

**Міністерство аграрної політики та продовольства України**

**Новоушицький технікум Подільського державного  
аграрно-технічного університету**

# **РЕМОНТ МАШИН І ОБЛАДНАННЯ**

**ОПОРНИЙ КОСПЕКТ  
для самостійного вивчення дисципліни**

*Спеціальність 5.10010201 «Експлуатація та ремонт машин і  
обладнання агропромислового виробництва»*

**Нова Ушиця  
2012**

Укладач: Дюг О.Є. – викладач спеціальних дисциплін Новоушицького технікуму  
Подільського державного аграрно-технічного університету

## Тема: Загальні положення виробничого процесу ремонту

### Виробничий процес ремонту машин і обладнання

Якість машин - це сукупність техніко-економічних показників, які визначають придатність їх до використання за призначенням протягом певного часу.

Класифікацію показників якості подано у схемі 1.



Схема 1. Класифікація показників якості

Надійність (за ГОСТ 27.002-83) - властивість об'єкта зберігати в часі у встановлених межах значення всіх параметрів, що характеризують здатність виконувати потрібні функції в заданих режимах і умовах використання, технічного обслуговування, ремонтів, зберігання і транспортування.



Схема 2. Класифікація показників надійності

Ресурс - сумарний наробіток машини від початку експлуатації «По після капітального ремонту до граничного стану (списання або кінцевого ремонту).

Строк служби - календарна тривалість використання машини від початку експлуатації до граничного стану.

Гарантійний ресурс (наробіток) - наробіток об'єкта, до завершення якого виготовлювач (завод або ремонтне підприємство) гарантує і забезпечує виконання вимог до надійності при умові дотримання споживачем правил експлуатації, зберігання і транспортування.

Строк гарантії - календарний період, протягом якого виготовлювач (завод або ремонтне підприємство) гарантує і забезпечує виконання вимог до надійності при умові дотримання споживачем правил експлуатації, зберігання і транспортування.

Питання для самоконтролю

1. Як класифікуються показники якості машин?
2. Дати поняття надійності.
3. Дати визначення показників надійності.
4. Які фактори призводять до зниження надійності машин?

### Несправності і відкази машин

Фактори, які впливають на зміну параметрів, що визначають нормальне функціонування об'єкта, впливають на його технічний стан, тобто об'єкт у процесі експлуатації в деякий момент часу може бути справний або несправний, працездатний або непрацездатний.

Справність або несправність (справний або несправний стан) — стан об'єкта, при якому він відповідає всім вимогам нормативно-технічної документації або не відповідає хоча б одній з цих вимог.

Працездатність або непрацездатність - стан об'єкта, при якому він здатний або не здатний виконувати виробничі функції відповідно до вимог нормативно-технічної та конструкторської документації.

Несправності розділяють на пошкодження та відмови.

Пошкодження - порушення справності об'єкта при збереженні працездатного стану.

Відмова - порушення працездатності об'єкта.

Класифікацію видів зношування подано у схемі 3.

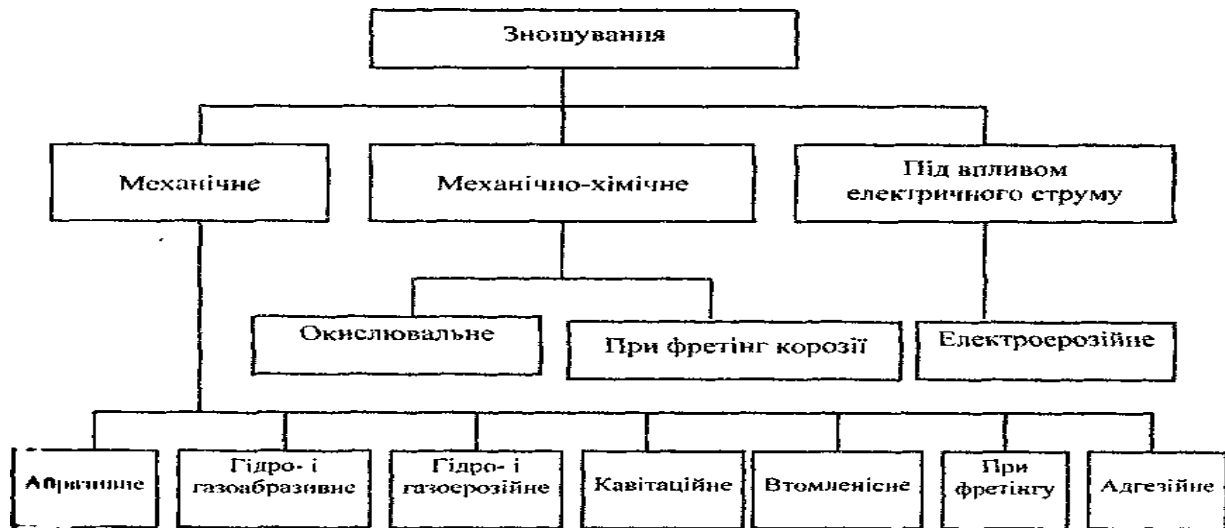
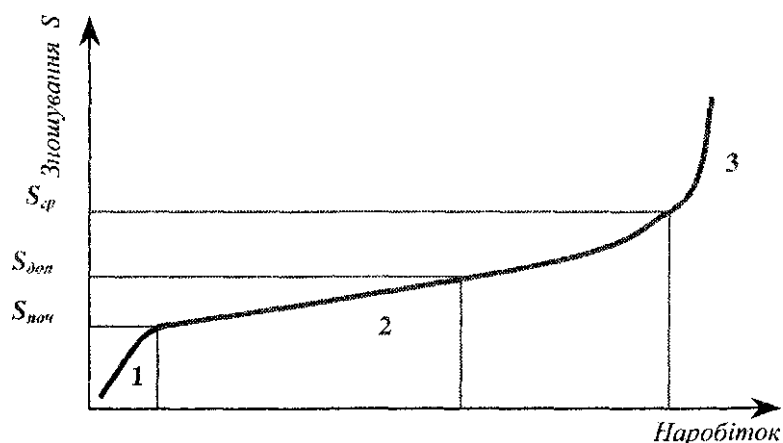


Схема 3. Класифікація видів зношування



1. - обкатка; 2 - нормальна робота; 3 - аварія;

$S_{поч}$  - початковий зазор;  $S_{доп}$  - допустимий зазор;  $S_{гр}$  - граничний зазор.

Рис. 1. Характерна крива зношення спряження

Несправності в об'єктах виникають і розвиваються внаслідок об'єктивно існуючих закономірностей, зумовлених конструктивними, технологічними й експлуатаційними факторами.

Конструктивними факторами, що визначають довговічність двигуна і його деталей є ступінь стиску, коефіцієнт надлишку повітря, фази газорозподілу, відношення ходу поршня до діаметру циліндра, конструктивне виконання деталей, зазори в з'єднаннях, умови мащення й охолодження деталей, застосовані матеріали.

До технологічних факторів належать методи та якість виготовлення деталей, механічної, термічної й інших видів обробки, якість складання, випробування тощо.

До експлуатаційних, що впливають на збереження властивостей машин, зумовлених конструкцією та технологією їх виготовлення, належать фактори, визначені призначенням машин (навантажувальні і швидкісні режими, інтенсивність роботи) та незалежні від призначення (кліматичні умови, якість технічного обслуговування, палива і мастильних матеріалів тощо).

Класифікацію несправностей спряжень подано у схемі 4.

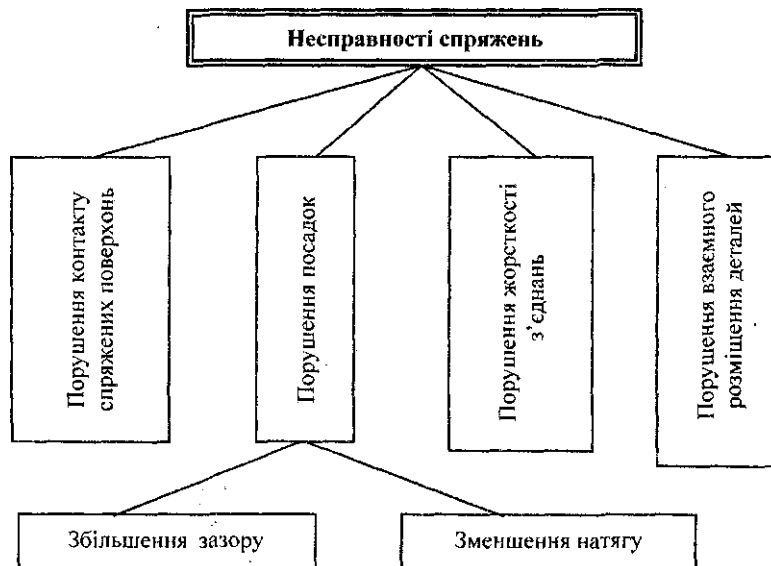


Схема 4. Класифікація несправностей спряжень

Система технічного обслуговування (ТО) і ремонту машин - це комплекс організаційно-технічних заходів, які проводяться з метою забезпечення працездатності машин протягом усього терміну експлуатації.

Ремонт - це комплекс робіт, спрямованих на підтримання і відновлення справності та працездатності машин або їх агрегатів.

Діагностування - процес визначення технічного стану без розбирання з метою встановлення доцільності подальшої експлуатації, потреби в ТО чи ремонті машини або її окремих агрегатів.

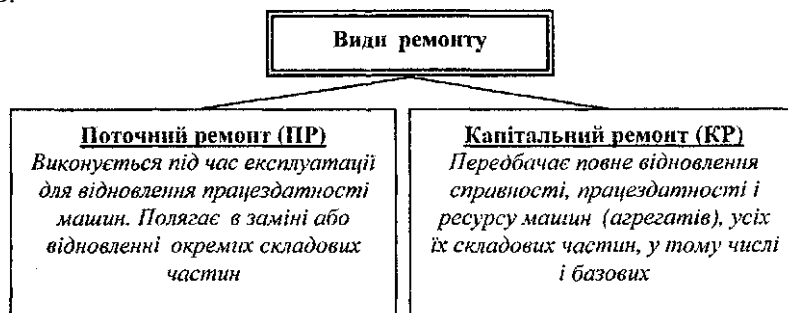


Схема 5. Види ремонту машин

#### Питання для самоконтролю

1. Чим відрізняються справний, працездатний і граничний стан машини?
2. Що таке пошкодження і відмова, чим вони відрізняються?
3. Дати класифікацію несправностей спряжень.
4. Дати поняття про допустимі та граничні розміри, зазори і натяги.
5. Дати поняття системи ТО і ремонту машин.
6. Що таке ремонт машин?
7. Види ремонту машин, їх суть і відмінність.
8. Які роботи проводяться для виявлення, попередження й усунення несправностей?
9. Дати поняття діагностування.

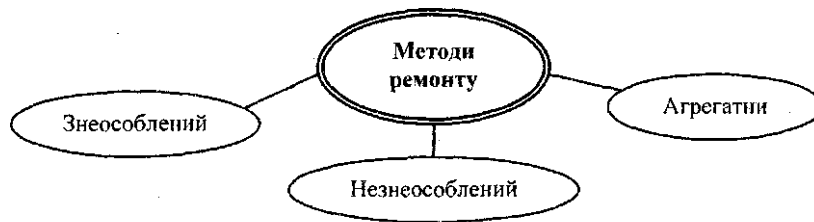


Схема 6. Класифікація методів ремонту



Схема 7. Класифікація форм організації праці на ремонтних підприємствах

#### Питання для самоконтролю

1. Дати поняття виробничого процесу ремонту машин.
2. Що таке технологічний процес? Назвіть приклади.
3. Дати поняття операцій і переходів та назвати приклади.
4. Пояснити схему виробничого процесу КР складної машини.
5. Яка основна технологічна документація входить до типової технології ремонтного виробництва?
6. Назвати позитивні і негативні сторони знеособленого і незнеособленого методів ремонту та їх використання.
7. У чому полягає суть і яка галузь використання агрегатного методу ремонту?
8. Назвати форми організації праці ремонтного виробництва та їх використання.

### Тема: Підготовка до ремонту, розбирання і миття

#### Розбирання машин і складальних одиниць

До підготовки машини до ремонту відноситься зовнішнє очищення в господарстві, ресурсне діагностування, доставка на ремонтне підприємство та здавання (приймання) в ремонт.

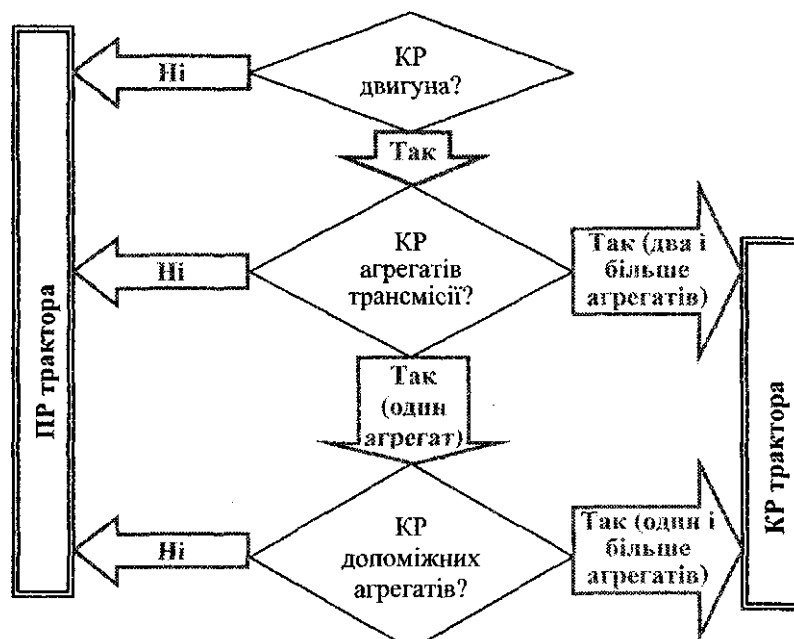


Схема 8. Алгоритм призначення виду ремонту трактора при ресурсному діагностуванні

### Питання для самоконтролю

1. Як проводиться підготовка машин до ремонту в господарствах?
2. Як оформляється приймально-здавальний акт на ремонт?
3. Назвати послідовність багатостадійного розбирання і миття.
4. Що необхідно зняти з машини при розбиранні?
5. Назвати основні вимоги і рекомендації на розбиральні роботи.
6. Назвати основне обладнання й оснастку для розбиральних робіт

### Очищення та миття складальних одиниць і деталей

Дослідженнями встановлено, що якісне виконання очисно-мийних робіт дозволяє на 25-30 % підвищити ресурс відремонтованих агрегатів і машин, значною мірою поліпшує якість дефектувально-комплектувальних робіт і відновлення деталей, знижує появу браку та на 15-20 % підвищує продуктивність праці на розбирально-складальних роботах.

Незадовільне очищення блока і головки циліндрів від накипу призводить до зниження потужності двигуна на 5-8 % і збільшення витрати паливно-мастильних матеріалів на 10-20 %.

Таблиця 1 Способи, обладнання і засоби для миття та очищення

Способи миття й очищення	Мийно-очисне обладнання	Мийні засоби
Струминне миття	Камерні машини ОМ-947М; ОМ-4610 тощо	СМЗ: МС-6; МС-8; МС-16; МС-18; МЛ-51; Темп-ІООА; Лабомид-101/102 Лужні розчини: р-ни ІаОН та $\text{Ca}_2\text{CO}_3$
	ОМ-1366Г; ОМ-11501; ОМ-4267; ОМ-21614; ОМ-2839; ОМ-8036 тощо	
Миття зануренням (заглибленням)	Завантажувальні машини ОМ-5299; ОМ-21602; ОМ-3996; ОМ-5287 тощо	СМЗ: МЛ-52; МС-8; МС-18; Лабомид-203
	Завантажувальні машини ОМ-21602; ОМ-4266; ОМ-5299; ОМ-5300 тощо	РЕЗ: АМ-15; "Ритм"; Лабомид-311/315
Комбіноване миття (струминне + заглиблен- ня)	Комбінована машина ОМ-5333; Роторна машина ОМ-15429	СМЗ: МС-5; МС-6; МС-8; МС-18; Темп-ІООА; Лабомид-101/203
Механічне очищення	Металічна щітка з електроприводом	
Піскоструминне очищення	Установка ОМ-3181 тощо	Кісточкова кришка; металевий дріб
Віброабразивне очищення	Установка ОМ-3025 тощо	Абразивний бій, мармурова кришка + СМЗ: МС-8 тощо
Термічне очищення	Печі, газові пальники	-
Хіміко-термічне виварювання	ОМ-4944; ОМ-5458; ОМ-14256; ОМ-4265 тощо	Розплав: $\text{NaOH} + \text{CaF}_2 + \text{MgO} + \text{NaCl}$
	ОМ-9788; ОМ-21605 тощо	р-ни $\text{H}_2\text{SO}_4$ та $\text{NaOH}$
Ультразвукове миття і очищення	Установки: УЗВ-15М; УЗА-16; УЗВ-18	РЕЗ: АМ-15; Лабомид-315; гас
Електрохімічне миття	Гальванічні установки	10% р-н $\text{NaOH}$
Хімічне очищення	-	Змивки старої фарби СД; АТФ-1

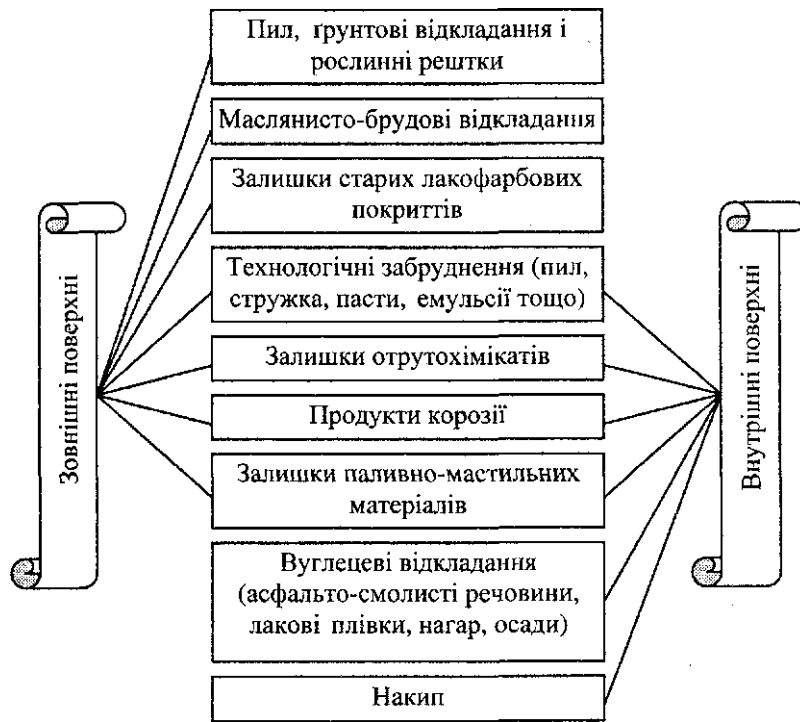


Схема 9. Класифікація видів забруднень

### Тема: *Дефектування і комплектування*

Дефектування - це процес визначення технічного стану деталей і сортування їх на групи на основі порівняння параметрів з даними нормативно-технічної документації (технічними вимогами на дефектування). Під час дефектування визначають можливість використання деталей для дальшої роботи і виявляють потребу в їх ремонті або вибракуванні.

Основне завдання дефектування - не пропустити на складання деталі, ресурс яких вичерпаний або менший за плановий міжремонтний, та не вибракувати придатні без ремонту деталі.

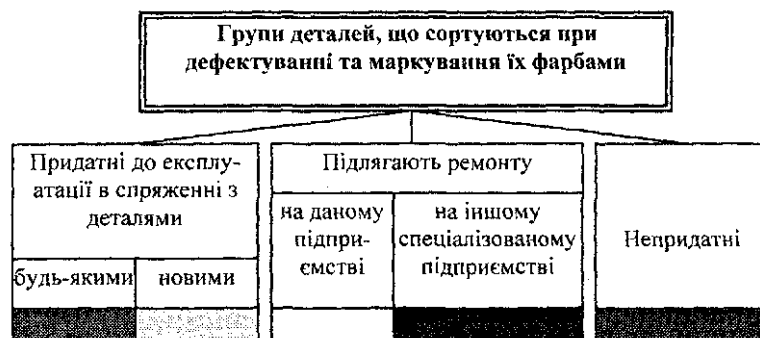


Схема 10. Схема проведення сортування при дефектуванні

Несправності як пошкодження, так і відмови - наслідки виникнення дефектів (від латинського сієресіиз - недолік).





Схема 11. Класифікація дефектів деталей



Схема 12. Класифікація методів дефектування

Комплектування - це процес підбирання деталей для складання вузлів і агрегатів за номенклатурою, розмірами та масою.

Основне завдання комплектування полягає в забезпеченні правильного характеру спряжень деталей з рухомими і нерухомими посадками при мінімальному обсязі робіт, пов'язаних з підгонкою під час складання вузлів і агрегатів.

При проведенні ПР, а також при незнеособленому методі проведення КР потрібно виконувати правило нерозукомплектовування притертих відповідальних спряжень, які не ремонтуються (прецизійні пари, шатуни з кришками, шатунні болти, клапани з гніздами тощо).

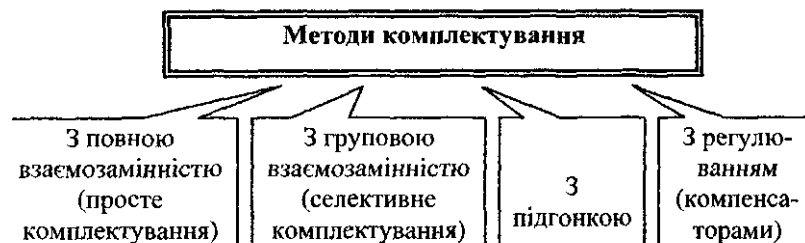
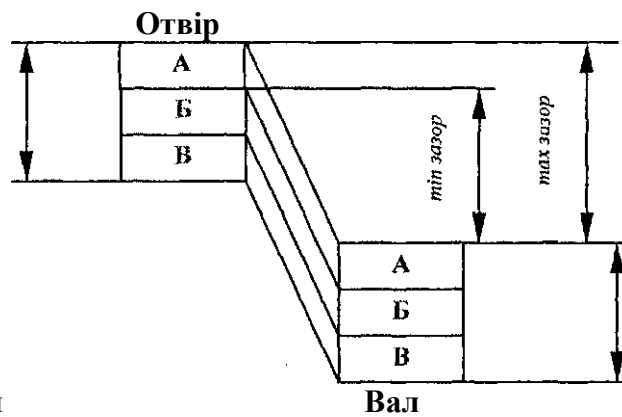


Схема 13. Класифікація методів комплектування

Для підвищення ресурсу роботи з'єднань відповідальних деталей проводиться селективне комплектування, яке полягає в тому, що поля допусків обох спряжених деталей розбивають на декілька розмірних груп і відповідно до них підбирають деталі.



