення деталей, як об'єктивна реальність і практична необхідність.
2. Форми організації виробництв по відновленню деталей.
3. Зміст проектування і види документів технологічних процесів.
4. Характеристика видів і змісту технологічних процесів.
5. Обґрунтування раціональних способів відновлення деталей.

#### **1. Організаційні форми відновлення деталей.**

Ремонтні підприємства різних рівнів здійснюють ремонт і відновлення деталей в більших чи менших обсягах – в залежності від оснащеності підприємства обладнанням, від кваліфікації інженерно – технічного персоналу і виробничих робітників, рівня наявних технологічних процесів, обсягів ремонту машин чи їх агрегатів.

Усі ремонтні підприємства, що займаються відновленням деталей, поділяються на чотири рівні.

1. **Підприємства регіональної спеціалізації.** Такі підприємства створюються одне на 5-6, чи більше областей. Виробництво на таких підприємствах являє собою потоково-механізовані лінії (ПМЛ), із застосуванням індустріальних методів ремонту і уніфікованих технологій, організовані в окремих цехах ремонтних майстерень.

2. **Підприємства обласної спеціалізації.** Вони являють собою, як правило, цехи відновлення деталей, які створюються на великих спеціалізованих підприємствах у формі ПМЛ. Такі підприємства створюються на одну чи декілька областей.

3. **Дільниці і цехи відновлення деталей широкої номенклатури** в майстернях загального призначення та на спеціалізованих підприємствах. Номенклатура і обсяги ремонту на таких дільницях і цехах можуть бути різними в залежності від обсягів ремонту машин чи їхніх агрегатів на даному підприємстві..

4. **Дільниці технологічної спеціалізації** по ремонту деталей в майстернях господарств – рам, лемешів, лап та ін. – в межах можливостей майстерень. Це ковальська, зварювальна, слюсарно – механічна, полімерна та деякі інші дільниці.

#### **2. Класифікація деталей і їх поверхонь.**

Деталі „тіла обертання” поділяються на чотири підгрупи:

1. Точні циліндричні деталі:

- поршневі пальці, деталі гідроциліндрів, прецизійні деталі паливної апаратури, деталі гідравлічних розподільників, клапани двигунів, хрестовини та інші.

2. Вали і осі:

- циліндричні вали і осі, шліцьові вали, розподільчі вали та інші.

3. Стакани, гільзи, диски, ролики, катки – маховики, гільзи циліндрів, стакани, втулки, направляючі колеса, ролики, поршні, диски та інші.

4. Деталі, що мають зубчасті поверхні – шестерні, зірочки ланцюгових передач, ведучі колеса, храповики та ін.

Деталі, що не є тілами обертання поділяються на такі групи:

- Корпусні деталі – це блоки циліндрів, головки циліндрів, корпуси коробок передач і трансмісій, корпуси гідронасосів, балансири, станини та ін;

- робочі органи, деталі ходової частини, деталі з тонколистового матеріалу – лемеші, лапи культиваторів, відвали, ланки гусениць, ножі ріжучих апаратів, решета, котушки, крила, баки, радіатори;

- шатуни, важелі, кронштейни, рами – шатуни, вилки переключення передач, кронштейни, важелі, рами зварні, рами клепані інші.

Окремо виділено складальні одиниці – втулко – роликові ланцюги, полотна транспортерів, шини, шланги гідросистем.

### 3. Зміст проектування ТП

1. Виборі раціональних способів ремонту по кожному із дефектів;

2. Встановленні раціонального порядку виконання операцій (технологічного маршруту) по усуненню дефектів;

3. Обґрунтуванні режимів виконання операцій;

4. Виборі обладнання, пристосувань і інструменту;

5. Оформленні ТП у вигляді комплекту документів.

### 4. Види технологічних документів технологічних процесів.

Повністю оформлені технологічні процеси являють собою комплект документів різних видів. Основними серед них, у порядку розташування є:

титульний аркуш	-	ТА;
відомість технологічних документів	-	ВТД;
маршрутна карта	-	МК;
операційна карта	-	ОК;
карта ескізів	-	КЕ;
комплектувальна карта	-	КК;
відомість оснастки	-	ВО.

Розробляються вказані документи згідно із відповідними державними стандартами, у яких даються зразки форм оформлення відповідних документів.

### 5. Види технологічних процесів відновлення деталей

Технологічні процеси поділяються за такими ознаками:

за призначенням;

за кількістю охоплюваних деталей;

за формою подачі інформації.

**По призначенню розрізняють робочі і перспективні ТП.** Робочі – це такі процеси, що розробляються для конкретного підприємства, майстерні, цеху чи дільниці із врахуванням наявного обладнання, пристосувань і інструменту.