А, Б, В - розмірні групи

Рис. 2. Схема селективного комплектування з зазором

#### Питання для самоконтролю

1. Що таке дефектування та, яке його основне завдання?
2. Як і для чого сортують та маркують деталі при дефектуванні?
3. Назвати види дефектів деталей та коротко їх пояснити.
4. Назвати види зношення та охарактеризувати кожен з них.
5. Назвати і пояснити органолептичні методи дефектування.
6. Назвати і пояснити методи перевірки розмірів та форми поверхонь.
7. Назвати і пояснити методи виявлення прихованих дефектів.
8. У чому полягає правило не знеособлення при ПР?
9. Що таке комплектування та, яке його основне завдання?
10. Назвати методи комплектування спряжень деталей.
11. Пояснити суть селективного комплектування.

### Тема: *Складання, регулювання, балансування, фарбування, обкатка та випробування машин*

Під складанням розуміють з'єднання деталей у пари та складальні одиниці, складальні одиниці і деталі в агрегати, агрегати, складальні одиниці і деталі в машину з дотриманням їх кінематичних схем, характеристик посадок і величин розмірних ліній, заданих технічними умовами і складальними кресленнями.

Класифікацію методів складання подано у схемі 14.

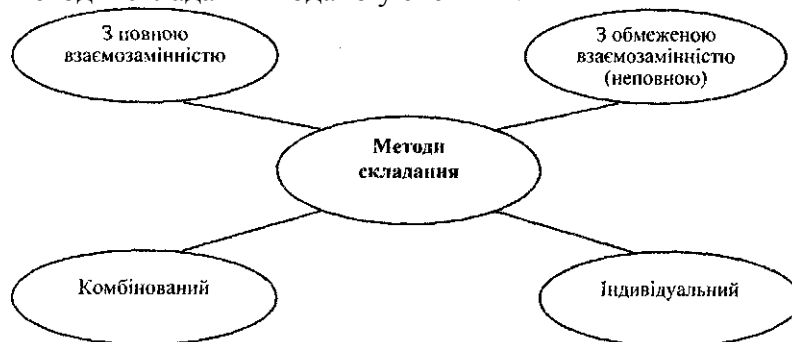


Схема 14. Класифікація методів складання

Процес складання відображається прямою (вертикальною чи горизонтальною) лінією, до якої у відповідних місцях прилягають прямокутники, що позначають складові частини виробу (одиниці та деталі). На схемі складання прямокутники, що зображують кстановлювальні складальні одиниці розміщуються справа за ходом пінії складання, а окремі

деталі зліва. Для більшої наочності прямокутник, який схематично зображує складальну одиницю, виконується двома паралельними лініями.

Початком схеми складання є базова деталь, а закінченням - виріб (складальна одиниця).

Послідовність складання й обкатки машини подано у схемі 15.



Схема 15. Послідовність складання й обкатки машини

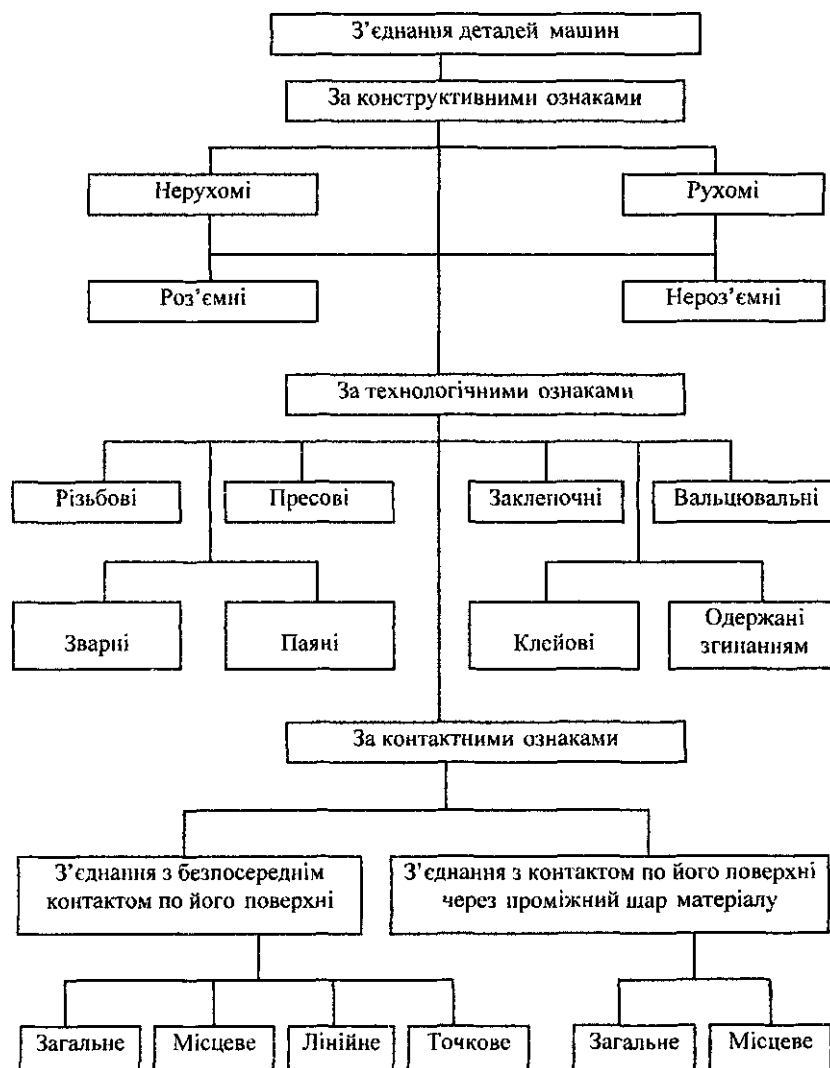


Схема 16. Класифікація з'єднань

Якість ремонту визначається якістю виконання складальних операцій з обов'язковим дотриманням суворої послідовності, встановленою технологічною документацією, використанням спеціального ремонтно-технологічного обладнання й оснастки, суворим дотриманням загальних принципів і технічних вимог до виконання складання.

Поняття

Деталі та вузли із значними обертальними масами і великими кутовими швидкостями для зрівноваження відцентрових сил та ліквідації вібрацій піддають балансуванню.

Таблиця 2. Види, умови та застосування балансування

Вид балансування	Умова балансування	Застосування
Статичне	Центр маси повинен бути на вісі обертання	Короткі (плоскі) деталі: шків, маховики, диски, вентилятори тощо
Динамічне	1. Центр маси повинен бути на вісі обертання. 2. Вісь обертання повинна бути головною віссю інерції	Довгі деталі і вузли: колінчасті і карданні вали, ротори, молотильні і подрібнювальні барабани, двигуни

Для взаємного припрацювання тертьових поверхонь деталей, перевірки роботи і правильності складання та підготовки їх до нормальної роботи проводиться обкатка і випробування як для агрегатів (паливний і масляний насоси, двигун, агрегати трансмісії, ходової частини, гідросистеми, електрообладнання тощо), так і для машин.

### Складання та обкатка тракторів і автомобілів

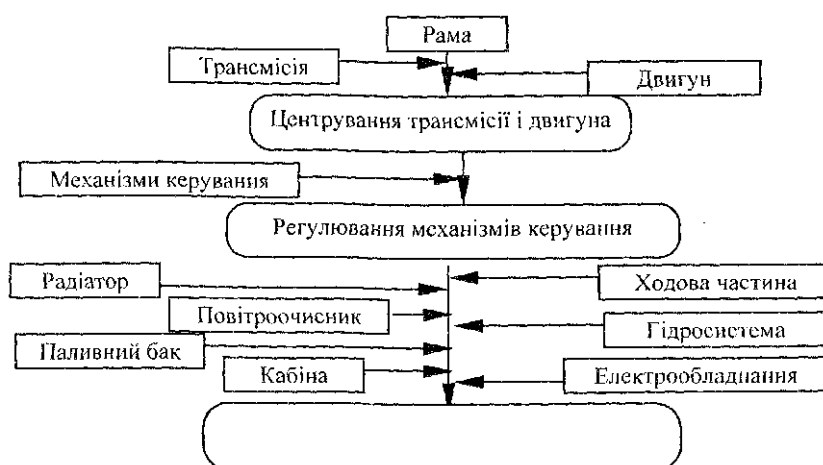


Схема 17. Загальна схема складання гусеничного трактора

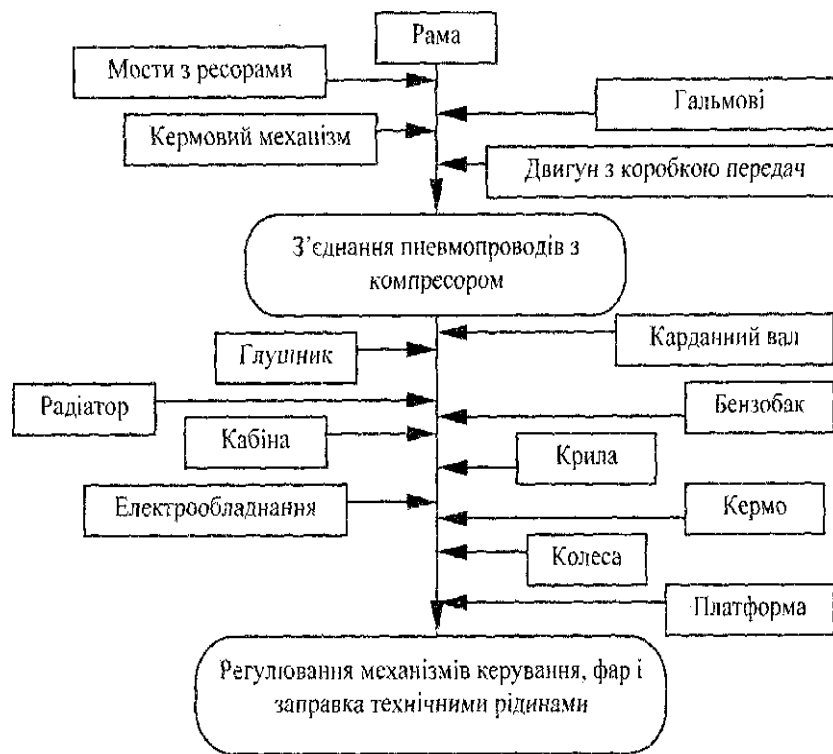


Схема 18. Загальна схема складання вантажного автомобіля

Після складання всі трактори і автомобілі проходять обкатку для припрацювання поверхонь тертя їх промивання, виявлення можливих дефектів складання та перевірки правильності регулювання.

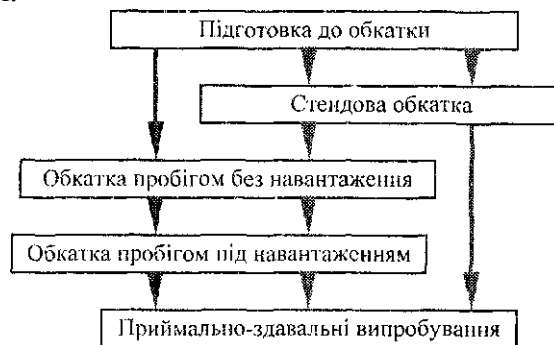


Схема 19. Послідовність проведення обкатки машин за різними Варіантами

#### Питання для самоконтролю

1. Назвати послідовність і технічні вимоги загального складання гусеничного трактора.
2. Назвати послідовність і технічні вимоги загального складання колісного трактора напіврамної конструкції.
3. Назвати послідовність і технічні вимоги загального складання колісного трактора з шарнірною рамою.
4. Назвати послідовність і технічні вимоги загального складання вантажного автомобіля.
5. Яка послідовність проведення обкатки машин за різними варіантами, залежно від умов ремонтного підприємства?
6. Як проводиться підготовка машин до обкатки?
7. Як проводиться обкатка на стендах?
8. Як проводиться обкатка пробігом без навантаження?
9. Як проводиться обкатка пробігом під навантаженням?
10. Як проводяться приймально-здавальні випробування машин?
11. Правила охорони праці під час виконання обкатки і випробування машин.

## Фарбування машин

Фарбування машин, а також агрегатів і деяких деталей виконується з метою створення покриттів на металевих поверхнях, які захищають їх від впливу оточуючого середовища, корозії металу і гниття деревини, а також у декоративних цілях для забезпечення вимог технічної естетики.

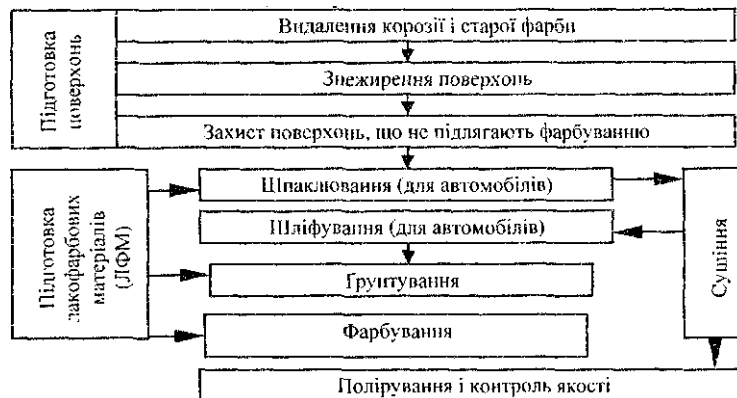


Схема 20. Послідовність виконання технологічного процесу фарбування

Таблиця 5. Позначення лакофарбових матеріалів (ЛФМ) виробництва України, країн СНД та Болгарії

Дві букви – група (речовини, що утворюють плівку)	Перша цифра – призначення	Останні цифри
МА – олійні;	0 – грунтовки	Регістраційний номер
ПФ – пентафталеві;	00 – шпаклівки	
ГФ – гліфталеві;	1 – атмосферостійкі	
НЦ – нітроцелюлозні;	2 – обмежено-атмосферостійкі	
ЭП – епоксидні;	3 – консерваційні	
БТ – бітумні;	4 – водостійкі	
ВЛ – полівінілацетатні;	5 – спеціальні	
МЛ – меламінні;	6 – маслобензостійкі	
ХВ – перхлорвінілові;	7 – кислотостійкі (хімічно стійкі)	
КО – кремнійорганічні;	8 – термостійкі	
АК – акрилові тощо	9 – електроізоляційні	

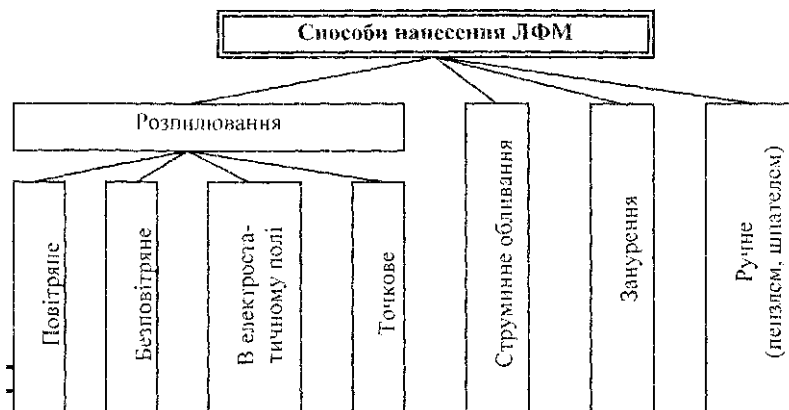


Схема 21. Класифікація способів нанесення ЛФМ

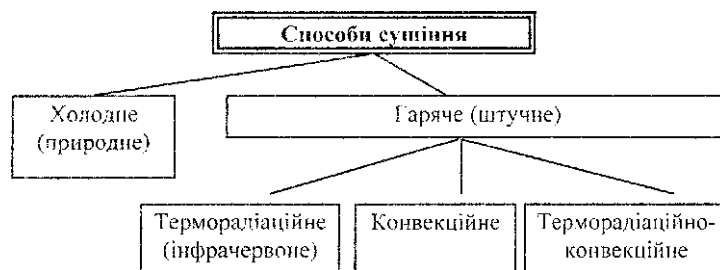


Схема 22. Класифікація способів сушіння

#### Питання для самоконтролю

1. Процес фарбування, його мета.
2. Яка послідовність технологічного процесу фарбування?
3. Яка технологія підготовки поверхонь до фарбування?
4. Дати класифікацію ЛФМ.
5. Які способи нанесення ЛФМ, їх переваги і недоліки?
6. Які способи сушіння, їх переваги і недоліки?
7. За якими параметрами і як проводиться контроль якості лакофарбових покриттів?
8. Правила охорони праці при проведенні фарбувальних робіт.

### Тема: *Поняття і способи ремонту деталей і спряжень*

#### Класифікація способів відновлення

Під методом відновлення (ремонту) зношених деталей розуміють вид технологічного процесу, який включає склад і послідовність операцій по зміні розмірів, геометричної форми або фізико-механічних властивостей зношених деталей з метою доведення їх якостей до рівня нових (при відновленні) або рівня, який передбачається нормативно-технічною документацією (при ремонті).

Ремонт деталі - технологічний процес по відновленню справності і працездатності деталі з умовою зміни її розмірів і форми до рівня, передбаченого нормативно-технічною документацією (до ремонтних розмірів).

Відновлення деталі - технологічний процес по відновленню справності і працездатності деталі з умовою відновлення її розмірів, форми або властивостей до рівня нової деталі.

Основні способи усунення дефектів деталей наведено в табл. 3.

Таблиця 3. Способи усунення дефектів деталей

Вид дефекту	Суть усунення дефекту		Способи усунення дефекту
1	2		3
Зношення (знос, спрацювання)	Відновлення форми та розмірів	з нанесенням шару матеріалу	Наплавлення, напилювання, металізація, гальванічні покриття, електроіскрове нарощення, електроконтактне приварювання і напикання, нанесення полімерів, постановка проміжних деталей
		без нанесення матеріалу	Пластичне деформування, термічне зміцнення
	Відновлення форми і шорсткості		Слюсарно-механічна й електромеханічна обробка
Зміна властивостей матеріалу	Відновлення фізико-механічних властивостей		Зміцнення
Деформації і	Відновлення форми		Пластичне деформування

руйнування	Відновлення цілості і міцності	Зварювання, паяння, заклеювання, приклеювання
Відкладення	Очищення деталей	Механічне, хімічне, термічне, електрохімічне тощо

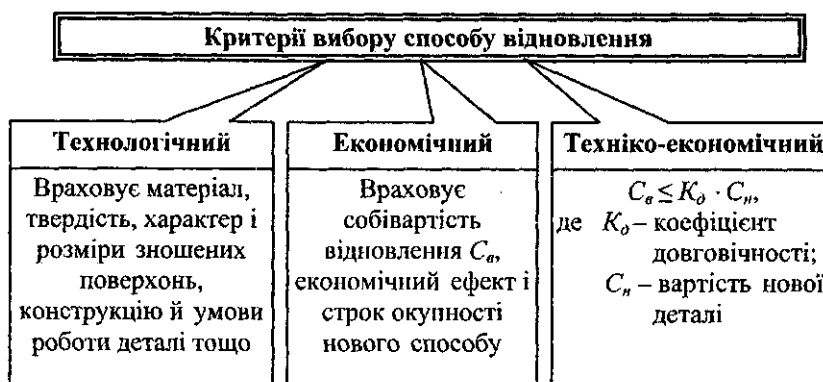
Відновлення деталей - дуже важливе завдання ремонтного виробництва, оскільки воно дає змогу зекономити значну кількість дефіцитних матеріалів, подовжити в 2-3 рази строк служби деталі, зменшити випуск запасних частин, отже, знизити собівартість ремонту.

Вартість запасних частин при КР складає 40-70 % від загальної вартості робіт.

Собівартість відновлення деталей на 35-70 % менша від вартості нових запасних частин.

Витрати на матеріали й отримання заготовок при виготовленні нових деталей складають 70-75 % від їх вартості, а при відновленні - тільки 1-12 %.

Схема 23. Критерії вибору способу відновлення деталі



Таблиця 4. Орієнтовні значення коефіцієнтів довговічності  $K_d$  для деяких способів відновлення деталей

Способи відновлення	Вид спряження та матеріал деталі				
	Вал (вісь) - підшипник ковзання	Вал (вісь) - підшипник кочення	Гніздо - підшипник кочення	Хрестовини - підшипники	Шліцьові і різьбові з'єднання
	Сталь	Сталь	Чавун, алюміній	Сталь	Сталь
Механізоване наплавлення	0,75-1,10	0,80-1,00	-	0,80-0,90	0,80-1,00
Гальванічні покриття	0,85-1,80	0,80-1,80	0,85-0,90	0,80-1,20	-
Напікання порошків	1,10-1,50	0,80-1,00	0,80-1,00	-	-
Електроіскрове нарощення	-	0,70-1,10	-	-	-
Встановлення проміжних деталей	-	-	1,00-1,20	-	-

#### Питання для самоконтролю

1. Дати поняття ремонту і відновлення деталі, яка між ними різниця?
2. Назвати способи відновлення форми і розмірів деталей з нанесенням шару матеріалу.
3. Назвати способи ліквідації деформацій і руйнувань деталей.
4. Назвати критерії вибору способу відновлення деталі.
5. Дати поняття коефіцієнта довговічності.



## Відновлення посадок і взаємного розміщення деталей і складальних одиниць

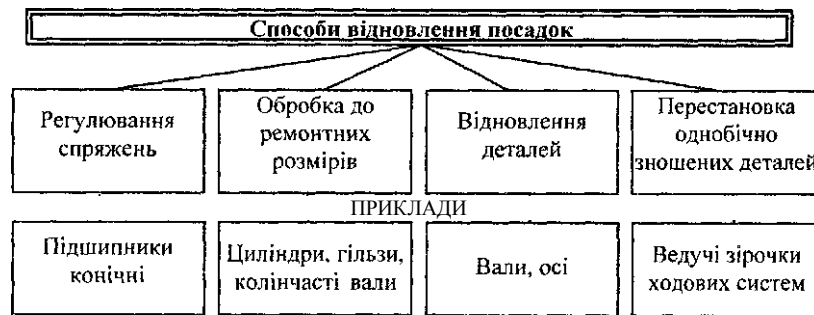


Схема 24. Класифікація способів відновлення посадок

Відновлення жорсткості з'єднань проводиться регулюванням, відновленням пошкоджених нерозбірних з'єднань (зварних, заклепочних) та затягуванням розбірних (різьбових) з'єднань.

Відновлення контакту спряжених поверхонь проводиться слюсарно-механічною обробкою зжолоблених і нерівномірно зношених поверхонь.

Відновлення взаємного розміщення деталей проводиться пластичним деформуванням або заміною деформованих деталей.

Питання для самоконтролю

1. Назвати способи відновлення посадок і пояснити їх суть.
2. Як проводиться відновлення жорсткості з'єднань?
3. Як проводиться відновлення порушення контакту?
4. Як відновлюється порушення взаємного розміщення деталей?

### Тема: *Відновлення деталей зварюванням, наплавленням і паянням*

#### Відновлення деталей ручним електродуговим зварюванням і наплавленням

Зварюванням називають технологічний процес отримання нерозривного з'єднання твердих матеріалів шляхом встановлення міжатомних зв'язків між зварювальними деталями при їх місцевому нагріві або пластичному деформуванні, або сумісній дії одного і другого.

Зварювання використовують при усуненні механічних пошкоджень у деталях (тріщин, пробоїн, зломів, руйнувань тощо), а наплавлення - для нарощення зношених поверхонь деталей.

Класифікацію способів дугового зварювання подано в табл. 5.

Таблиця 5. Класифікація способів дугового зварювання

За ступенем механізації	Ручне, механізоване, автоматизоване
За родом струму	Постійне, змінне, пульсуюче
За станом дуги	Вільне, стиснене
За кількістю дуг	Одно-, дво-, багатодугове
За полярністю зварювального струму	Пряме, зворотне
За видом електрода	Покритим дротом, стрічкою, неплавким

Різновиди дугового зварювання подано у схемі 25.

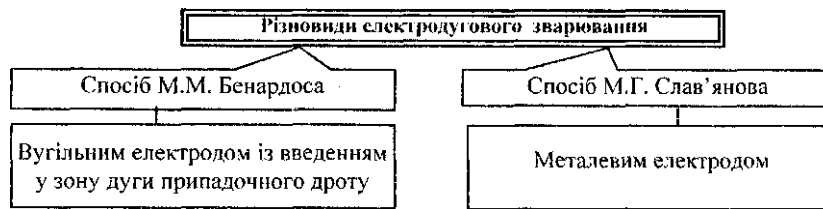


Схема 25. Класифікація видів електродугового зварювання

При прямій полярності деталь є анодом (позитивний полюс), а електрод - катодом (негативний полюс). При зворотній полярності деталь приєднується до негативного полюса, а електрод - до позитивного.

Зварюваність металів і сплавів Під зварюваністю розуміють сукупність технологічних характеристик основного металу, які визначають його реакцію на термічний цикл зварювання і властивість при прийнятому технологічному процесі забезпечувати надійне і довговічне в експлуатації зварне з'єднання.

Класифікацію сталей по зварюваності наведено в табл. 6.

Таблиця 6 Класифікація сталей по зварюваності

Група	Зварюваність	Сталі	Спосіб зварювання
Перша	Добра	Маловуглецеві (вміст вуглецю до 0,20 %) та низьколеговані	Звичайна технологія
Друга	Задовільна	Вуглецеві і леговані (вміст вуглецю 0,20-0,30 %)	Підігрів до $t = 1(XM50^{\circ}C$
Третя	Обмежена	Середньовуглецеві (вміст вуглецю 0,30-0,45 %)	Термообробка і підігрів до $t = 150-250^{\circ}C$
Четверта	Погана	Високовуглецеві і високо- леговані (вміст вуглецю 0,45-0,80 %)	Термообробка і підігрів до $t = 250-400^{\circ}C$

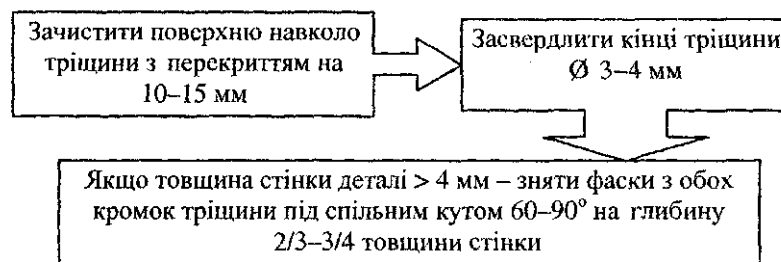


Схема 26. Послідовність підготовки тріщини до зварювання

Електроди класифікують за наступними ознаками: матеріалом, з якого вони виготовлені; призначенням для зварювання певних сталей; товщиною покриття нанесеного на стержень; видами покриття; характером шлаку, який утворюється при плавленні покриття; технічними властивостями металу шва; допустимими просторовими положеннями зварювання або наплавлення; родом і полярністю застосованого при зварюванні або наплавленні струму.

За ГОСТ 9966-75 електроди поділяють на групи (класи):

- для зварювання вуглецевих і низьколегованих сталей - умовне позначення - У;
- леговані конструкційні - Л;
- леговані теплостійкі - Т;
- високолеговані з особливими властивостями - В;
- для наплавлення поверхонь - Н.

По товщині покриття:

^ тонкі 0/(1 < 1,2 - умовне позначення - М;

^ середнє  $1,2 < O/ci < 1,45$  - С;

^ товсте  $1,45 < O/a < 1,80$ -Д;

^ особливо товсте  $O/ci > 1,8$  - Т.

Загальне призначення покриттів - забезпечення стабільності горіння зварювальної дуги й отримання матеріалу шва з наперед заданими властивостями.

За видами покриття електроди поділяються:

А - з кислим покриттям, яке містить оксид заліза, марганцю, кремнію;

Б - з основним покриттям (в основі польовий шпат і карбонат кальцію (крейда));

Ц - з целюлозним покриттям;

Р - з рутиловим покриттям;

П - інші види покриття.

Допустимі просторові положення:

1 - для всіх;

2 - для всіх, крім вертикального зверху вниз;

3 - для нижнього, горизонтального на вертикальній площині;

4 - для нижнього в "лодочку".

По роду і полярності струму:

0 - для постійного струму зворотної полярності;

1, 2, 3 - напруга холостого ходу  $50 + 5$  В (пряма і зворотня);

4, 5, 6 - напруга холостого ходу  $70 + 10$  В (пряма і зворотня);

7, 8, 9 - напруга холостого ходу  $90 + 5$  В (пряма і зворотня).

Крім типу електрода - є ще марка. Марка електрода характеризується певним складом покриття, маркою електродного стержня, технологічними властивостями металу.

Таблиця 7. Методику визначення режимів ручного зварювання і наплавлення деталей

Матеріал	Діаметр електрода $d_e$ , мм у залежності від товщини деталі 5, мм	Сила струму $I_{зв}$ , А
Сталь	$d_e = 0,55 + 1$ при $8 > 20$ мм: $d_e = 6 - 10$ мм	$I = (40 - 60)d_e$ або $I_{зв} = (20 + 6d_e)d_e$
Чавун	при $5 < 5$ мм: $d_e = 3-4$ мм; при $8 = 5-10$ мм: $d_e = 3 - 4$ мм	$I_{зв} = (25 - 30)d_e$
Алюміній	$сiе = 4 - 6$ мм	$1_{,,} = (30-40)d_e$
Наплавлення	$d = (1,2- 1,5)t$ , де 1 - товщина наплавлення, мм	За приведеними вище формулами згідно з указаним матеріалом

Значення діаметра електрода і сили струму в табл. 7 приведено для нижнього положення. При  $8 > 3d_e$  силу струму необхідно збільшити на 10-15 %; при зварюванні в стельовому положенні - збільшити на 15-20 %, а максимальний діаметр електрода - 3-4 мм; при зварюванні у вертикальному положенні і  $3 < 1,5d_e$  силу струму - зменшити на 10-15 %.

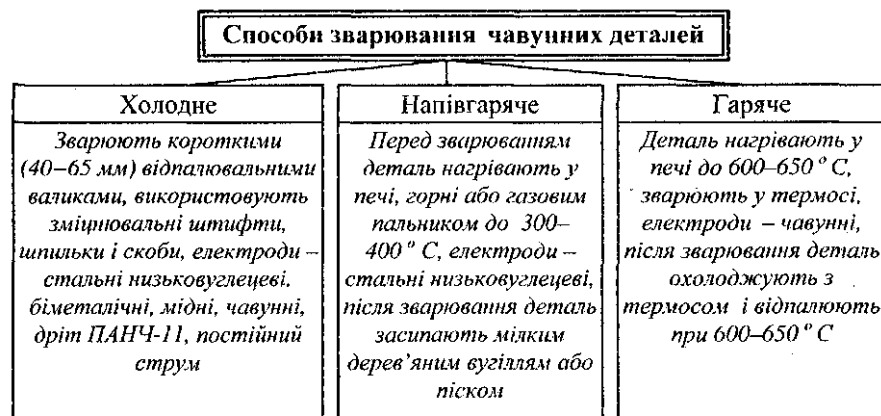


Схема 27. Класифікація способів зварювання чавунних деталей

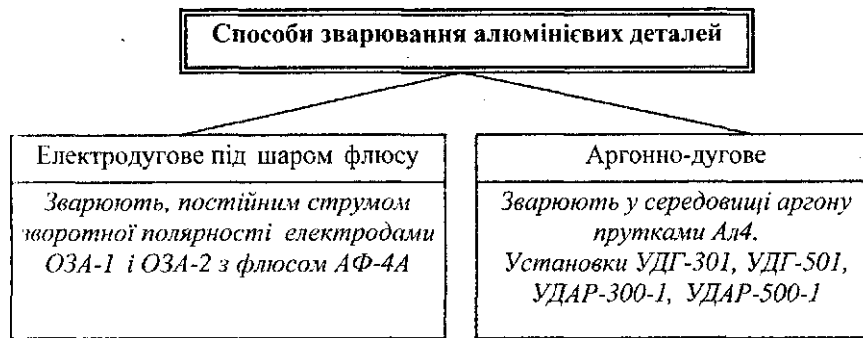


Схема 28. Класифікація способів зварювання алюмінієвих деталей

#### Питання для самоконтролю

1. Назвати види ручного електродугового зварювання, галузь їх застосування та обладнання.
2. Які переваги та недоліки зварювання постійним і змінним струмом?
3. Як проводиться підготовка тріщини до заварювання?
4. Як вибрати діаметр електрода для зварювання і наплавлення?
5. Як проводиться розрахунок сили зварювального струму?
6. У чому полягає складність зварювання чавуну?
7. Назвати способи зварювання чавунних деталей, їх переваги і недоліки та використання.
8. У чому полягає складність зварювання алюмінію?
9. Назвати способи зварювання алюмінієвих деталей та їх використання.
10. Як проводиться контроль якості зварювальних швів.
11. Правила охорони праці при виконанні електрозварювальних робіт.

#### Відновлення деталей газовим зварюванням

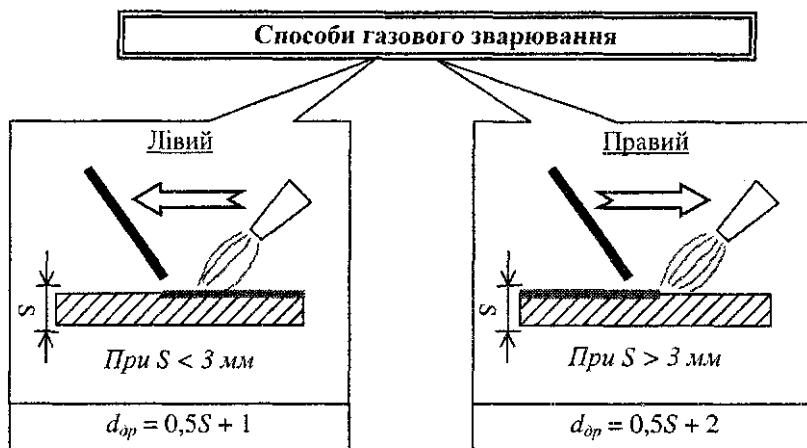


Рис. 3. Класифікація способів газового зварювання

Таблиця 8 Основні режими газового зварювання

Матеріал деталі	Витрата ацетилену на 1 мм товщини деталі, дм <sup>3</sup> /год	Присадний матеріал
Сталь	100-150	Стальний дріт близький за хімічним складом до сталі деталі
Чавун	100-120	Стальний дріт Св-08, Св-08А, чавунні дротики А і Б, латунні дротики
Мідь	110-250	Мідний дріт

Бронза	100-180	Бронзовий дріт
Латунь	100-180	Латунні дротики
Алюміній	75-150	Алюмінієвий дріт і прутки

#### Питання для самоконтролю

1. Суть газового зварювання, переваги та недоліки, використання.
2. Способи газового зварювання, їх режими та застосування.
3. Назвати обладнання для газового зварювання, дати їх коротку характеристику.
4. Які матеріали застосовують для газового зварювання різних матеріалів?
5. Недоліки ручного зварювання і наплавлення.

#### Відновлення деталей механізованими способами наплавлення

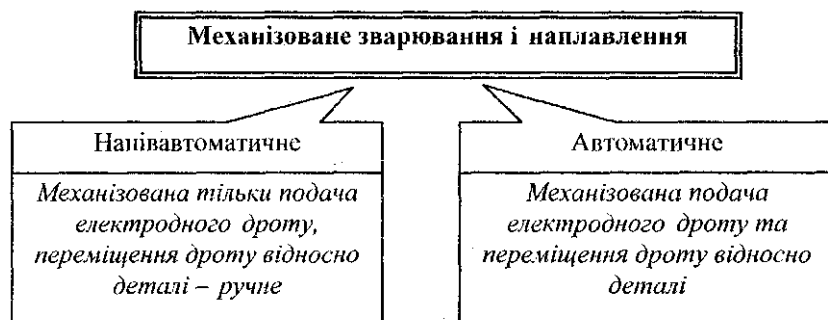
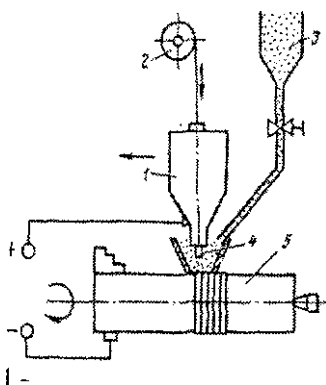


Схема 29. Класифікація видів механізованого зварювання і наплавлення за повнотою механізації



Схема 30. Класифікація середовищ для захисту розплавленого металу зварювальної ванни від дії повітря



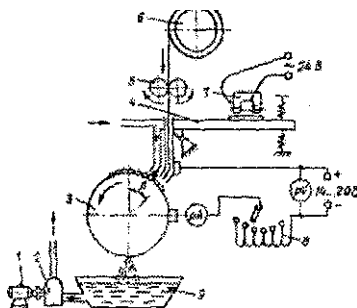
1 - наплавляючий апарат; 2 - касета з дротом; 3 - бункер із флюсом; 4- електродний дріт; 5 - деталь.

Рис. 4. Схема наплавлення деталей під шаром флюсу

Наплавлення під шаром флюсу полягає в тому, що між електродним дротом і деталлю, з'єднаними з полюсами джерела живлення, виникає електрична дуга. У зону її горіння (рис. 4) безперервно надходить гранульований флюс. Під дією високої температури дуги (6000-7500 °С) флюс розплавляється й утворює на поверхні розплавленого металу оболонку, яка захищає зону наплавлення від зовнішнього середовища. Запобігає розбризкуванню металу, утворенню пор, вигоранню вуглецю і легуючих елементів. Після охолодження металу розплавлений флюс твердіє, утворюючи наплавлену шлакову кірку, яку видаляють.

Таблиця 9 Залежність сили струму від діаметра деталі

Діаметр деталі, мм	Сила струму, А при діаметрі електродного дроту, мм	
	1,2-1,6	2-2,5
50-60	120-140	140-160
65-75	150-170	180-220
80-100	180-200	230-280
150-200	230-250	300-350
250-300	270-300	350-380



1 - електродвигун; 2 - насос; 3 - деталь; 4 - вібруючий мундштук; 5 - механізм подачі дроту; 6 - касета електродного дроту; 7 - вібратор; 8 - індуктивний опір; 9 - місткість з охолоджувальною рідиною.

Рис. 5. Схема вібродугового наплавлення

Вібродугове наплавлення відрізняється від автоматичного наплавлення під шаром флюсу тим, що кінець електроду здійснює коливальні рухи в площині, перпендикулярній площині наплавлення, а наплавлений шар (у більшості випадків) охолоджується струменем рідини.

Установка для вібродугового наплавлення (рис. 5) складається з головки закріпленої на супорті токарного верстата, яка має вібратор і механізм подачі електродного дроту, джерела струму, додаткового індуктивного опору (дроселя), системи подачі охолоджуючої рідини.

У ремонтному виробництві використовують зварювання і наплавлення в середовищі вуглекислого газу, які забезпечують високу якість при низькій собівартості відновлення деталей (рис. 6).

Таблиця 10 Режими наплавлення в середовищі вуглекислого газу

Діаметр дроту, мм	Діаметр деталі, мм	Сила струму I, А	Напруга II, В
0,8-1,0	10-20	75-95	18-19
	20-30	90-120	18-19
	30-40	110-140	18-19
1,0-1,2	40-50	130-160	18-20
1,2-1,4	50-70	140-375	19-20
1,4-1,6	70-90	170-195	20-21
1,6-2,0	90-120	195-225	20-22

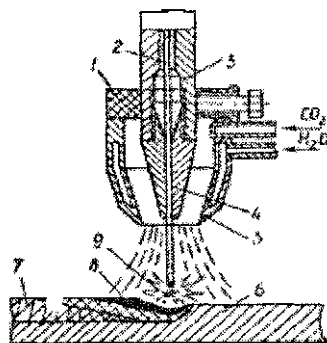


Рис.6. Наплавлення в середовищі захисних газів

1- мундштук; 2 - електродний дріт; 3 - мундштук; 4 - наконечник; 5 – сопло; 6 - деталь

Таблиця 11. Характеристика способів автоматичного наплавлення

Показники	Способи наплавлення		
	Під шаром флюсу	У середовищі захисних газів	Вібродугове
Товщина наплавлення і, мм	2,0-6,0	0,5-3,0	0,3-2,5
Сила струму I, А	140-380	70-200	100-210
Твердість покриття, НКС	13-45	13-31	20-58
Переваги	Надійний захист, висока якість і щільність шва, висока продуктивність	Висока продуктивність, відсутність шлаку, невелика $1^{\circ}\text{C}$	Відсутність деформацій, висока твердість шару, невелика $1^{\circ}\text{C}$
Недоліки	Велика ( $> 2\text{мм}$ ), необхідність видалення шлаку, неможливо наплавити деталі $0 < 50\text{мм}$ , можливі деформації	Розбризування металу, низька твердість наплавленого шару	Низька міцність від втомленості (усувається зміцненням)
Застосування	Деталі великого $0$ і з великим зношенням ( $> 2\text{мм}$ )	Деталі малого $0$ складної форми, леговані сталі, тонкостінні кузовні деталі	Деталі малого $0$ , з малим зносом, що працюють у статичних навантаженнях

#### Питання для самоконтролю

1. Які переваги перед ручним зварюванням дає механізоване?
2. Назвати види механізованого зварювання і наплавлення за повнотою механізації та коротко охарактеризувати їх.
3. Які захисні середовища розплавленого металу зварювальної ванни від дії повітря використовують при механізованому наплавленні?
4. У чому полягає автоматичне наплавлення під шаром флюсу, його режими, переваги, недоліки та застосування?
5. У чому полягає автоматичне наплавлення в середовищі захисних газів, його режими, переваги, недоліки та застосування?
6. У чому полягає вібродугове наплавлення, його режими, переваги, недоліки та застосування?
7. Які присадні матеріали й обладнання використовують при механізованих способах наплавлення?

8. Як проводиться контроль якості наплавлених поверхонь?

9. Правила охорони праці при виконанні зварювально-наплавлювальних робіт.