Робочі процеси можуть розроблятися як абсолютно нові – їх розробляють КТБ даного підприємства, або сторонні технологічні бюро (організації) за угодою з підприємством; так і на основі перспективних, чи раніше розроблених робочих процесів, але виходячи з наявних на підприємстві засобів оснащення.

Перспективний - це найновіший технологічний процес, розроблений на основі останніх розробок в області ремонту машин, який забезпечує вищу якість ремонту. В ньому

закладаються найновіші способи усунення дефектів і нові (розроблені під нові способи) засоби оснащення.

За кількістю охоплених деталей, на які поширюються ТП, вони поділяються на одиничні, групові і типові.

Одиничними є ТП, що стосуються виробів одного найменування, з єдиним шифром. Наприклад ТП ремонту корпусу коробки передач трактора Т-150, шифр 150.37.101-2, або ТП ремонту корпусу коробки передач трактора Т-150К шифр 151.37.101-2.

Груповими називаються ТП, які стосуються групи конструктивно подібних виробів (наприклад, гільз циліндрів різних двигунів, маточин коліс, корпусів коробок передач та ін. але конкретних із своїми шифрами).

Типовими називаються ТП, які стосуються типових поверхонь, або типових деталей без вказування шифру. Як правило це можуть бути перспективні ТП, на основі яких розробляються одиничні чи групові ТП конкретних деталей. Наприклад типовий ТП відновлення внутрішніх циліндричних поверхонь розкатуванням скрутних втулок, чи типовий ТП відновлення зовнішніх циліндричних поверхонь наплавленням в середовищі природного газу чи інші.

В залежності від складності виробів, та від складності виконуваних при ремонті операцій, технологічні процеси можуть оформлятися (описуватися) за трьома варіантами.

Першим варіантом є маршрутний ТП, в якому основним технологічним документом є маршрутна карта, в якій подається перелік усіх технологічних операцій у порядку їх виконання, та необхідні для виконання операцій засоби оснащення – верстати, стенди, пристосування інструмент. Деталізація змісту операцій, режими обробітку в маршрутній карті не вказуються.

## **6. Етапи розробки ТП.**

Розроблення технологічних процесів виконується протягом певного часу в декілька етапів, які можуть виконуватися послідовно, тобто один за одним, або паралельно – тобто одночасно.

Першим етапом завжди є збір вихідних даних. Другим етапом є аналіз раніше виконаних розробок в даному напрямку, які можуть бути виявлені в навчальній, або спеціальній літературі, в журнальних публікаціях, в рекламних матеріалах.

Наступними етапами є обґрунтування вибору раціональних способів усунення дефектів та складання технологічного маршруту, розроблення схеми технологічного процесу ремонту виробу. Дані етапи можуть виконуватися науково – дослідними лабораторіями – якщо розробляється перспективний технологічний процес ремонту, який буде рекомендуватися для усіх ремонтних підприємств.

За результатами виконаних етапів розробляється технічне завдання на розробку технологічного процесу та конструкторської документації на засоби технологічного оснащення – стенди, установки, пристосування, інструмент.

## **7. Вибір раціональних способів ремонту деталей.**

Вибір способу ремонту тієї чи іншої поверхні залежить від багатьох чинників:

- кількості деталей, які ремонтуються;
- величини зносу;
- арсеналу способів освоєних на підприємстві;
- задачі, що вирішується – відновлення конкретної деталі, чи розробка нового ТП;
- сукупності дефекту з іншими дефектами;
- фізико - механічних характеристик поверхонь.

Методика вибору раціонального способу ремонту деталі вперше була запропонована проф. Шадрічевим В.А. В подальшому вона удосконалювалася, доповнювалася, але основою її є послідовний аналіз існуючих способів за трьома критеріями:

- технологічності;
- довговічності;
- техніко – економічності.

Коефіцієнт довговічності визначається як відношення ресурсу відновленої поверхні до ресурсу нової:

$$K_d = \frac{T_v}{T_n},$$

де -  $T_v$  - ресурс відновленої поверхні деталі, год.;

$T_n$  - ресурс поверхні нової деталі, год.

Техніко – економічний критерій  $K_{te}$ , пов'язує коефіцієнт довговічності і вартість ремонту:

$$K_{te} = \frac{C_v}{K_d},$$

де -  $C_v$  – собівартість відновлення деталі (поверхні) вибраним способом.

Раціональним вважається спосіб, при якому  $K_{te}$  є мінімальним.

### **Питання для самоконтролю**

1. Охарактеризувати рівні підприємств по відновленню деталей.
2. Навести перелік документів, що входять до технологічного процесу.
3. Які документи є основними в технологічному процесі. В чім їх зміст.
4. Охарактеризувати маршрутну і операційну карти, як документи технологічного процесу.
5. Яким чином проводиться вибір раціонального способу відновлення.

### **Завдання для самостійної роботи**

Опрацювати методику розробки маршрутної і операційної карт .