### Тема: Прогресивні способи відновлення деталей

#### Відновлення деталей спеціальними способами зварювання та наплавлення

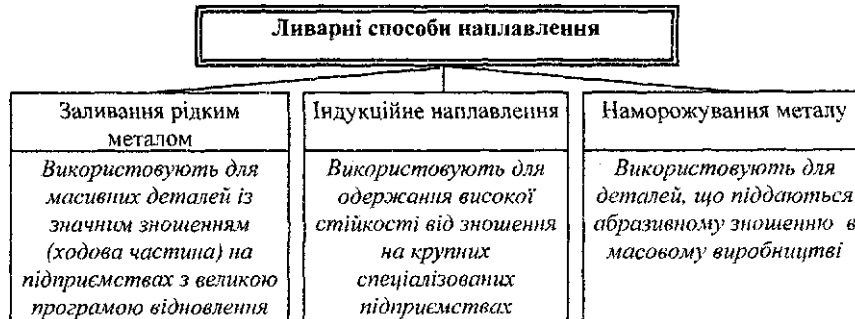
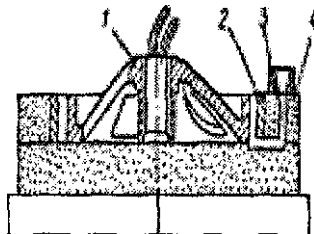
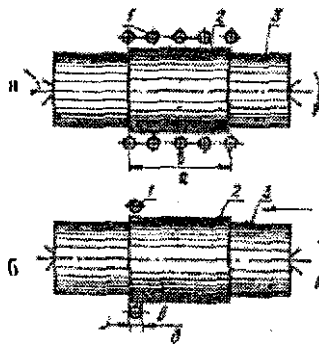


Схема 31. Класифікація ливарних способів наплавлення



1 - опорний коток; 2 - кокіль; 3 - ливникова система; 4 - опока

Рис. 7. Відновлення зношеного шару деталі заливанням рідким металом



1 - індуктор; 2 - присадковий матеріал; 3 - відновлювальна деталь; в - ширина зони одночасного наплавлення присадкового матеріалу

Рис. 8. Схема способів наплавлення СВЧ зовнішніх циліндричних поверхонь

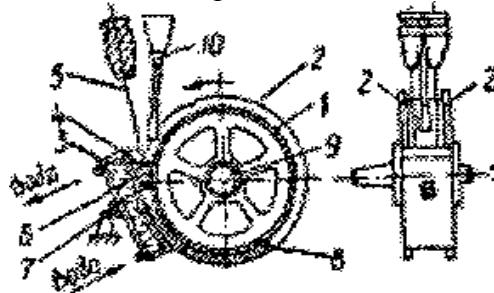
Заливання рідким металом використовують для відновлення деталей із значним зносом (ланок гусениць, опорних котків, ведучих зірочок, напрямних коліс тощо). Суть способу полягає в тому, що очищену від забруднень і корозії деталь покривають флюсом, підігрівають до 200-250 °С і встановлюють у підігріту до цієї ж температури металеву форму кокіль. Рідкий метал (чавун або сталь) через ливникову систему заповнює проміжок між поверхнею зношеної деталі і стінкою кокіль.

Індукційне наплавлення. Суть даного способу наплавлення полягає в індукційному нагріві СВЧ присадочного матеріалу (рис. 8). Для цього його попередньо наносять у вигляді суміші порошків, литих кілець на поверхню деталі.

Для індукційного наплавлення застосовують матеріали з низькою магнітною проникністю і температурою плавлення на 150-200°С нижчою за температуру плавлення



матеріалу відновлюваної деталі. Крім того, ці матеріали повинні мати добру текучість, а після кристалізації - високу стійкість проти зношування (сормайт № 1, ХБК-6-2, УС-25, сталініт, ПС-5, ПС-6). Циліндричні деталі можна наплавляти без форм (рис. 8, а), а також однофазним індуктором з послідовним переміщенням його вздовж осі деталі (рис. 8, б).

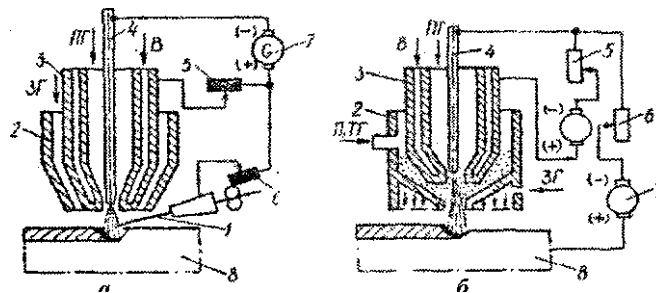


1 - наплавлювальна деталь; 2 - габаритні диски; 3 - кристалізатор; 4 - флюс; 5 - електрод; 6 - шлакова ванна; 7 - ванна розплавленого металу; 8 - наплавлений шар; 9 - оправка; 10 - дозатор

Рис. 9. Електрошлакове наплавлення

Електрошлакове наплавлення (рис. 9) полягає в тому, що присадний метал розплавляється за рахунок тепла, яке виділяється при проходженні струму через розплавлений електропровідний шлак (флюс АН-8, АН-22, АН-348А тощо з додаванням легуючих порошків) від електроду (дріт Св-08) до деталі. Використовується для відповідних масивних деталей із значним спрацюванням (8 мм і більше) для одержання твердого зносостійкого шару (НКС 58-66) на крупних спеціалізованих підприємствах.

Плазмово-дугове наплавлення полягає у використанні плазмового струменя для плавлення присадного матеріалу транспортування його частинок на поверхню деталі. Плазмою називають високотемпературний частково або повністю іонізований газ. Плазмовий струмінь одержують пропусканням газу через дуговий розряд у вузькому каналі плазмового пальника, що охолоджується водою (рис. 10). Проходячи через канал, стовп дуги стискається, ступінь іонізації дугового проміжку, в якому створюється плазмовий струмінь, збільшується, а температура підвищується до 15-18 тис. градусів.



В - вода; ПГ - плазмоутворювальний газ; ЗГ - захисний газ; ТГ - транспортуєчий газ; П - присадний порошок; 1 - присадний дріт; 2 - мундштук; 3 - сопло плазмового паяльника; 4 - вольфрамовий електрод; 5, 6 - змінні опори; 7 - джерело струму; 8 - деталь.

Рис. 10. Схема плазмово-дугового наплавлення присадним дротом (а) і металічним порошком (б)

Наморозжування металу - різновидність ливарного наплавлення. Але якщо в розглянутих раніше варіантах ливарного наплавлення (заливання рідким металом, індукційне наплавлення) випадочний матеріал наносили на поверхню відновлюваної деталі, то при наморозжуванні в попередньо розплавлений випадочний матеріал занурюють на певний час відновлювану деталь, попередньо очищену і підігріту до певної температури.

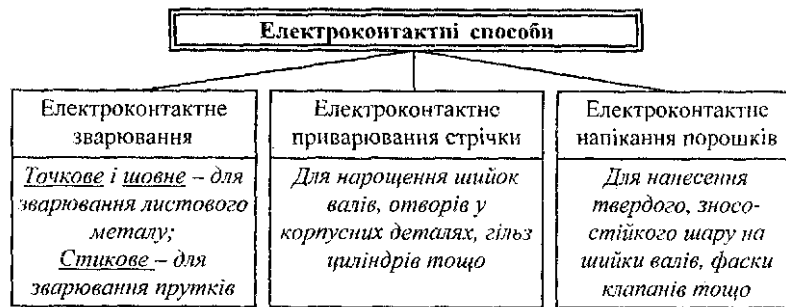
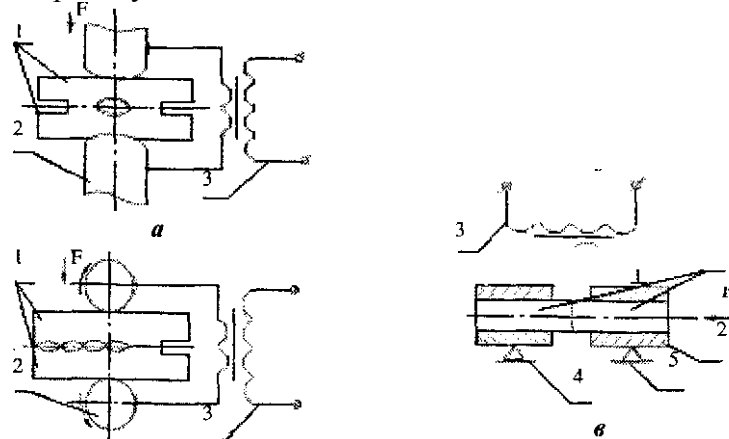


Схема 32. Класифікація електроконтактних способів відновлення

Усі способи контактного зварювання (рис. 11) ґрунтуються на нагріванні та пластичному деформуванні заготовок у місці з'єднання. Нагрівання здійснюється теплом, яке виділяється під час проходження електричного струму через з'єднувані деталі, що знаходяться в по і п акті.

Контактне зварювання характеризується високою продуктивністю, економічністю й екологічною чистотою процесу.



1- деталі; 2 - струмопроводи; 3 - контактна машина; 4 - опора нерухома; 5 - опора рухома

Рис. 11. Основні способи контактного зварювання

Точкове зварювання - деталі з'єднують в окремих місцях (точках). При цьому зварювані деталі встановлюють і стискають двома мідними охолоджуваними електродами контактної машини (рис. 11, а).

Шовне зварювання - деталі з'єднують міцним герметичним швом, що складається з ряду точок, в яких кожна наступна точка частково перекриває попередню (рис. 11, б)

Стикове зварювання - деталі з'єднуються по всій площині дотику (рис. 11, в).

Електроконтактне приварювання металевої стрічки використовують для відновлення зношеного шару циліндричної деталі. Струм напругою 1-4 В і силою  $I=10-20$  кА від зварювального трансформатора подається через ролики, між якими знаходиться приварювальна стрічка до деталі (рис. 12). Зусилля притискання роликів становить 1,4-1,6 кН. Завдяки спеціальним переривникам струм подається короткими імпульсами тривалістю 0,004-0,08 с. Таким чином, стрічка приварюється до деталі так, як і при шовному зварюванні. Електроконтактне приварювання успішно застосовується для відновлення шийок валів і отворів у корпусних деталях із чорних і кольорових металів, а також для наплавлення на деталі з кольорових металів сталеної стрічки. Електроконтактне напікання металічних порошків. Фізико-механічна суть електроконтактного напікання металічних порошків полягає в тому, що металічний порошок подається в зону контакту між роликом-електродом і відновлюваною деталлю (рис. 13). Під час проходження зварювального струму частинки порошку нагріваються до температури спікання (0,6-0,9 температури плавлення), пом'якшуються, пластично деформуються під дією тиску ролика. Спікання частинок порошку в кульку і припікання її до відновлюваної деталі відбувається за рахунок

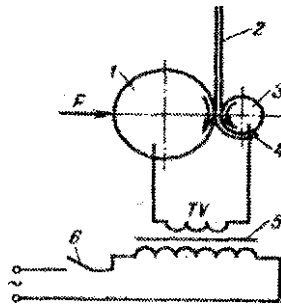
дифузійних процесів і сплавлення частинок порошку в окремих контактуючих точках їх поверхні.

Покриття одержують тверде (НГСС50-63) з пористістю 6—12 %. Заповнення пор маслом сприяє утворенню стійкої масляної плівки і підвищенню стійкості деталі проти зношування.

Для напікання використовують порошки АПМ, АПХМ, "сормайт 1" тощо.

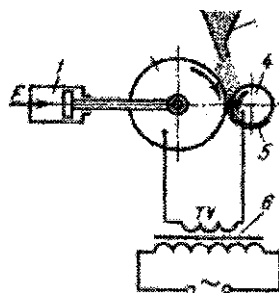
Режим напікання: сила зварювального струму становить 2,5-3,5 кА на 1 см ширини ролика при напрузі 0,7-1,4 В, тиск роликів 40-60 МПа, швидкість напікання 0,12-0,25 м/хв.

Перевага процесу - висока продуктивність, мала глибина теплової дії, висока стійкість припеченого шару проти зношування. До недоліків можна віднести обмежену товщину шару, що напікається обладнання.



1 - притискний електрод-ролик; 2 - приварювана стрічка; 3 - деталь; 4 - наварений шар; 5 - трансформатор; 6 - переривник

Рис. 12. Схема електроконтактного наплавлення стрічки



1 - пневмоциліндр; 2 - притискний ролик-електрод; 3 - металічний порошок; 4 - деталь; 5 - напечений шар; 6 - трансформатор

Рис. 13. Схема електронного напікання металічних порошків

Зварювання тертям - це різновидність зварювання тиском, за якою одна деталь обертається відносно другої нерухомої, причому деталі притискаються одна до другої зусиллям (рис. 14). Під дією сил тертя відбувається нагрівання зварюваних поверхонь у місці контакту.

У момент коли температура нагрівання торців досягне 1200-1400 °С - оберти деталі 2 виключають, а зусилля притискання деталі 1 збільшують у три рази

#### Питання для самоконтролю

1. Ливарні способи наплавлення, їх суть та застосування.
2. Суть електрошлакового наплавлення, режими, обладнання, матеріали та застосування.
3. Електроконтактні способи відновлення, їх суть, матеріали та застосування.
4. Зварювання тертям, режими та застосування.

#### Відновлення деталей газотермічним напилюванням

Газотермічне напилення - це процес нанесення покриттів на поверхні деталей різної конфігурації за допомогою високотемпературного швидкісного струменя, який містить частинки порошку або

краплини розплавленого матеріалу, що осаджується на поверхні під час ударного зіткнення.  
Характеристику способів газотермічного напилення подано в табл. 12

Таблиця 12 Характеристика способів газотермічного напилювання

Показники	Способи газотермічного напилювання		
	газополум'яне	електродугове (металізація)	плазмове
Присадний матеріал	Тугоплавкі самофлюсуючі леговані порошки	Дроти Нп-ЗОХІЗ, Нп-ЗОХГСА, Нп-30, Нп-65Г	Тугоплавкі самофлюсуючі леговані порошки
Твердість, нкс	30-63	22-48	46-65
Переваги	Простота, висока продуктивність, висока твердість і зносостійкість	Простота, висока продуктивність, універсальність, зносостійкість	Добре зчеплення з металом деталі, висока твердість і зносостійкість
Недоліки	Окислення і вигорання легуючих елементів	Окислення і зниження міцності від утомлюваності	Висока вартість обладнання, мала продуктивність, термічний вплив

Для всіх видів газотермічного напилювання технологічний процес складається з основних операцій:

- попередня механічна обробка деталей для виправлення геометрії відновлюваної поверхні, знімання дефектного шару і забезпечення необхідної товщини напиленого шару з урахуванням припуску на обробку;
- знежирювання деталей в органічних розчинниках і миття в розчинниках СМЗ;
- спеціальна обробка поверхні для забезпечення міцного зчеплення з напилюваним металом;
- напилювання на поверхню металічного шару.

Газополуменеве напилювання. Метал (порошковий матеріал або дріт) розплавляється полум'ям суміші газу (ацетилен, пропан-бутан тощо) та кисню і розпилюється стиснутим повітрям або інертним газом. Подача порошкового матеріалу в зону полум'я може здійснюватись за допомогою транспортуючого газу (рис. 14).

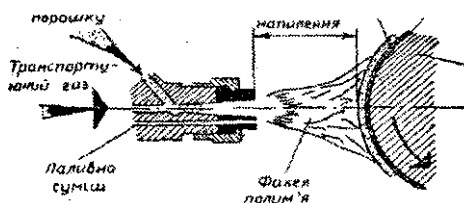
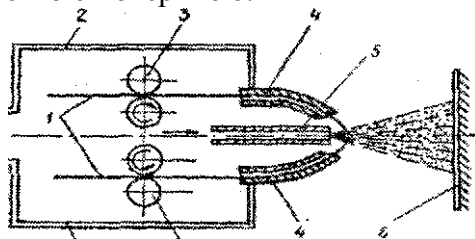


Рис. 14. Схема подачі порошку у факел полум'я за рахунок інерції струменем газів

Електродугове напилювання. При електродуговому напилюванні (рис. 16) два дроти з напилюваного металу діаметром 1-2 мм, з'єднані з електричним джерелом живлення, безперервно подаються за допомогою механізму подачі за напрямними наконечниками. У точках їх зближення виникає електрична дуга, яка розплавляє метал. Останній стиснутим повітрям або інертним газом, який подається по каналах металізатора (газотермічне напилення в літературі часто називають металізацією), переноситься на поверхню зі швидкістю 100-300 м/с у вигляді частинок розміром 3-300 мкм.

Частинки металу, взаємодіючи з зовнішнім середовищем під час польоту, покриваються окисною плівкою. При зіткненні з поверхнею деталі ця плівка за рахунок кінетичної енергії частинок руйнується, утворюючи на поверхні суцільне шарувате покриття з великою

кількістю пор і оксидів. Зчеплення частинок з поверхнею відбувається при адгезії і механічному зчепленні з шорсткою поверхнею.



- 1 - дріт; 2 - корпус механізму подачі дроту; 3 - ролики; 4 - наконечники; 5 - повітряне сопло;  
6 - деталь

Рис. 15. Схема електродугового металізатора

Плазмове напилювання полягає в тому, що метал, розплавлений плазмовим струменем, розпилюється та наноситься на відновлювану поверхню тими ж газами, які застосовуються для плазмоутворення і захисту.

За допомогою плазмового струменя, який має високу температуру, можна наносити будь-які тугоплавкі матеріали, карбіди, бори́ди, оксиди з високою швидкістю і рівномірністю. Застосування для плазмоутворення і захисту нейтральних газів аргону, азоту та їх сумішей сприяє мінімальному вигоранню легуючих елементів і окисленню частинок. Плазмові покриття мають високу щільність і міцність зчеплення з основним металом.

Питання для самоконтролю

1. Які існують способи газотермічного напилювання?
2. Яке значення має зносостійкість поверхонь тертя, та як вона впливає на ресурс деталей?
3. Який вплив має твердість і пористість нарощених поверхонь на стійкість проти зношення відновлених деталей?
4. Суть газополум'яного напилювання, режими, матеріали, переваги, недоліки та застосування.
5. Суть металізації, режими, матеріали, переваги, недоліки та застосування.
6. Чому твердосплавні матеріали є тугоплавкими?
7. Що таке плазма та як її можна одержати?
8. Суть плазмового напилювання, режими, матеріали, переваги, недоліки та застосування.
9. Правила охорони праці при виконанні зварювально-наплавлювальних робіт.

### **Відновлення деталей полімерними матеріалами та пластичним деформуванням**

Полімери - це особливий клас конструкційних матеріалів, які різняться спецкарткою фізичних, механічних, технологічних і спеціальних властивостей, обумовлених особливістю фізичної будови високомолекулярних речовин. Із різних видів полімерів можуть бути виготовлені пластмаси, плівки, волокна, гума, клеї, герметики, лаки, суспензії, емульсії тощо. Для отримання цієї продукції в більшості випадків застосовують полімери у вигляді композицій з іншими матеріалами.

У склад технічних продуктів із полімерних матеріалів, крім полімера, який є основною складовою частиною, входять наповнювачі, затверджувані, пластифікатори, стабілізатори, фарбники, речовини, які полімеру надають властивість не згорання, та інші добавки. Але полімер є основою, яка визначає характерні властивості композиції, і в усіх випадках входить у склад технічного продукту.

Класифікацію полімерних матеріалів, які в більшості випадків використовуються в ремонтному виробництві наведено у схемі 30.

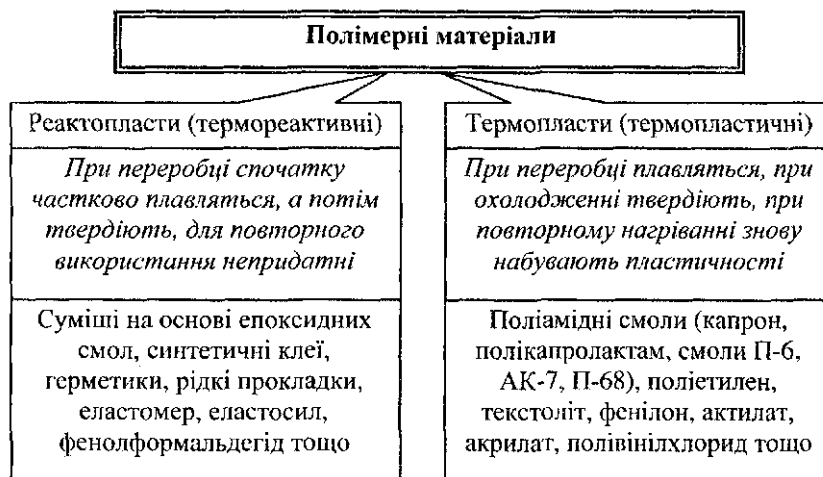


Схема 33. Класифікація полімерних матеріалів

Ефективне використання для відновлення зношених деталей нанесенням сучасних антифрикційних матеріалів, розроблених на кафедрі ремонту машин і технології металів Подільського державного аграрно-технічного університету (ПДАТА). Це антифрикційні композиції на основі фторопласту (графітопласт КВ, флубон-20), вуглецево-шіастикові і вуглецево-графітні антифрикційні матеріали (графітопласт ДІСЗ, антигліміт АТМ, епоксиліт, масляніт), антифрикційні текстоліти ИТК-С, ПТГ-1), антифрикційна композиція ФФС тощо. Так, при використанні антифрикційної композиції ФФС, що містить подрібнений склонаповнений матеріал АГ-4В, колоїдний графіт СІ, дисульфід молібдену ДМ-1, порошковий поліамід 12АПН-Б для підновлення з'єднання з підшипниками ковзання зносостійкість підвищується в 2-2,5 разу.

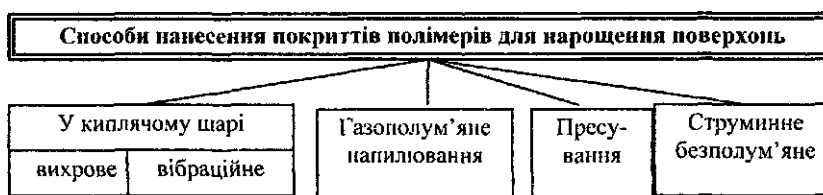


Схема 34. Способи нанесення покриттів полімерів

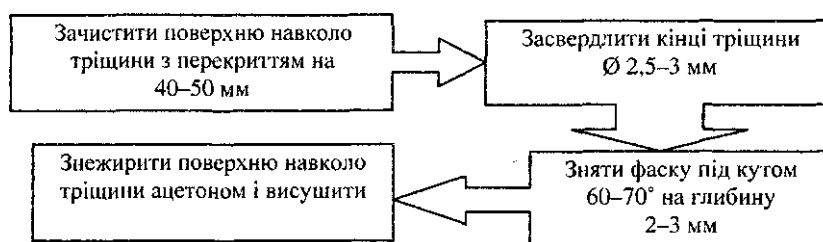


Схема 35. Послідовність підготовки тріщини до заклеювання

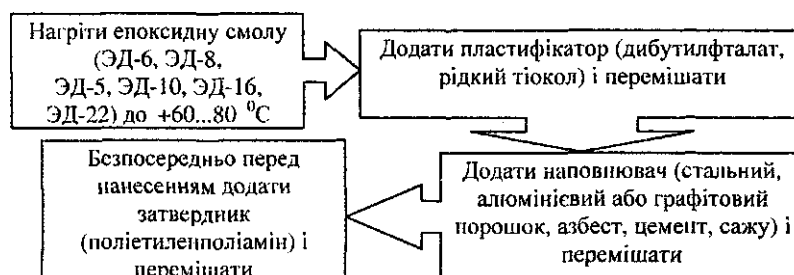
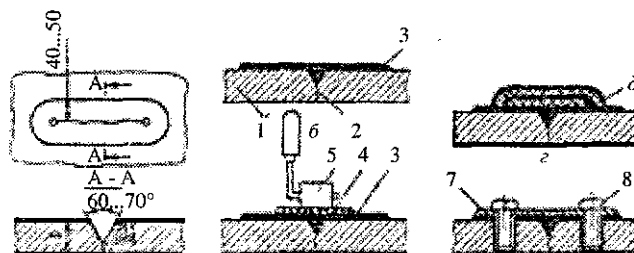


Схема 36. Послідовність приготування епоксидної композиції

Склад епоксидної композиції на основі епоксидної смоли ЗД-16 готується у вагових долях по одному з наступних рецептів (табл. 13).

Таблиця 13. Склад епоксидних композицій

Назва компоненту	Склад А	Склад Б	Склад В	Склад Г	Склад Д
Епоксидна смола	100	100	100	100	100
Дибутилфталат	10-15	15	15	15	45
Залізний порошок		160			
Цемент			120		
Алюмінієва пудра				25	
Поліетиленполіамін	8	8	8	8	5



а

б

в

а - розробка тріщин під заробку епоксидною композицією; б - нанесення першого шару епоксидної композиції; в - накладання накладки на тріщину і прикочування роликком; г - нанесення епоксидної композиції на другу накладку; д - зароблювання тріщини при її довжині понад 150 мм: 1 - деталь; 2 - тріщина; 3 - епоксидна композиція; 4, б - накладки із склотканини; 5 - ролик; 7 - металічна накладка; 8 - болт.

Рис. 16. Схеми ремонту тріщин епоксидною композицією

В останній час широко використовуються ефективні готові до використання клейові композиції на основі епоксидних смол типу "холодне зварювання": однокомпонентні фірм Ні-Оеаг (США), Саг Со (США) АКЕХОїМЗ (Італія), УІС (Нідерланди) та ін.; двокомпонентні фірм Про 8еа1 (США), ШСТІТЕ (США), УЕК8АСНЕМ (США), МАШОБ (Німеччина), УН- (Німеччина), ОПАБСО (Франція) та ін. Важливими є простота й універсальність використання, чудова адгезія, швидке затвердіння, висока міцність з'єднань. Так, тріщини, заклеєні шпаклівкою "Швидка сталь" ("Швидка сталь") фірми Ні-Сеаг мають твердість до НКС 85, міцність на розтягування 107 МПа, на стискання 322 МПа, на зсув 14,3 МПа, витримують температуру до +260 °С, а деталі, заклеєні пастою "Тьегшо 8іеел" фірми Саг Оо витримують температуру до +1316 °С в умовах вібрацій і механічних навантажень.

Клеї ВС-10Т, ВС-350, БФ-52Т застосовують для приклеювання фрикційних накладок муфт зчеплення, гальм та інших деталей. Ефективне використання сучасних клеїв, герметиків, рідких прокладок, фіксаторів фірм ЕОСТІТЕ, Про 8еа1, АВІЮ (США), КІТЕ-БІОК компанії СНЕМЕНСЕ Псі (Велика Британія), ОШГТІЮБ (Швеція), УІС, СШАБСО та ін.

Пластичне деформування - здатність деталей змінювати форму і розміри на основі перерозподілу металу під дією зовнішніх сил.

У холодному стані відновлюють деталі з низьковуглецевих сталей і кольорових металів, при цьому структура металу не змінюється, але підвищується твердість і зменшується в'язкість.

У гарячому стані, нагріваючи до температури 0,7-0,9 % від температури плавлення, відновлюють деталі з середньо- і високовуглецевих та легированих сталей, при цьому прикладені зусилля значно зменшуються, але змінюється структура і механічні властивості металу.

Класифікацію способів відновлення подано у схемі 37.

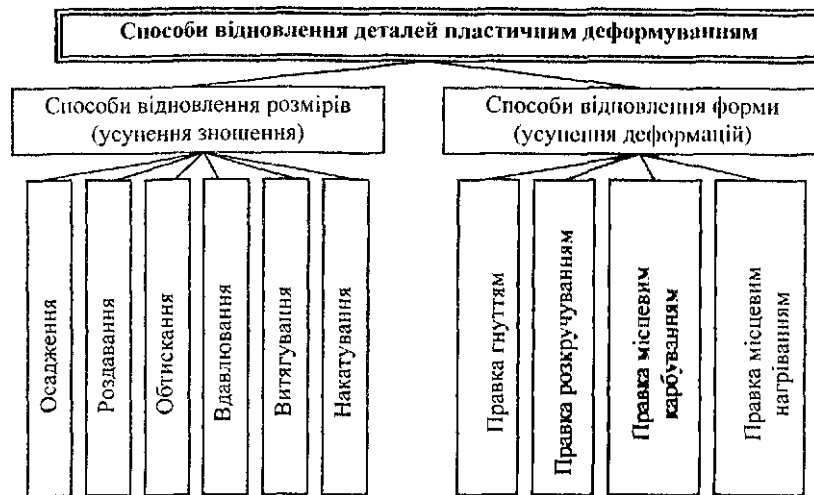
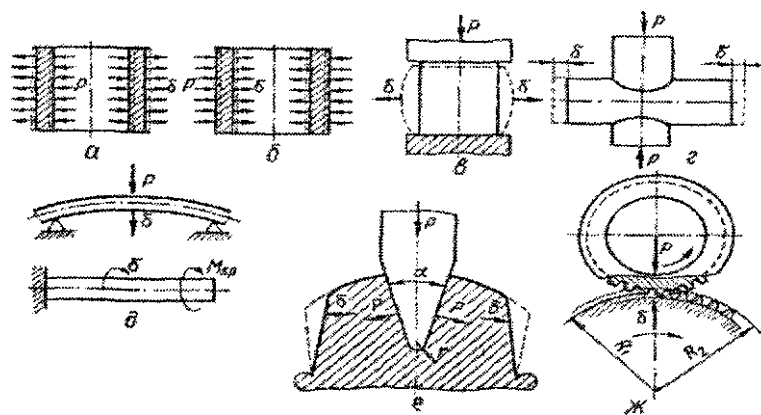


Схема 37. Класифікація способів відновлення деталей пластичним деформуванням



а - роздавання; б - обтискання; в - осаджування; г - витягування; д - правлення; е - вдавлення; ж - накатування;  $K_1$ ,  $K_2$  - радіуси відповідно до і після відновлення.

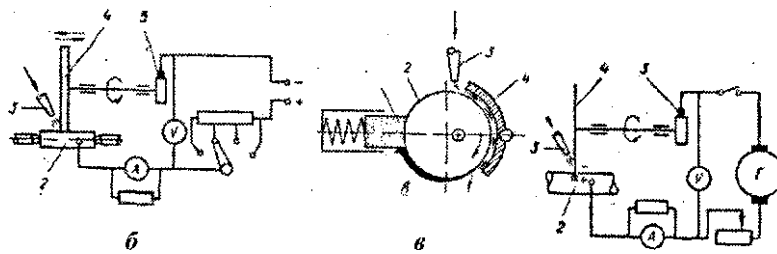
Рис. 17. Схеми компенсації зношеного шару пластичним деформуванням

#### Питання для самоконтролю

1. Для яких цілей при ремонті машин використовують полімери?
2. На які групи розділяють полімерні матеріали та їх властивості?
3. Якими способами наносять полімери для нарощення зношених поверхонь?
4. Яка послідовність підготовки тріщини до заклеювання?
5. Назвати послідовність і режими приготування та нанесення епоксидної суміші.
6. Які синтетичні клеї та для яких цілей використовують при ремонті машин?
7. Для яких цілей використовують способи пластичного деформування?
8. Для яких матеріалів проводиться пластичне деформування в холодному та гарячому стані?

При використанні струмопровідного абразивного круга й електроліту: 20-відсоткового розчину кухонної солі з додаванням емульсолу обробка називається електроабразивним шліфуванням.





а - різання; б - шліфування; в - чистова доводка; 1 - абразивний інструмент; 2 - оброблювана деталь (анод); 3 - сопло для пода і електроліту; 4 - катод; 5 - струмознімач.

Рис. 18. Схема анодно-механічної обробки

Таблиця 14. Режими анодно-механічної обробки

Показники	Різання металу діаметром до 300 мм	Загострювання інструменту	Шліфування		
			чорнове	чистове	оздоблювальне
Напруга холостого ходу, В	24-32	20-24	20-24	11-20	6-24
Напруга робочого ходу, В	20-28	10-22	16-20	14-16	4-5
Щільність струму, А/мм <sup>2</sup>	0,7-5,0	0,01-0,25	0,08-1,5	0,03-0,07	0,005—0,01
Швидкість переміщення електроду, м/с	15-20	12-20	20-30	20-30	0.5-1,0
Питомий тиск, МПа	5-20	2-15	5-15	5-15	5-50
Матеріал електроду	сталь	чавун	сталь	чавун, мідь	електронеїтральний інструмент 2-3
Інтенсивність знімання металу, мм/хв	2000-6000	1-200	10-300	2-15	
Шорсткість поверхні, мкм	K <sub>r</sub> =80-160	K <sub>z</sub> =0,4-10	K <sub>a</sub> =0,8-2,5	K <sub>ч</sub> =0,16-0,63	K <sub>оз</sub> =0,025-0,16

#### Питання для самоконтролю

1. Для чого при ремонті машин використовують лазерні технології?
2. Яка щільність світлової потужності лазерного променя використовується для різних операцій лазерних технологій?
3. Дати поняття про електроерозійні (електроіскрові) технології та їх використання при ремонті машин.
4. Дати поняття про термомеханічну й електромеханічну обробку та їх використання в ремонтному виробництві.
5. Дати поняття про анодно-механічну обробку й електро-абразивне шліфування та їх використання в ремонтному виробництві.

#### Відновлення деталей електролітичними способами

Електролітичні (гальванічні) покриття ґрунтуються на явищі електролізу, електрохімічного процесу, який проходить між анодом (+) і катодом-деталлю (-) в електроліті (розчині кислоти, лугу або солі) і супроводжується осадженням на катоді металу.

Схему електричного покриття подано у рис. 19.

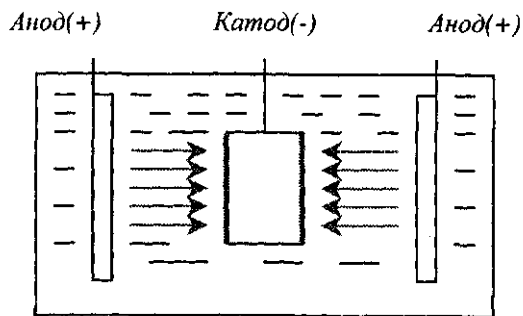


Рис. 19. Схема електролітичного (гальванічного) покриття її



Схема 38. Послідовність підготовки деталі до електролітичного (гальванічного) нароснення

Таблиця 15. Види й основні характеристики гальванічних покриттів

Вид гальванічного покриття	Електроліти	Матеріал анода	Застосування
1	2	3	4
Осталювання (залізнення)	Холодні і гарячі: • хлористий $\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O} + \text{N301}$ ; • сірчаноокислий $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O} + \text{FeCl}$	Сталь 10, 20	Відновлення сталевих і чавунних деталей. Місцеве осталування - відновлення отворів у корпусах
Хромування	$\text{CrO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ та ін.	Свинець	Відновлення і зміцнення сталевих деталей, захист від корозії
Нікелювання	$\text{NiSO}_4 + \text{NiCl}_2 + \text{H}_3\text{BO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{HCl}$	Нікель Н1	Захист від корозії, декоративна мета, підшар при декоративному хромуванні, відновлення плунжерів тощо
Міднення	$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O} + \text{H}_2\text{SO}_4$	Мідь М1, М2	Відновлення бронзових втулок, підшар при нікелюванні

Для підвищення продуктивності праці використовують способи гальванічних покриттів: струминне покриття, електролітичне натирання, покриття в проточному електроліті, а для спрощення процесу осталування отворів у корпусних деталях - місцеве осталування. Для відновлення бронзових втулок використовують термодифузійне цинкування, що проводиться без електричного струму.

Питання для самоконтролю

1. У чому полягає суть процесу електролізу?
2. Які способи електролітичного нароснення використовують під час ремонту?

3. Назвати склад основних електролітів та режими осталювання.
4. Назвати склад основних електролітів та режими хромування.
5. Як проводиться підготовка деталей до гальванічного покриття?
6. Які способи гальванічних покриттів використовують для підвищення продуктивності праці, їх суть?
7. У чому полягає місцеве осталювання?
8. Правила охорони праці при проведенні гальванічних робіт.

### **Тема: Ремонт блок-картерів і гільз**

Таблиця 16. Основні дефекти і способи ремонту блоків циліндрів

Назва дефектів	Способи ремонту
Накип, відкладання	Миття, виварювання в соляних розчинах
Тріщини, пробоїни	Холодне зварювання (чавунні блоки); аргонно-дугове зварювання (алюмінієві блоки); заклеювання; фігурні вставки
Зношення гнізд корінних підшипників (овальність, конусність, неспіввісність)	Розточування і хонінгування до ремонтного розміру (0,5 мм - для СМД-60 і КамАЗ-740); шліфування кришок по площині прилягання на 0,3-0,5 мм, розточування і хонінгування до нормального розміру; нанесення епоксидних сумішей; наплавлення дротом ПАНЧ-11/12; електроконтактне приварювання стрічки
Зношення втулок розподільного вала	Заміна втулок
Жолоблення привалкової до головки площини понад 0,15 мм	Площинне шліфування, фрезерування, притирання пастою на плиті
Пошкодження різьбових отворів	Пружинні спіральні вставки, різьбові ступінчасті вкрутки, ступінчасті шпильки

До і після ремонту блоки та головки циліндрів піддають гідравлічному випробуванню на стендах КИ-5372 тощо під тиском 0,4-0,5 МПа протягом 3 хв.

Допустимі овальність і конусність циліндрів - до 0,03 мм (для двигунів ЗМЗ і СМД-14НГ/18Н/ 19Т/ 20/ 21/ 23/ 31А - 0,02 мм) - перевіряється індикаторним нутромір.

Основний спосіб ремонту ЦПГ - спосіб ремонтних розмірів, який полягає в розточуванні і наступному хонінгуванні (попереднє і чистове) циліндрів до ремонтного розміру та комплектуванні з новими поршнями відповідного ремонтного розміру.

Таблиця 17. Ремонтні розміри циліндрів автотракторних двигунів, міліметрів

Марка двигунів	Розміри			
	Н (СТ)	Р1 (Р)	Р2	Р3
ГАЗ-52	81,88	82,5	83,0	83,5
ЗМЗ-53/ -402/ -406	92,0	92,5	93,0	93,5
ЗИЛ-130/-508-10	100,0	100,5	101,0	-
КамАЗ-740	120,0	11с передбачено		
ЯМЗ-236/ 238Н /240	130,0	130,5		-
СМД-60/62/64/66/72	130,0	130,7		-
СМД-18Н/19/23/31А	120,0	120,7		-
Д-240/ 243/ 245/ 65Н	110,0	110,7		-
Д-21 А/ -120/ -144	105,0	105,7	-	-

останній час для автомобільних двигунів замість розточування використовують технологію плосковершинного (платохонінгування) хонінгування за три прийоми (обдирне, напівчисте і чисте). На закордонних ремонтних підприємствах за технологією фірм МАНБЕ та КоїБепзсБтісН (Німеччина) широко впроваджується фінішне платохонінгування спеціальними щітками, волокна яких (стальні або нейлонові) покриті керамікою (карбідом кремнію тощо) або мають мілкі стальні кульки на кінцях. Це дає більш високу якість і зносостійкість обробленої поверхні, краще припрацювання та більший ресурс ЦПГ. Ця технологія також впроваджена в Київському "Мотор Ремонт Центрі" фірми "Моїогепіаііе-Україна", який має сертифікат фірми КоїБепзсБтісН.

При використанні ремонтних розмірів, а також якщо такі розміри не передбачені (двигуни КамАЗ-740, А-41) циліндри відновлюють до нормального розміру такими способами:

- постановка сухої гільзи з марганцевистого або титаноміднистого чавуну (для циліндрів у моноблоці);
- постановка пружної сталевий (сталь 65Г, У8 А, У10А) стрічки товщиною 0,5-0,7 мм з наступним розкачуванням вібруючими кульками;
- термоосадження (нагрівання СВЧ із наступною термофіксацією);
- хромування в проточному електродіті;
- електроконтактне напикання порошків.

Висока якість після відновлення дає змогу отримати використання лазерного зміцнення на установках "Квант-16" та "Квант-18".

Питання для самоконтролю

1. Назвати технічні вимоги на вибракування блоків циліндрів.
2. Як проводиться гідравлічне випробування блоків циліндрів?
3. Перерахувати можливі дефекти блоків та способи їх усунення.
4. Пояснити суть ремонту ЦПГ способом ремонтних розмірів.
5. Назвати ремонтні розміри основних автотракторних двигунів.
6. Назвати способи відновлення циліндрів до нормального розміру.
7. Як проводиться контроль якості ремонту блоків і гільз?
8. Правила охорони праці при ремонті блоків циліндрів і гільз.

### **Тема: Ремонт кривошипно-шатунного механізму (КШМ)**

Таблиця 18. Основні дефекти і способи ремонту колінчастих валів

Назва дефектів	Способи ремонту
Прогин (биття фланця > 0,03 мм)	Правка: • місцевим карбуванням; • термофіксацією
Забруднення масляних каналів	Миття й очищення
Тріщини, зломи	Бракування
Зношення (овальність і конусність) та задирки корінних і шатунних шийок	Ремонт: шліфування до ремонтного розміру (через 0,25 мм) з наступним поліруванням та комплектування з новими вкладишами Відновлення: <ul style="list-style-type: none"> <li>• широкошарове наплавлення під флюсом;</li> <li>• електроконтактне напикання порошків; « газополум'яне напилування;</li> <li>• плазмове напилування; ' металізація</li> </ul>

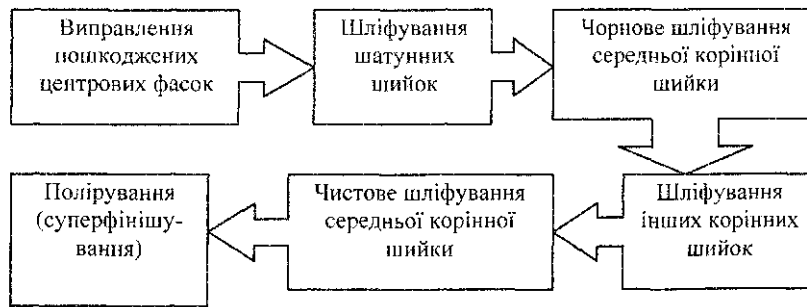


Схема 39. Послідовність ремонту шийок колінчастих валів

Після ремонту і відновлення колінчасті вали обов'язково балансують динамічно окремо і разом з муфтами зчеплення на балансувальних машинах БМ-У4 або КИ-4274.

Таблиця 19. Основні дефекти і способи ремонту шатунів

Назва дефектів	Способи ремонту
Тріщини, зломи	Бракування
Згин і скручування	Нагрівання СВЧ або газом до 450-600 °С, витримка 2-3 год і правка з термофіксацією (стабілізацією)
Зношення втулки верхньої головки	Ремонт: розточування до ремонтного розміру пальця в шатуні з наступним дернуванням або розкатуванням Відновлення: * осадження в шатуні: • термодифузійне цинкування
Зношення отвору під втулку верхньої головки	Ремонт: розточування до ремонтного розміру (через 0,5 мм) втулок; Відновлення: місцеве осталювання
Зношення отвору нижньої головки	Розточування і хонінгування до ремонтного розміру (0,5 мм - для СМД-60 і КамАЗ-740): шліфування кришок по площині прилягання на 0,1-0,2 мм, розточування і хонінгування до нормального розміру Відновлення: місцеве осталювання

Способи відновлення поршневих пальців:

- холодне роздавання з наступним гартуванням у маслі;
- гідротермічне роздавання (нагрівання СВЧ на установці ЛПЗ-107 до 790-830 °С протягом 20-25 с і пропускання через отвір холодної води під тиском 0,4-0,5 МПа протягом 14-16 с) з наступним шліфуванням за довжиною (торцеве) і діаметром;
- хромування (осталювання).

Після відновлення поршневі пальці шліфують на безцентрово-шліфувальному верстаті і полірують до шорсткості  $Ka=0.16-0.32$  мкм.

Таблиця 20. Технічні вимоги до комплектування ШПГ

Марка двигунів	Розмірні групи пальців		Розмірні групи поршнів за діаметром циліндра				Допустима різниця маси, г		
			Н(СТ)	Р1 (Р)	Р2	Р3	поршнів	шатунів	ШПГ
ЗМЗ-53/402/ -406	-		А, Б, В,Г,Д	Е, Ж, З,И,К	Л,М Н, О, П	Р, С,Т, У,Ф	3	10	8
ЗИД-ІЗО/-508-10			А, Б, В,Г,Д, Е	Ж,З,И,К,Л,М	Н,О,П, Р, С,Т	-	12	-	16
ЯМЗ-236/238Н/240Б	Б	Б-Б	А, Б, В, Г, Е, Ж	р	-	-	20	10	20
СМД-18Н/19/ 23/ 31А			М, С, Б	р	-	-	12	10	20
СМД-60/62/64/66/7 2			М,Б	РМ, РБ	-	-	14	7	12
Д-65Н/ - 240/-245			М, С, Б	РМ, РС,РБ	-	-	15	5	30
Д-21А/ - 120/-144	01	02	М, С, Б	РМ, РС, РБ	-	-	10	10	20

## Питання для самоконтролю

1. Назвати можливі дефекти колінчастих валів і способи їх усунення.
2. Яка послідовність обробки шийок колінчастих валів до ремонтного розміру?
3. Назвати можливі дефекти шатунів і способи їх усунення.
4. Які способи відновлення поршневих пальців?
5. Технічні умови на контроль якості ремонту деталей КШМ.
6. Як проводиться комплектування і підгонка ШПГ?
7. Правила охорони праці при ремонті КШМ.

## Тема: Ремонт механізму газорозподілу

Таблиця 21. Основні дефекти і способи ремонту головок циліндрів

Назва дефектів	Способи ремонту
Накип, відкладання	Миття, виварювання в соляних розчинах
Тріщини, пробоїни	Гаряче і холодне зварювання (чавунні головки); аргонно-дугове зварювання (алюмінієві головки); заклеювання; фігурні вставки
Зношення отворів напрямних втулок клапанів	Заміна втулок; відновлення за технологією фірм 8ІЖЖМ та №\УА\ (США) - нарізання внутрішньої різьби твердосплавними роликами без випресування
Жолоблення при валкової до блока площини понад 0,15 мм	Площинне шліфування, фрезерування, притирання пастою на плиті
Зношення і прогорання фасок клапанних гнізд	Заміна вставних гнізд; фрезерування (чор. - 45°, 15 <sup>н</sup> , 15°, чис. - 45°); планетарне шліфування (безпритирочна технологія); обробка спеціальними профільними різцями за технологією фірм 5ШЖМ та МІКА (США); кільцювання; наплавлення дротом ПАНЧ-11

Таблиця 22. Основні дефекти і способи ремонту деталей клапанного механізму

Назва деталей	Назва дефектів	Способи ремонту
Клапани	Згин (биття > 0,05 мм)	Правка
	Зношення і прогорання робочих фасок	Шліфування; обробка різцевою головкою Cizmatic за безпритирочною технологією фірми NEWAY (США); плазмове напилювання; газополум'яне напилювання; наплавлення СВЧ порошків; електроконтактне напикання; термічне осадження
	Зношення стержня за діаметром	Шліфування; осталювання, хромування
	Знос торця стержня	Шліфування; наплавлення СВЧ
Пружини	Усадка	Термофіксація (розтягування, нагрівання струмом до 400-450 °С і охолодження повітрям); накатування роликом
Коромисла	Зношення бойків	Шліфування за профілем; наплавлення сормайтотом
	Зношення втулок	Заміна втулок
Вісі коромисел	Зношення зовнішньої поверхні	Осталювання (хромування); шліфування
	Згин	Правка
Штовхачі	Зношення стержня	Хромування (осталювання); вібродугове наплавлення
	Зношення торця тарілки	Наплавлення електродом Т-590; шліфування

Для кращого прилягання до гнізд клапани притирають абразивними пастами на стендах ОР-6687М, ОПР-1841А або вручну до ширини притертого пояса 1,5-2,5 мм.

На деяких спеціалізованих ремонтних підприємствах для зменшення трудомісткості робіт і підвищення якості оброблених поверхонь використовують прогресивні безпритирочні технології ремонту робочих фасок клапанів і гнізд:

- зміцнення робочих фасок клапанів після шліфування і гнізд після фрезерування накатуванням роликами;
- планетарне або ексцентричне шліфування сидла на кут 45°, а клапана на кут 44° (італійська технологія);
- ручна обробка спеціальними різцями з карбіду вольфраму з формуванням мікрорельєфу типу "гребінка" різцевими головками Gizmatic за технологією фірми MEWAY (США).

Таблиця 23. Основні дефекти і способи ремонту розподільних валів

Назва дефектів	Способи ремонту
Прогин (> 0,05 мм)	Правка
Тріщини, зломи	Бракування
Зношення (овальність і конусність > 0,1 мм) та задирки шийок	Ремонт: шліфування до ремонтного розміру втулки Відновлення: <ul style="list-style-type: none"> <li>• вібродугове наплавлення;</li> <li>• осталювання (хромування)</li> </ul>

Зношення кулачків	Ремонт: шліфування до ремонтного розміру на копіювально-шліфувальному верстаті за контуром із збереження висоти профілю з наступним поліруванням Відновлення: <ul style="list-style-type: none"> <li>• наплавлення електродом Т-590;</li> <li>• вібродугове наплавлення;</li> <li>• газополум'яне напилювання;</li> <li>• плазмове напилювання;</li> <li>• електроконтактне напикання порошків;</li> <li>• металізація;</li> <li>• хромування</li> </ul>
-------------------	---

#### Питання для самоконтролю

1. Назвати основні дефекти і способи ремонту головок циліндрів.
2. Як проводиться гідравлічне випробування головок циліндрів?
3. Назвати основні дефекти і способи ремонту деталей клапанного механізму.
4. Як проводиться притирання клапанів до гнізд?
5. У чому полягає суть прогресивних безпритирочних технологій ремонту фасок клапанів і гнізд?
6. Назвати основні дефекти і способи ремонту розподільних валів.
7. Як проводиться контроль якості ремонту механізму газорозподілу?
8. Правила охорони праці при ремонті механізму газорозподілу.

### Тема: *Ремонт систем мащення і охолодження*

#### Ремонт системи мащення

Таблиця 24. Основні дефекти і способи ремонту вузлів системи мащення

Назва вузлів	Назва дефектів	Способи ремонту
Масляний насос	Знос колодязя корпусу	Цинкування; остальювання
	Зношення зубів і торця шестерень	Заміна шестерень; шліфування торців до однакової висоти
	Торцевий знос кришок	Шліфування
	Зношення отворів бронзових втулок	Термодифузійне цинкування; розвертання до ремонтного розміру валика
	Зношення валиків	Хромування, остальювання; шліфування
	Пошкодження сітки маслоприймача	Паяння припоєм ПОС
	Зношення кулькових клапанів і гнізд	Зенкування гнізда і осадження кульки в гнізді
Відцентрові фільтри	Забруднення ротора	Очищення і миття
	Забивання форсунок	Прочищення і продування
	Зношення шийок вісі ротора	Хромування, остальювання; шліфування
	Зношення втулок вісі ротора	Заміна втулок; розвертання до розміру шийок

Зібрані масляні насоси піддають обкатці і випробуванню на продуктивність на стендах КИ-5278М та КИ-9158.



### Питання для самоконтролю

1. Основні дефекти та способи ремонту масляних насосів.
2. Основні дефекти та способи ремонту масляних фільтрів.
3. Технічні вимоги на складання масляних насосів.
4. Як проводиться обкатка і випробування масляних насосів?
5. Правила охорони праці при ремонті системи мащення.

### Ремонт системи охолодження

Таблиця 25. Основні дефекти і способи ремонту вузлів системи охолодження

Назва вузлів	Назва дефектів	Способи ремонту
Рідинний насос	Тріщини	Заварювання, заклеювання
	Зношення отворів корпусу під підшипники	Місцеве остальювання; постановка сталюї стрічки; епоксидними сумішами
	Зношення шийок валика	Хромування; наплавлення в середовищі CO <sub>2</sub>
	Зношення, корозія і тріщини крильчаток	Виготовлення крильчаток литтям з волокніту чи капрону
Вентилятор	Знос струмків шківів	Проточування
	Знос отворів шківів	Остальювання
	Послаблення заклепок	Підтягування
	Деформація лопаток	Правка за шаблоном
Радіатор	Накип	Миття і виварювання
	Деформації пластин	Правка гребінкою
	Пошкодження трубок	Паяння припоєм ПОС-30; глушіння; заміна; гільзування; заклеювання
	Пошкодження бачків	Паяння припоєм ПОС-30, Л-62; заклеювання

Крильчатки в зборі з валиками динамічно балансують.

Після ремонту рідинні насоси обкатують і випробовують на стендах КИ-16378, КИ-1803, ОР-8899, ОР-9822 тощо.

Вентилятори в зборі з шківів статично балансують.

До і після ремонту радіатори піддають гідравлічному випробуванню на стендах КИ-13771, КИ-2002 тощо під тиском 0,05-0,15 мПа протягом 3-5 хв.

### Питання для самоконтролю

1. Основні дефекти і способи ремонту рідинних насосів.
2. Які технічні вимоги на складання, обкатку і випробування рідинних насосів?
3. Основні дефекти та способи ремонту вентиляторів.
4. Основні дефекти та способи ремонту радіаторів.
5. Як проводиться гідравлічне випробування радіаторів?
6. Правила охорони праці при ремонті системи охолодження.

## Тема: Ремонт систем живлення

Таблиця 26. Основні дефекти деталей паливних насосів високого тиску та способи ремонту

Назва деталей	Назва дефектів	Способи ремонту
Корпус	Тріщини	Заварювання; заклеювання
	Зношення отворів	Встановлення втулок
Кулачковий вал	Тріщини, зломи	Бракування
	Прогин $> 0,05$ мм	Правка
	Зношення шийок	Осталювання; напикання порошків; приварювання стрічки
	Зношення кулачків і ексцентриків	Ремонт: шліфування за контуром з наступним поліруванням Відновлення; <ul style="list-style-type: none"> <li>• вібродугове наплавлення;</li> <li>• газополум'яне напилювання;</li> <li>• плазмове напилювання;</li> <li>• напикання порошків;</li> <li>• хромування</li> </ul>
Прецизійні пари (плунжери - втулки; нагнітальні клапани - гнізда)	Зношення (втрата гідравлічної щільності)	Ремонт: перекомплектування з притиранням Відновлення: хромування; обтискання втулок і гнізд; обробка плунжерів і клапанів - суперфінішування, втулки - хонінгування і комплектування з притиранням
Підкачувальний насос	Зношення поршнів і отворів	Хромування і шліфування поршня; розточування отвору
	Спрацювання клапанів і гнізд	Заміна клапанів, фрезерування гнізд і притирання

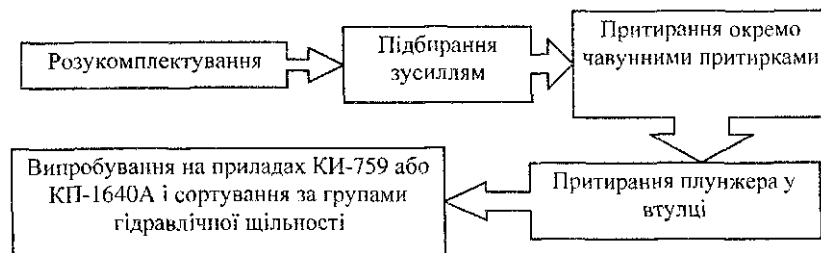


Схема 40. Послідовність перекомплектування плунжерних пар

Таблиця 27. Показники перевірки і регулювання форсунок на приладах КИ-562А, КИ-3333, КИ-15706. КИ-2203М

Тип або марка форсунок	Марки двигунів	Максимальний тиск при перевірці герметичності, МПа	Інтервал падіння тиску за час не менше 2 с, МПа	Робочий тиск впорскування, МПа
ФД-22	Д-240/ 243/ 245/ 65Н, СМД-18Н/ 19/23/31А/ 60/ 62/64/72	25	23-21	17,5-18,0

236-1112010-Б2	ЯМЗ-236/ -238Н/ -240Б	30	28-23	16,5-17,0
6А1-20СІ	А-41/01М	30	28-23	15,0-15,5
6Т2-20с1-2Д	Д-21А/ 120/- 144/-145	25	23-21	17,0-17,5
33.1112010	КамАЗ-740	30	28-23	18,0-18,5

Зношені розпилювачі, що не задовольняють технічні умови перекомплектують з притиранням, аналогічно плунжерним парам, голки розпилювачів можна відновлювати нікелюванням або хромуванням.

**Значення регульовальних параметрів наливних насосів при регулюванні на стендах**  
**КИ-921М, КИ-22201А, КИ-625І, КИ-22204, КИ-22205**

Паливний насос	Діаметр	Частота обертання, об/хв				При б <sub>ном</sub>		При макс. М <sub>р</sub>		Кут похибки випорскування за стробоскопом, град
		пониження регулятора	номинальна	холодного ходу	при максимальному М <sub>р</sub>	число циклів	середня подія палива, см <sup>3</sup>	число циклів	середня подія палива, см <sup>3</sup>	
11НД-240Б	ЯМЗ-240Б	960 - 970	950	1020	750	900	84	750	79 - 83	23
11НД-238Н	ЯМЗ-238НБ	860 - 870	850	910	600	750	85	600	79 - 83	24
11НД-740	КамАЗ-740	1320 - 1330	1300	1500	900	1000	76	1000	78	42
1СТ1-9010	СМД-18Н	915 - 925	900	1020	960	900	90	1000	48	44
1СТ1-9010	СМД-19/20	960 - 970	950	1020	700	750	97	600	86 - 97	44
1СТ1-9010	СМД-23	1015 - 1025	1000	1100	1060	500	79	500	29	44
6НН9010	СМД-31А	1015 - 1025	1000	1080	-	750	120	-	-	-
УН-5ПД	Д-65Н	885 - 895	875	935	600	875	63	600	55 - 58	46
УН-5А	Д-240	1110 - 1120	1100	1180	750	1100	82	950	81 - 85	45
УН-5А	Д-241	1060 - 1080	1050	1135	700	1050	73	950	81 - 85	45
УН-5А	Д-144-07	1010 - 1020	1000	1070	700	1000	63	600	55 - 58	47
УН-5А	Д-245	1110 - 1120	1100	1180	750	900	93	600	72 - 76	45
1Д-22/6Б4	СМД-62	1060 - 1070	1050	1135	750	750	86	650	88 - 93	140
1Д-22/6Б4	СМД-64	960 - 970	950	1020	750	750	84	650	82 - 93	140
1Д-22/6Б4	СМД-66	960 - 970	950	1020	750	750	89	650	91 - 96	140
1Д-22/6Б4	СМД-72	1060 - 1070	1050	1135	750	600	82	500	77 - 87	140
1Д-21/4-14	Д-144-32	910 - 920	900	965	650	900	52	600	55 - 58	160
1Д-21/2-4	Д-21А1	905 - 915	900	1020	970	900	54	950	19	160
1Д-21/2-4	Д-21А2	805 - 815	800	910	865	800	47	850	17	160

Таблиця 28. Основні дефекти вузлів бензинових систем живлення і способи ремонту

Назва вузлів	Назва дефектів	Способи ремонту
Карбюратор	Забруднення деталей	Промивання, очищення і продування
	Тріщини корпусу	Заклеювання; заварювання
	Тріщини поплавка	Паяння припоєм ПОС-30
	Спрацювання отворів жиклерів	Запаювання, свердління, розвертання і калібрування

	Негерметичність голчастого клапана з гніздом	Шліфування клапана, фрезерування гнізда і притирання клапана до гнізда
Діафрагмовий бензонасос	Тріщини корпусу	Бракування
	Усадка пружин	Заміна пружин
	Пошкодження діафрагми	Заміна діафрагми
	Негерметичність клапанів	Заміна клапанів, цинкування, фрезерування гнізд і притирання
	Жолоблення площин корпусу і кришки	Площинне шліфування і притирання на плиті
	Зношення важелів у місці контакту з ексцентриком	Наплавлення й обробка за шаблоном
Електричний бензонасос	Вихід з ладу	Бракування
Інжекторні форсунки	Смолисті відкладання	Очищення (ультразвукове, кавітаційне, під тиском)
	Знос клапана	Бракування
Датчики	Вихід з ладу	Бракування
Паливний бак	Забруднення	Промивання
	Тріщини	Паяння, заклеювання
	Вм'ятини	Рихтування
Паливопровод	Тріщини, зминання, переломи, перетирання	Відрізання, паяння або газове зварювання; припаювання з'єднувальної муфти
	Знос штуцерів	Відрізання і розвальцьовування

Зібрані бензонасоси випробовують на приладах 374 або 577Б, карбюратори - на приладі НІІАТ-489А.

Для перевірки та якісного кавітаційного очищення інжекторних електромагнітних форсунок Луганським НВО "Енергія" розроблені і впроваджені у виробництво стенди Спрут-1, Спрут-1М та Спрут-Форсаж, а Луганським ЗАТ "Циклон" - стенд Циклон-4. Також Проводять очищення інжекторів за технологіями і матеріалами фірм Winn's (Бельгія) (ультразвукове), CARBOM CLEAN (США) (під тиском) тощо.

#### Питання для самоконтролю

1. Назвати основні дефекти деталей паливних насосів високого тиску та способи їх усунення.
2. Назвати технічні вимоги на складання паливних насосів.
3. Як проводиться випробування і регулювання паливних насосів з регуляторами?
4. Назвати основні дефекти форсунок і способи їх усунення.
5. Як проводиться перевірка і регулювання форсунок?
6. Основні дефекти турбокомпресорів і способи їх ремонту.
7. Основні дефекти карбюраторів і способи їх ремонту. Технічні вимоги на складання та перевірку карбюраторів.
9. Назвати основні дефекти бензонасосів і способи їх ремонту.
10. Як проводиться випробування бензонасосів?
11. Основні дефекти паливних баків і паливопроводів та способи їх ремонту.

## Тема: Ремонт електрообладнання

Таблиця 29. Основні дефекти агрегатів електрообладнання і способи ремонту

Назва агрегатів	Назва дефектів	Способи ремонту
Генератор	Обрив і замикання обмоток	Паяння припоєм ГЮС-40, просочування лаком та сушіння
	Пробій діодів	Заміна діодів
	Спрацювання щіток і кілець	Заміна щіток; зачистка, проточування або заміна кілець
	Знос підшипників	Заміна підшипників
Стартер	Обрив і замикання обмоток	Паяння припоєм ПОС-40, просочування лаком та сушіння
	Зношення втулок	Заміна і розвертання втулок
	Зношення і підгоряння колектора	Проточування, шліфування скляного шкуркою, прочищення ізоляції та знежирення бензином
	Зношення щіток	Заміна щіток
Регулятор напруги; комутатор; конденсатор; котушка запалювання; свічки	Вихід з ладу	Бракування
Переривник-розподільник	Обгорання контактів	Зачищення абразивною пластинкою або заміна
	Зношення втулок	Заміна втулок
	Зношення валика	Хромування з шліфуванням
	Порушення ізоляції кришки і ротора	Заміна кришки і ротора
Магнето	Розмагніченість ротора	Намагнічування ротора
	Знос підшипників	Заміна підшипників
	Тріщини	Заклеювання

Для підтримання акумуляторних батарей (АКБ) у працездатному стані в процесі експлуатації (для запобігання сульфітації пластин) періодично (не рідше одного разу на рік) проводять контрольно-тренувальні цикли (КТЦ) за схемою "розрядження - контроль - зарядження". Сучасні АКБ неремонтопридатні, що відповідає сучасній тенденції, за якою ремонт АКБ вважається економічно недоцільним, а тому несправні АКБ підлягають утилізації і переробці на заводах-виробниках.

Таблиця 30. Перевірка ступеня розрядки акумуляторної батареї

Ступінь розрядки, %	Густина електроліту, г/см <sup>2</sup>
Повністю заряджена	1,26
25	1,22
50	1,18
75	1,16
Повністю розряджена	1,14

### Питання для самоконтролю

1. Як провести приготування електроліту?

2. Як проводиться зарядка акумуляторної батареї?
3. Основні дефекти і способи ремонту агрегатів електрообладнання (генератора, стартера, регулятора напруги, переривника-розподільника, магнето тощо).
4. Назвати технічні умови на перевірку агрегатів електрообладнання на стенді.
5. Правила охорони праці під час ремонту електрообладнання.

**Тема: Складання, обкатка, випробування і контрольний огляд двигунів**



Схема 41. Загальна схема складання тракторного двигуна

Таблиця 31. Моменти затягування болтів і гайок двигунів

Марки двигунів	Моменти затягування гайок і болтів, Н м			
	кришок корінних постелей	кришок шатунів	маховиків	головок циліндрів
ЯМЗ-240Б	-	200-220	250-270	220-240
ЯМЗ-236/ -238НБ	430-470	200-220	200-220	220-250
КамАЗ-740	210-235	-	150-170	190-210
А-41/-0Ш	410-440	200-220	200-220	160-180
СМД-60/ 62/ 64/ 66/ 72	260-280	160-180	200-220	220-240
СМД-18Н/ 19/23/3! А	200-220	140-160	150-170	230-240
Д-240/ -241/- 243/ -245	200-220	140-160	140-160	160-180
Д-65Н/ М	220-260	160-180	70-80	150-170
Д-21А/ -120/ -144	140-160	100-120	120-140	120-130
ЗмЗ-53/ 511/402/ 406	100-110	68-75	76-83	73-78
ЗИЛ-ІЗО/-508-10	110-130	70-80	140-150	70-90

Таблиця 32. Режими холодної обкатки двигунів

Марки двигунів	Частота обертання колінчастого вала, об/хв	Тривалість, хв
ЯМЗ-236/ -238НБ/ -240Б	800-1400	25
КамАЗ-740	600-1400	40
А-41/-01М	700-1500	25
СМД-60/ 62/ 64/ 66/ 68/ 72	400-1500	20

СМД-14НГ/ -18Н/ -19Т/ -20	Без компресії 600-1400 з компресією 1300-1400	50 20
СМД-21/ -23/ -31А	400-1500	20
Д-240/ -241/ -243/ -245	500-950	30
Д-65Н/ М	500-900	35
Д-21А/ -120/ -144	800-1100	35
ЗМЗ-53/-406, ЗИЛ-ІЗО	500-1500	50

Таблиця 33. Режими гарячої обкатки двигунів

Марка двигуна	Частота обертання колінчастого вала, об./хв	Навантаження		Тривалість, хв
		за ваговим механізмом. Н	потужність, кВт	
ЯМЗ-240Б	1500-1900 1700- 1500	-	0-184	130
		-	74-0	20
ЯМЗ-238НБ	1500-1700 повна подача	-	0	30
		-	51-125	80
КамАЗ-740	1400-1600	-	0-132	60
СМД-60/ -66	800-2180 повна подача 2000	-	0	8
		-	15-110	90
		-	118-121	10
СМД-62/ -64/ - 66/ -68/ -72	800-2180 повна подача 2100	-	0	8
		-	15-110	90
		-	129-133	10
СМД-18Н	1400-1800 повна подача	0	0	20
		150-390	20-49	80
СМД-19Т/ -20	1600-2000 повна подача	0	2	20
		220-570	27-72	80
СМД-21/ -23/ - 31А	800-2000 повна подача	0	-	20
		70-585	-	80
Д-240/ -241/-243	1000-1800 повна подача	-	0	20
		-	6-48	80
Д-65Н/ М	1100-1200 повна подача	0	0	20
		170-325	23-43	40
Д-144	1100-1800 повна подача	0	0	30
		54-240	7-33	60
Д-21А	1100-1800 повна подача	0	0	30
		20-130	3-16	60
ЗМЗ-53/ -511	1000 1600 - 2400	0	0	15
		120-300	15-52	75
ЗИЛ-130	1000 1600 - 2400	0	0	10
		50-380	6-66	85

Після закінчення обкатки двигун не зупиняється, а плавно завантажується до номінальної частоти обертання колінчастого вала і проводиться випробування двигуна, під час якого визначають показники. • Потужність двигуна в кіловатах, визначається за формулою:

$$N_e = 0,736 \frac{R_p}{10000 \cdot n},$$

де Р - покази вагового механізму, Н;

п - частота обертання колінчастого вала, об./хв;

п - коефіцієнт корисної дії редуктора (при його наявності).

- Годинна витрата палива в кілограмах за годину визначається за формулою:

$$G_T = 3,6 \frac{g_d}{N_e},$$

де  $g_d$ - маса витраченого палива за час досліду, г;  $I$  - час досліду, с.

• Питома витрата палива (економічність двигуна) в грамах за джоуль визначається за формулою:

$$G_e = 1000 G_T / N_e$$

де  $N_e$  - потужність двигуна в кіловатах;  $G_T$ - годинна витрата палива, кг.

Таблиця 34. Основні показники відремонтованих двигунів

Марка двигуна	$\dot{V}_{ном}$ , об./хв	$N$ , кВт	$O_T$ , кг/год	г/Дж
ЯМЗ-240Б	1900-1950	221-228	55,00	265
ЯМЗ-238НБ	1700-1750	157-160	37,50	245
ЯМЗ-236	2100-2150	132	29,70	225
КамАЗ-740	2600	210	30,00	230
СМД-60/ - 66	1990-2050	121-125	31,50	245
СМД-62/ - 64	2090-2150	129-133	33,30	245
СМД-72	2090-2150	158	35,00	240
СМД-18Н	1800	74	17,02	230
СМД-19Т	1850	111	25,53	230
СМД-20	1890-1950	88	20,86	237
СМД-23	1990-2050	120-127	29,40	245
СМД-31А	1990-2050	162-169	39,20	245
Д-240/ -243	2175-2240	55-59	14,00	265
Д-245	2200	77	18,80	245
Д-65Н/ М	1750-1775	44-48	9,25	251
Д-144	1800-1825	37	10,25	265
Д-21А1	1775-1825	18-21	4,88	265
Д-21А2	1575-1625	15	3,90	265
ЗМЗ-53-11	3200	88	28,39	334
ЗИЛ-ІЗО	3100	110	37,40	340

#### Питання для самоконтролю

1. Яка послідовність загального складання двигунів?
2. Основні технічні вимоги до складання двигунів.
3. Як проводиться укладка колінчастого вала з корінними вкладишами?
4. Як проводиться встановлення шатунно-поршневих груп?
5. Як проводиться встановлення головки циліндрів і регулювання теплових зазорів?
6. Як і на яких режимах проводиться холодна обкатка двигунів?
7. Як і на яких режимах проводиться гаряча обкатка двигунів?
8. Дати поняття прискореної обкатки.
9. У чому полягає випробування двигунів? Які параметри визначають під час випробування?
10. Як проводиться контрольний огляд двигуна після обкатки і випробування?



## **Тема: Ремонт рам, корпусних деталей і кабін, кузовів і баків**

Таблиця 35. Основні дефекти та способи ремонту рам, корпусних деталей, кузовів і кабін

Назва вузлів	Назва дефектів	Способи ремонту
Рами	Тріщини балок	Приварювання накладок; заміна частини балки
	Деформації	Правка
	Послаблення і зрізання заклепок	Заміна заклепок(холодне і гаряче клепання)
	Знос втулок шарнірів	Заміна втулок; наплавлення осей і труб
Корпусні деталі	Тріщини	Заварювання; заклеювання; встановлення фігурних вставок
	Знос отворів під підшипники	Встановлення згорнутих кілець; місцеве осталювання; нанесення полімерів; приварювання сталльної стрічки
	Пошкодження різьбових отворів	Спіральними вставками; різьбовими вкрутками; нарізання більшої різьби; заварювання і нарізання різьби
Тонкостінні деталі кабін і кузовів	Тріщини, пробоїни	Заварювання: газове або в середовищі CO <sub>2</sub>
	Вм'ятини	Рихтування місцевим нагрівом; вирізання і приварювання заплати
	Корозія	Обробка і фарбування; вирізання і приварювання заплати
Дерев'яні деталі платформи	Пошкодження і вади деревини	Заміна деталі або частини (приклеювання або на болтах)

### Питання для самоконтролю

1. Назвати основні дефекти і способи ремонту рам.
2. Назвати основні дефекти і способи ремонту корпусних деталей.
3. Назвати основні дефекти і способи ремонту тонкостінних деталей кабін і кузовів.
4. Назвати основні дефекти і способи ремонту дерев'яних деталей.
5. Як проводиться контроль якості ремонту рам, корпусних деталей, кабін і кузовів.
6. Правила охорони праці при виконанні ремонту рам, корпусних деталей, кабін і кузовів.

## **Тема Ремонт складальних одиниць трансмісії і ходової частини**

Таблиця 36. Основні дефекти і способи ремонту передавальних деталей трансмісії

Назва деталей	Назва дефектів	Способи ремонту
Вали і вісі	Тріщини, обломи	Бракування
	Знос шийок під підшипники і шестерні	Вібродугове наплавлення; наплавлення в середовищі CO <sub>2</sub> ; електроконтактне приварювання і напікання; газополум'яне напилювання; металізація; осталювання (хромування); накатування зубчастим роликом; електромеханічна обробка; встановлення проміжної втулки
	Згин	Правка

	Зношення шліців	Наплавлення і фрезерування; вдавлювання роликом
	Зношення шпонкових пазів	Наплавлення і фрезерування; фрезерування на більший розмір; фрезерування в іншому місці
	Пошкодження різьби	Наплавлення і нарізання різьби; нарізання меншої різьби
Шестерні	Обломи зубів	Бракування
	Знос зубів за товщиною, довжиною і висотою	Переставляння на іншу сторону; осадження (роздавання); наплавлення під шаром флюсу; напикання порошків; шліфування торців (допускається укорочення довжини на 8-10%)
	Знос внутрішніх шліців	Розточування і запресування шліцевої втулки
Хрестовини	Знос шипів	Гаряче роздавання і шліфування
Карданні вали	Руйнування швів	Заварювання
	Згин і скручення	Правка
	Дисбаланс	Балансування
Карданні вилки	Знос отворів	Встановлення проміжних втулок
Вилки переключення	Згин і скручення	Правка на плиті
	Зношення щік	Наплавлення

Таблиця 37. Основні дефекти і способи ремонту деталей ходової частини гусеничних тракторів

Назва деталей	Назва дефектів	Способи ремонту
Опорні котки та напрямні колеса	Тріщини ободів	Заварювання
	Знос отворів під підшипники	Встановлення проміжної втулки Місцеве осталювання
	Зношення ободів	Наплавлення під шаром флюсу; електрошлакове наплавлення; бандажування; заливання рідким металом
Балансири	Тріщини і зломи	Заварювання; заклеювання
	Пошкодження різбових отворів	Спіральними вставками; різбовими вкрутками; нарізання більшої різьби; заварювання і нарізання різьби
	Зношення втулок	Заміна втулок
	Зношення отворів	Встановлення проміжної втулки; місцеве осталювання
Ведучі зірочки	Зношення зубів	Переставляння на іншу сторону; приварювання секторів; заміна зубчастого вінця; заливання рідким металом
Ланки гусениць	Тріщини	Бракування
	Знос отворів вушок до товщини стінок < 3,5 мм	Заливання рідким металом; наплавлення лежачим електродом; пластичне деформування
	Зношення цівок, ґрунтозачепів і бігових доріжок	Пластичне деформування; наплавлення
Підтримувальні ролики	Знос і руйнування гумових бандажів	Заміна гумових бандажів
	Знос отворів під підшипники	Встановлення проміжної втулки; місцеве осталювання

Гусеничні пальці	Нерівномірне зношення	Бракування
Пружини кареток	Усадка	Термофіксація; накатування роликом

Таблиця 38. Основні дефекти і способи ремонту деталей ходової частини колісних машин

Назва деталей	Назва дефектів	Способи ремонту
Ресори	Тріщини і обломи листів	Бракування листів; переробка на коротші листи
	Зношення листів за товщиною	Бракування листів
	Усадка листів (зменшення стріли прогину)	Холодне рихтування на роликовому стенді; правка холодним карбуванням; відпалювання, правка за шаблоном, гартування і відпускання
	Знос отворів вух	Гаряче підгинання вушок
Балка передньої вісі	Згин і скручування	Холодна правка
	Зношення отвору під шворінь	Розвертання до ремонтного розміру (+ 0,5 мм) і дорнування; запресування втулок
	Тріщини	Бракування
	Зношення опорних поверхонь боби шок	Наплавлення і торцеве шліфування
Амортизатори	Зношення штока	Хромування і шліфування
	Зношення поршня	Заміна поршня; гальванічне натирання
	Зношення циліндра	Хонінгування до ремонтного розміру
	Усадка пружин клапанів	Заміна пружин; підкладання шайб
Поворотні цапфи	Зношення шийок під підшипники	Хромування (осталювання)
	Пошкодження різьби хвостовика	Нарізання меншої різьби; наплавлення і нарізання різьби
	Зношення втулок під шворні	Заміна втулок з розвертанням
	Обломи і тріщини	Бракування
Шворні	Знос зовнішніх поверхонь	Хромування (осталювання); шліфування до розміру втулки
Маточини коліс	Тріщини і зломи	Бракування
	Знос отворів	Встановлення втулок

#### Питання для самоконтролю

1. Основні дефекти і способи ремонту валів і осей.
2. Основні дефекти і способи ремонту шестірень.
3. Основні дефекти і способи ремонту хрестовин, карданних валів і карданних вилок.
4. Основні дефекти і способи ремонту вилок переключення.
5. Як проводиться складання й обкатка агрегатів трансмісії.
6. Назвати основні дефекти і способи, ремонту деталей ходової частини гусеничних тракторів.
7. Як проводиться розбирання, складання й обкатка кареток підвіски.
8. Основні дефекти і способи ремонту деталей ходової частини колісних машин.
9. Правила охорони праці під час виконання робіт з ремонту агрегатів трансмісії і ходової

## Ремонт зчеплень

Таблиця 39. Основні дефекти і способи ремонту деталей муфт зчеплення

Назва деталей	Назва дефектів	Способи ремонту
Картер зчеплення	Тріщини і обломи	Заварювання
	Зношення отворів	Запресування втулок
Ведені диски	Зношування і викришування накладок	Заміна накладок переклепуванням або переклеюванням клеєм ВС-ІОТ, ВС-350 або БФ-52Т
	Замаслення накладок	Промивання гасом і зачистка
	Знос внутрішніх шліців маточин	Пластичне деформування; заміна маточини
Натискні і проміжні диски	Знос, задирки і короблення робочих поверхонь	Проточування і шліфування
Опорні лапки	Знос за висотою	Наплавлення і фрезерування

Питання для самоконтролю

1. Основні дефекти і способи ремонту деталей зчеплення.
2. Як проводиться складання і регулювання муфт зчеплення?

## Ремонт шин і камер

Таблиця 40. Основні дефекти та способи ремонту шин

Види дефектів шин		Ремонт шин	
група	дефекти	вид ремонту	способи ремонту
1	Дрібні порізи, подряпини, проколи, вибивання протекторної гуми і гуми боковин, місцеві відшарування і тріщини	Профілактичний (шляховий, експлуатаційний)	Вулканізація камер; заклеювання камер і покришок латками, заплатами, пластирами, грибками і шнурами за технологіями фірм ТЕСН (США), МАК.ШІ (Японія), НЕМА Т1Р-ТОР і 8iaB12шБег (Німеччина) тощо
2	Механічні пошкодження і дефекти старіння, наскрізні пошкодження покришок	Місцевий (Поточний)	Місцева парова вулканізація покришок у зовнішніх мульдах типу ШМУ і ШМ та внутрішніх секторах; місцева електрична вулканізація зовнішніх пошкоджень покришок
3	Гранично допустиме або повне зношення протектора з місцевими пошкодженнями	Відновлення	Заміна протектора покришок у паровому кільцевому вулканізаторі
4	Розриви й оголення металічного сердечника, розриви корда, старіння гуми, роз'їдання нафтопродуктами	-	Бракування

Вулканізація - це фізико-хімічний процес, внаслідок якого пластична маса накладених ремонтних і умовних матеріалів набуває міцності та еластичності при певних температурі, часу і тиску опресування. Оптимальна температура вулканізації протекторної і камерної гуми становить 143 °С, пошарової 131 °С і клейової 138 °С.

При дефектуванні радіальних шин ефективним є використання стенда МТТ 2020 компанії ВеівзБагіт (Німеччина), який дозволяє виявляти внутрішні пошкодження (розрив ниток корда, розшарування каркасу) найбільш слабого місця - боковими.

На Київському підприємстві "Вулкансервіс" для відновлення покришок заміною протектора впроваджено так звану "холодну вулканізацію" при температурі 95-98 °С за технологією фірми ВАКОАС (США), що дозволяє зберегти еластичність і уникнути старіння гуми, значно збільшити ресурс шин при зменшенні вартості ремонту.

#### Питання для самоконтролю

1. Які основні дефекти шин коліс?
2. Які причини передчасного старіння гуми?
3. Які існують види ремонту шин, та який їх об'єм?
4. У чому суть вулканізації?
5. Як приготувати гумовий клей?
6. Як проводиться ремонт камери?
7. Як проводиться місцева вулканізація покришки?
8. Як проводиться відновлення покришки заміною протектора в кільцевому вулканізаторі?
9. Правила охорони праці при проведенні ремонту шин.

### Тема: Ремонт рульового керування і гальм

Таблиця 41 Основні дефекти і способи ремонту деталей гальм

Назва деталей	Назва дефектів	Способи ремонту
Гальмові барабани	Знос і задирки внутрішньої поверхні	Розточування до ремонтного розміру; бракування (при збільшенні діаметра отвору на 4-6 мм)
	Тріщини й обломи	Бракування
Шланги і трубопроводи	Пошкодження	Бракування
Гальмові циліндри	Знос і задирки внутрішньої поверхні	Розточування і хонінгування до ремонтного розміру; протягування; запресування втулки
Поршні	Знос і задирки зовнішньої поверхні	Роздавання з проточуванням; заливання капрону
Гальмові колодки	Зношування і викришування накладок	Заміна накладок переклепуванням або переклеюванням клеєм ВС-10Т, ВС-350 або БФ-52Т
	Замаслення накладок	Промивання гасом і зачистка
Гальмові диски	Знос, задирки і короблення	Торцеве проточування і шліфування
Гальмові камери	Пошкодження діафрагми	Заміна діафрагми
Гальмові крани	Тріщини і зломи	Бракування
	Негерметичність клапанів	Заміна клапанів з наступним притиранням

Таблиця 42. Основні дефекти і способи ремонту деталей керма

Назва деталей	Назва дефектів	Способи ремонту
Картер кермового механізму	Тріщини і зломи	Бракування
	Зношення втулок	Заміна і розвертання втулок
	Зношення отворів під підшипники	Встановлення проміжних втулок
Вал сошки і кермовий вал	Зношення шийок під втулки	Шліфування до ремонтного розміру; хромування і шліфування
	Зношення шліців	Наплавлення і фрезерування
	Пошкодження різьби	Наплавлення, точіння і нарізання нової різьби
	Скручування	Бракування
	Тріщини	Бракування
Ролик	Зношення торців	Шліфування і встановлення упорної шайби
	Риски, викришування і відшарування	Бракування
	Знос робочої поверхні	Шліфування; хромування з шліфуванням
Черв'як, сектор, рейка	Риски, знос, викришування і відшарування	Бракування
Кермові тяги і важелі	Згин	Холодна правка
Кульові пальці	Тріщини	Бракування
	Знос сферичної поверхні	Наплавлення "сормайтом"; гаряче осадження

## Питання для самоконтролю

1. Основні дефекти і способи ремонту деталей гальм.
2. Як проводиться складання і випробування вузлів гальм?
3. Основні дефекти і способи ремонту керма.
4. Як проводиться складання, регулювання і випробування кермових механізмів?
5. Правила охорони праці при виконанні ремонту зчеплення, гальм і керма.

**Тема: Ремонт гідросистем**

Під час випробування гідронасоса визначають об'ємний коефіцієнт корисної дії за формулою:

$$\eta = q_f / q_t$$

де  $q_f$  і  $q_t$  – відповідно фактична і теоретична (таблична) об'ємна подача насоса, см<sup>3</sup>/об.

Якщо  $\eta_0 < 0,65$  то насос потрібно ремонтувати. Відремонтований насос повинен мати  $\eta_0 > 0,9$ .

Таблиця 43. Основні дефекти та способи ремонту силових циліндрів і рукавів високого тиску

Назва дефектів	Способи ремонту
Знос отворів циліндрів	Розточування і хонінгування на ремонтний розмір
Знос поршнів	Осталювання або виготовлення нових
Знос отворів кришок	Запресування бронзових або чавунних втулок
Знос штока	Хромування з наступним шліфуванням
Згин штока	Холодна правка

Пошкодження рукавів високого тиску	Обрізання й обтискання муфт з ніпелями; Обрізання й обтискання рукава до ніпеля дротом (розроблено на кафедрі ремонту машин Харківського ІМЕСГ)
------------------------------------	---

Таблиця 44. Основні дефекти і способи ремонту деталей гідронасосів тину НШ

Назва деталей	Назва дефектів	Способи ремонту
Корпус	Тріщини і зломи	Бракування; аргонно-дугове зварювання; заклеювання
	Зношення колодязів	Розточування до ремонтного розміру; обтискання з гартуванням і відпусканням; встановлення гільз; аргонно-дугове наплавлення
	Пошкодження різьбових отворів	Спіральними вставками; різьбовими вкрутками; нарізання більшої різьби; заварювання і нарізання різьби
Кришка	Жолоблення привалкової площини	Площинне шліфування
Втулки	Знос отворів і торців	Осадження; холодне обтискання; роздавання із заливанням отворів бабітом і розточуванням; термодифузійне цинкування
Підшипникові і підтискні обойми	Зношення півотворів та торцевий знос	Розточування півотворів і фрезерування торців (розроблено в Мелітопольському ІМЕСГ)
Шестерні	Зношення цапф	Шліфування до ремонтного розміру; напикання порошків; хромування (осталювання)
	Торцевий знос	Площинне шліфування
	Знос зубів за висотою	Шліфування під зменшений ремонтний колодязь корпуса

Таблиця 45. Основні дефекти та способи ремонту гідророзподільників, силових регуляторів ГЗВ, гідропідсилювачів керма і гідросистем трансмісії

Назва дефектів	Способи ремонту
Зношення золотників	Ремонт: шліфування поясків, доводка притиранням, сортування на розмірні групи через 0,004 мм і притирання до отворів Відновлення: хромування (осталювання)
Зношення отворів під золотники, поршні і плунжери	Хонінгування з наступним притиранням
Зношення поршнів гідропідсилювачів керма	Електролітичне натирання цинку
Зношення фасок клапанів і гнізд	Шліфування фасок клапанів, підрізання гнізд зенкуванням і взаємне притирання
Зношення гнізда обмежувального клапана	Карбування кулькою з наступним притиранням клапана
Усадка пружин гідроаккумулятора	Термофіксація; Накатування роликом
Зношення поршнів і отворів барабанів гідропідтискних муфт	Хромування (осталювання); Вібродугове наплавлення
Зношення фрикційних дисків гідропідтискних муфт	Бракування дисків

Питання для самоконтролю

1. Як випробовують гідронасос на стенді?
2. Назвати основні дефекти та способи ремонту гідронасосів.
3. Назвати основні дефекти та способи ремонту силових Циліндрів і рукавів високого тиску.

4. Назвати основні дефекти та способи ремонту пдророзподільників, силових регуляторів ГЗВ, гідропідсилювачів керма і гідросистем коробки передач.

5. Як проводиться випробування гідророзподільників, силових регуляторів ГЗВ, гідропідсилювачів керма і гідросистем коробки передач.

6. Правила охорони праці при проведенні ремонту гідросистем.

### **Тема: Ремонт передавальних, транспортуючих і запобіжних механізмів**

Таблиця 46. Основні дефекти і способи ремонту запобіжних муфт

Назва дефектів	Способи ремонту
Зношення кулачків дисків кулачкових муфт	Наплавлення електродом ЦЧ-4 або газове наплавлення поршневими кільцями з охолодженням у піску та шліфування
Знос фрикційних накладок дисків	Переклепування або переклеювання накладок
Знос бігових доріжок кілець, хрестовин і роликів обгінних муфт	Шліфування до ремонтного розміру; наплавлення бігових доріжок порошком з наступним шліфуванням

Таблиця 47. Основні дефекти і способи ремонту передавальних і транспортуючих механізмів

Назва деталей	Назва дефектів	Способи ремонту
Зірочки	Зношення зубів	Ручне наплавлення і фрезерування
	Зношення отворів під вали або підшипники	Місцеве осталювання; встановлення кільця; нанесення епоксидної суміші
	Тріщини	Заварювання
Ланцюги	Знос і тріщини втулок та осей	Заміна втулок і осей; поворот втулок і осей на 180°
	Послаблення посадки втулки в отворі пластин	Роздавання втулки
	Подовження ланцюга	Згин зовнішніх пластин з місцевим нагріванням СВЧ без розбирання
Транспортери	Послаблення кріплення планок	Підтягування заклепок
	Знос скребків, згин і зломи гребінок	Заміна скребків і гребінок
Шнеки	Згин витків	Рихтування
	Руйнування зварних швів	Заварювання
	Деформації труби	Рихтування
	Згин вала	Правка
Шків	Зношення жолобів	Проточування; осталювання
	Тріщини, зломи	Бракування

#### Питання для самоконтролю

1. Назвати можливі дефекти і способи ремонту запобіжних муфт.
2. Як проводиться регулювання запобіжних муфт.
3. Назвати можливі дефекти і способи ремонту ланцюгових передач.



4. Назвати можливі дефекти і способи ремонту шківів.
5. Назвати можливі дефекти і способи ремонту транспортерів.
6. Назвати можливі дефекти і способи ремонту шнеків.

### **Тема: Ремонт ґрунтообробних машин**

Таблиця 48. Основні дефекти і способи ремонту робочих органів ґрунтообробних машин

Назва деталей	Назва дефектів	Способи ремонту
Лемеші плугів	Тріщини, зломи	Бракування
	Затуплення лез	Ремонт: Заточування: відтягування з гартуванням і заточуванням (не більше 4 раз) Відновлення: Наплавлення (плазмове, СВЧ, газове, електродугове) сплавів "сормайт №1", В2К, В3К, "Еікеїеш" (Угорщина), електродами Т-590, Т- 620, порошками ВИСХОМ-9, "Вокар", "Сталініт" тощо; заміна лез з анодно-механічною обробкою (розроблено в ІМЕСГ УААН)
Полиці плугів	Облом носка	Приварювання
	Знос польового обрізу	Наплавлення електродами Т-590, сплавом "Сормайт №1"
Лапи культиваторів	Тріщини, зломи	Бракування
	Затуплення лез	Бракування (самозагострювальні); встановлення змінних лез на потайних заклепках; приварювання носка з бракованого сегмента ножа
Диски борін і луцильників	Тріщини, зломи	Заварювання
	Короблення	Холодне рихтування
	Затуплення лез	Заточування на установці ОР-6112 або верстатах:
Зуби борін	Згин	Гаряча правка
	Зношення	Відтягування з гартуванням і заточуванням

Після складання ґрунтообробних машин проводиться їх контрольний огляд і регулювання на майданчиках.

#### Питання для самоконтролю

1. Назвати основні дефекти і способи ремонту лемешів плугів.
2. Назвати основні дефекти і способи ремонту полиць плугів.
3. Назвати основні дефекти і способи ремонту лап культиваторів.
4. Назвати основні дефекти і способи ремонту дисків луцильників та борін.
5. Назвати основні дефекти і способи ремонту зубів борін.
6. Як проводиться складання, регулювання і контроль якості плугів.
7. Як проводиться складання, регулювання і контроль якості культиваторів.
8. Як проводиться складання дискових борін і луцильників.
9. Правила охорони праці при ремонті ґрунтообробних машин.

## Тема: Ремонт посівних і садильних машин

Таблиця 49. Основні дефекти і способи ремонту робочих органів сівалок

Назва вузлів	Назва дефектів	Способи ремонту
Висівні апарати	Тріщини коробки	Заварювання, заклеювання
	Зрив різьби коробки	Заварювання і нарізання нової різьби; нарізання більшої різьби;
	Знос накладки, розетки і боковими	Наплавлення в середовищі CO <sub>2</sub> ; виготовлення нової деталі
	Зломи рифів катушки	Бракування
	Прогин вала	Холодна правка на плиті
	Зношення рифів катушки	Ручне наплавлення і обпилювання; виливання з капрону нової катушки
Дискові сошники	Деформація дисків	Холодне рихтування на плиті або на установці роликми; правка термофіксацією в пакеті;
	Зношення за діаметром, зминання і затуплення лез дисків	Заточування на верстаті різцем до ремонтного розміру (перший - 0342±2 мм; другий - 0336±2 мм; третій - 0328±2 мм)
	Зношення підшипників і ущільнювачів	Заміна підшипників і ущільнювачів
	Знос бокових поверхонь очисників > 5 мм	Заміна очисників
Насіннєпроводи	Розриви	Бракування
Трубчасті сошники	Затуплення лез	Заточування з лицьового боку
	Згин лапи, стояка	Гаряча правка
	Зношення лапи	Відтягування або наплавлення

Таблиця 50. Основні дефекти і способи ремонту робочих органів картоплесаджалок

Назва вузлів	Назва дефектів	Способи ремонту
Садильні механізми	Деформації ковша, диска, затискачів, важелів, пальців, шнека, валів	Холодна правка на чавунній плиті
	Тріщини зварних швів	Заварювання
	• Тріщини ложечок	Холодне зварювання біметалевими електродами
Сошники	Згин гряділів	Гаряча правка
	Знос стінок	Наплавлення електродами Т-590 або Т-620
	Знос носка	Відтягування; Наплавлення "Сормайтом №1"
	Наскрізне зношення	Приварювання накладки товщиною 4 мм електродом 3-42
Ротор	Зминання лопаток	Рихтування
	Розриви і відрив лопаток від маточини	Газове заварювання
	Знос отворів маточини	Розвертання під вісь більшого діаметра

Після складання посівних і садильних машин проводиться їх контрольний огляд і регулювання на майданчиках.

**Питання для самоконтролю**

1. Назвати основні дефекти і способи ремонту сівалок.
2. Назвати основні дефекти і способи ремонту картоплесаджалок.
3. Як проводиться складання, регулювання і наладка сівалок?
4. Як проводиться складання, регулювання і наладка саджалок?
5. Як проводиться контроль якості ремонту сівалок і саджалок?
6. Правила охорони праці при ремонті посівних і садильних машин.

**Тема: Ремонт різальних, подрібнювальних і молотильних апаратів**

Таблиця 51. Основні дефекти і способи ремонту різальних апаратів косарок та зернозбиральних комбайнів

<b>Назва дефектів</b>	<b>Способи ремонту</b>
Пошкодження сегментів ножа	Заміна сегментів переклепуванням
Деформації сегментів ножа	Холодне рихтування вилкою
Послаблення заклепок сегментів	Осадження
Згин спинки ножа	Холодна правка
Обрив спинки ножа	Приварювання в кондукторі
Знос за шириною спинки ножа	Бракування спинки ножа
Пошкодження вкладишів пальців	Заміна вкладишів
Деформація пальців	Холодна правка
Знос отворів під підшипники в корпусах, коромислі і головці шатуна	Місцеве остальювання; приварювання стрічки; всі.інов.ієння втулки
Зношення втулок коромисел	і; і м і на втулок
Зношення пальців і осей	Наплавлення і шліфування
Знос зубців щік головок шатуна і встановлювальних рейок	Наплавлення і нарізання зубів фрезеруванням або струганням
Зношення кульових поверхонь головок і гнізд	Наплавлення електродом ОЗН і точіння

Таблиця 52. Основні дефекти і способи ремонту молотарок зернозбиральних комбайнів

<b>Назва дефектів</b>	<b>Способи ремонту</b>
Зломи, знос до висоти < 6 мм і забоїни бил барабанів	Заміна бил
Деформації бил барабанів	Правка
Руйнування зварних швів	Ручне електрозварювання
Тріщини дисків барабана	Приварювання підсилюючого диска
Згин вала барабана до биття кінців > 0,3 мм	Холодна правка
Дисбаланс барабана	Статичне і динамічне балансування
Згин планок підбарабанника	Правка на півкруглій плиті ключем
Зношення планок підбарабанника	Поворот підбарабанника на 180°; наплавлення і розточування
Вм'ятини деталей соломотряса	Рихтування
Тріщини, пробоїни і корозія соломотряса	Газове або напівавтоматичне в середовищі CO <sub>2</sub> зварювання
Знос дерев'яних підшипників	Виготовлення нових підшипників
Знос шийок колінчастих валів	Точіння і шліфування до ремонтного розміру
Згин колінчастих валів	Гаряча правка з термофіксацією
Послаблення заклепок	Осадження

Обломи граблин і гребінок	Заварювання
Вм'ятини бортів очисток > 4 мм	Рихтування
Розриви і тріщини струшувальної дошки	Газове або напівавтоматичне в середовищі CO <sub>2</sub> зварювання
Дисбаланс крилатки вентилятора	Статичне балансування

Після ремонту і встановлення на машини різальних апаратів проводяться їх технологічні регулювання.

Відремонтовані молотильні барабани та вентилятори очисток балансують статично і динамічно на балансувальних машинах БМ-У4.

Питання для самоконтролю

1. Назвати основні дефекти та способи ремонту різальних апаратів косарок і зернозбиральних комбайнів.
2. Назвати основні дефекти і способи ремонту молотильних апаратів.
3. Назвати основні дефекти та способи ремонту соломотрясів і очисток.
4. Як проводиться контроль якості ремонту.
5. Правила охорони праці при проведенні ремонту різальних апаратів і молотарок.

### Ремонт різальних і подрібнюючих апаратів сільськогосподарських машин

Таблиця 53. Основні дефекти і способи ремонту різальних та копальних апаратів спеціальних комбайнів

Назва дефектів	Способи ремонту
Затуплення дискових ножів машин БМ-6Б	Заточування на токарному верстаті; відтягування
Викришування й обломи дисків, ножів і роторів	Бракування
Знос роторів комбайнів КСКУ-6А і ККП-3	Зміна положення роторів; відтягування
Руйнування зварних швів вала різального апарата комбайнів КСКУ-6А і ККП-3	Заварювання і наступне балансування з ножами роторів
Знос копачів картопле- і коренезбиральних машин	Заточування; наплавлення з наступним заточуванням

Таблиця 54. Основні дефекти і способи ремонту подрібнювальних та бітерних апаратів спеціальних комбайнів

Назва дефектів	Способи ремонту
Знос рифів вальців комбайнів КСКУ-6А і ККП-3	Наплавлення й обробка до висоти рифів 4-6 мм; Для прогумованих вальців - вулканізація
Затуплення подрібнюючих ножів	Заточування; Наплавлення твердим шаром товщиною 0,4-0,6 мм з наступним гартуванням
Руйнування ножів	Бракування ножів
Обломи цапф і тріщини вальців	Бракування вальців
Згин протиризального бруса	Гаряча правка

Після ремонту і встановлення на машини різальних апаратів проводяться їх технологічні регулювання.

Відремонтовані подрібнювальні барабани, ротори і бітери балансують статично і динамічно на балансувальних машинах БМ-У4.

Питання для самоконтролю

1. Назвати характерні дефекти і способи ремонту різальних апаратів спеціальних комбайнів.

2. Назвати характерні дефекти і способи ремонту копачів.
3. Назвати характерні дефекти і способи ремонту подрібнювальних та бітерних апаратів

**Тема: Ремонт обладнання для водопостачання, роздавання кормів і видалення гною**

**Ремонт обладнання для водопостачання**

Таблиця 55. Характерні дефекти і способи ремонту обладнання для водопостачання

Назва обладнання	Назва дефектів	Способи ремонту
Водяні насоси	Тріщини корпусу	Заварювання або заклеювання
	Знос підшипників	Бракування підшипників
	Зношення пояса напрямного апарата	Запресування кілець
	Зношення ущільнювального пояса колеса	Осталювання; напресування кільця
	Знос втулок	Заміна втулок
Автонапувалки	Знос сидла і стержня клапана	Заміна на пластиковий комплект; розточування сидла і виготовлення стержня
	Усадка пружини	Заміна пружини
	Утворення лунки на педалі	Заварювання з обробкою
Крани, вентиля, засувки	Втрата герметичності	Притирання пробки або диска до корпусу
Арматура	Розрив зварних швів, тріщини, пошкодження, корозія труб	Заварювання; заміна труб
Баки і башти	Тріщини і корозія	Заварювання
	Пробойни	Встановлення заплат
	Випуклості	Гаряча правка

Складені насоси з електродвигунами обкатують і випробовують не менше 30 хв у номінальному режимі. Після ремонту обладнання для водопостачання випробовують, дезінфікують 0,1-0,2 % розчином хлорного вапна і промивають.

**Питання для самоконтролю**

1. Назвати характерні дефекти і способи ремонту водяних насосів.
2. Як проводиться складання водяних насосів?
3. Назвати характерні дефекти і способи ремонту автонапувалок.
4. Як провести випробування автонапувалок.
5. Назвати характерні дефекти і способи ремонту арматури, кранів, засувки, вентилів і трубопроводів.
6. Назвати характерні дефекти і способи ремонту баків і башт.
7. Правила охорони праці при ремонті обладнання для водопостачання.

## Ремонт машин і обладнання для приготування та роздавання кормів

Таблиця 56. Характерні дефекти і способи ремонту обладнання для приготування кормів

Назва деталей	Назва дефектів	Способи ремонту
Молотки дробарок ДКУ-2,0	Знос робочих граней >4 мм	Переставляння на назношену сторону (4 положення)
	Знос отворів	Розвертання до ремонтного розміру вісі
Решета	Пробоїни	Газове приварювання накладок
	Затуплення гострих кромок отворів > 2 мм	Переставляння на незношену сторону (4 положення)
Ножі і протиріжучі пластини	Тріщини, зломи	Бракування
	Затуплення	Заточування; наплавлення сплавами "Сормайт", ПСГ-27, ПГ-С1 тощо
Подрібнювальний барабан ИГК-30Б	Деформація і знос лопаток	Рихтування; заміна, виготовлення нових
	Знос і згин зубів	Гаряче відтягування
	Знос і згин ріжків та крилатки	Заміна, виготовлення нових
Матриці грануляторів	Знос внутрішньої поверхні й отворів	Гільзування, свердління отворів з наступною цементациєю і гартуванням
	Тріщини і сколи	Бракування
Вальці грануляторів і	Зношення робочої поверхні	Наплавлення з наступними нітроцементациєю, гартуванням і відпусканням

Складені ротори і барабани дробарок та подрібнювачів кормів балансуються динамічно. Складені дробарки і подрібнювачі обкатують на холостому ходу не менше 30 хв і під навантаженням 45-50 хв.

Після відновлення матриць і вальців грануляторів проводиться обкатка на пресі протягом 30 хв сумішшю з дерев'яної тирси (55%), шліфувального зерна зернистістю 50-80 (35%) і індустриального масла (10%).

Таблиця 57. Характерні дефекти і способи ремонту роздавачів кормів

Назва дефектів	Способи ремонту
Подовження ланцюгів	Згин зовнішніх пластин з місцевим нагріванням СВЧ без розбирання; збільшення кроку ланцюгів з заміною зірочок
Послаблення кріплення планок транспортерів	Підтягування заклепок
Знос скребків, згин і зломи гребінок	Заміна скребків і гребінок
Корозія й обрив тросів	Заміна
Згин витків шнеків	Рихтування
Руйнування зварних швів шнеків	Заварювання
Згин валів	Правка

Після ремонту роздавачі кормів випробують вручну, обкатують протягом 30 хв на холостому ходу і 60 хв під навантаженням.

### Питання для самоконтролю

1. Назвати характерні дефекти і способи ремонту робочих органів обладнання для приготування кормів.

2. Як проводиться балансування роторів і барабанів?
3. Як проводиться обкатка відремонтованих дробарок, подрібнювачів, змішувачів і грануляторів кормів?
4. Назвати характерні дефекти і способи ремонту кормороздавачів.
5. Правила охорони праці при ремонті обладнання для приготування та роздавання кормів.

### Ремонт парових котлів

Таблиця 58. Можливі дефекти і способи ремонту парових котлів

Назва дефектів	Способи ремонту
Накип	Механічне очищення: металевими щітками і головками (еліпсоїдними та розкидними) Хімічне очищення: розчинами соляної, фосфорної і хромової кислот з наступним промиванням водою
Руйнування зварних швів, тріщини і прогорання коробів	Заварювання; приварювання латок
Деформації стінок камери	Правка
Знос запобіжних клапанів, вентилів і клапанів живильного насоса та їх гнізд	Шліфування, протягування, фрезерування або заміна з наступним притиранням
Прогорання і тріщини колосникових решіток та відбивачів	Заміна

Манометри, контрольну апаратуру й електродвигуни ремонтують у спеціалізованих підприємствах. Манометри перевіряють у Держтехнагляді. Після ремонту котли і пароутворювачі випробують на герметичність під тиском 0,2 МПа протягом 5 хв запобіжні клапани регулюють на тиск 0,06 МПа.

#### Питання для самоконтролю

1. Назвати можливі дефекти і способи ремонту парових котлів.
2. В чому полягає суть механічного і хімічного очищення від накипу?
3. Як проводять випробування котлів і пароутворювачів після ремонту?
4. Правила охорони праці при ремонті парових котлів.

### Ремонт обладнання для видалення гною

Таблиця 59. Можливі дефекти і способи транспортерів для видалення гною

Назва дефектів	Способи ремонту
Подовження ланцюгів	Згин зовнішніх пластин з місцевим нагріванням СВЧ із заміною осей; Збільшення кроку ланцюгів із заміною зірочок; переставляння односторонньо зношених зірочок на протилежний бік
Послаблення кріплення планок транспортерів	Підтягування заклепок
Знос і згин скребків	Правка; заміна; виготовлення нових
Зношення і згин скоб	Правка; приварювання пластини
Деформації валів	Правка

Після складання транспортери випробують вручну, обкатують протягом 30 хв на холостому ходу, прослуховуючи роботу всіх вузлів, і 60 хв під навантаженням.

#### Питання для самоконтролю

1. Назвати основні дефекти і способи ремонту ланцюгів транспортерів.
2. Назвати основні дефекти і способи ремонту скребків та скоб транспортерів.
3. Як проводиться обкатка і випробування транспортерів після ремонту.
4. Правила охорони праці при ремонті обладнання для видалення гною.

### **Тема: Ремонт обладнання для машинного доїння корів і первинної обробки молока**

Перед ремонтом все обладнання для машинного доїння промивають і дезінфікують мийними розчинами синтетичних порошків А, Б і В, сульфоналу, кальцинованої соди або засобів "Детергент", "Дезмол" або "Тріас-1" з допомогою агрегатів ОМ-ІЗ6ОМ під тиском 0,3 МПа.

Герметичність системи і якість роботи вакуум-насосів визначають індикаторами КИ-4840, КИ-9045 або приладам КИ-1413. У молокопроводі вакуум повинен бути 53 кПа, у вакуум-проводі корівника - 48 кПа і в машинному відділенні - 61 кПа. При зниженні продуктивності на 25 % вакуум-насоси потрібно ремонтувати.

Таблиця 60. Характерні дефекти і способи ремонту вакуум-насосів і вакуум-регуляторів

Назва дефектів	Способи ремонту
Зношення кришок	Шліфування
Торцеве зношення роторів > 0,2 мм	Шліфування (4 ремонтних розмірів через 0,5 мм)
Биття ротора > 0,04 мм	Правка
Знос пазів під лопатки	Шліфування (3 ремонтних розмірів через 0,1 мм)
Знос внутрішньої поверхні корпусу	Розточування і хонінгування (6 ремонтних розмірів через 0,5 мм)
Знос тарілки клапана і гнізда в корпусі	Притирання (при малому зносі); торцювання гнізда і заміна клапана з притиранням

Таблиця 61. Характерні дефекти і способи ремонту доїльних апаратів

Назва дефектів	Способи ремонту
Тріщини, надриви і твердіння дійковсї гуми	Заміна
Втрата пружності дійкової гуми	"Відпочинок" протягом місяця з наступною підгонкою по довжині (при зусиллі 60Н довжина $155 \pm 2$ мм)
Тріщини і пробоїни доїльного відра	Аргонно-дугове зварювання; газове зварювання дротом АК під флюсом
Деформація горловини доїльного відра	Рихтування



Таблиця 62. Характерні дефекти і способи ремонту обладнання для первинної обробки молока

Назва дефектів	Способи ремонту
Втрата герметичності з'єднань холодильних установок	Видалення хладону з системи, підтягування штуцерів, розвальцьовування трубок
Знос і раковини циліндрів компресорів > 2 мм	Осталювання; встановлення сталюї стрічки з наступним хонінгуванням
Знос шийок колінчастих валів компресорів	Шатунні - шліфування до ремонтного розміру; корінні - наплавлення в середовищі ССЪ
Знос отворів нижніх головок шатунів компресорів	Розточування, заливання бабітом Б83, Б88 з наступною обробкою
Знос площин прилягання клапанів компресорів	Притирання

Після ремонту вакуум-насоси обкатують і випробовують на стендах 8719, КЙ-9116 або КИ-1414А. Складені доїльні апарати перевіряють на стенді КИ-8935 під вакуумом і де «інфікують». Відремонтовану молочну лінію випробовують на герметичність при вакуумі 56,5 кі Іа, який протягом 5 хв не повинен падати нижче 14,6 кПа.

Таблиця 63. Вакуум при випробуванні вакуум-насосів в кілопаскалях

Марка насоса	Максимальний при 1500 об./хв. і повністю закритих клапанах	Мінімальний при одному відкритому клапані з 0 жиклера 8 мм і витраті масла 16-20 г/год
РВН 40/350	86	46
ВЦ 40/130	84	45
УВБ 02.000	84	54

#### Питання для самоконтролю

1. Як проводиться ресурсне діагностування обладнання для машинного доїння?
2. Назвати характерні дефекти та способи ремонту вакуум-насосів і вакуум-регуляторів.
3. Як проводиться випробування після ремонту вакуум-насосів?
4. Назвати характерні дефекти і способи ремонту доїльних апаратів.
5. Як проводиться випробування після ремонту доїльних апаратів.
6. Як перевіряється герметичність холодильних установок?
7. Як проводиться ресурсне діагностування компресорів?
8. Назвати характерні дефекти і способи ремонту обладнання для первинної обробки молока.
9. Як проводиться випробування після ремонту обладнання для первинної обробки молока.
10. Правила охорони праці при ремонті обладнання для машинного доїння та первинної обробки молока.

### Тема: *Планування робіт ремонтних підприємств*

Річний план-графік ТО і ремонтів машин складається в господарствах, він є важливим і необхідним документом для розподілу ремонтних робіт за місцем і часом виконання, а також для складання річних планів ремонтних підприємств.

Планування ремонтів і ТО машин за річним планом-графіком дає можливість нормально експлуатувати МТП і забезпечити ритмічну роботу ремонтних підприємств, своєчасно ремонтувати машини, раціонально використовувати обладнання і площі майстерень,

скорочувати строки перебування машин у ремонті, значно поліпшити якість ремонту, знизити собівартість тощо.

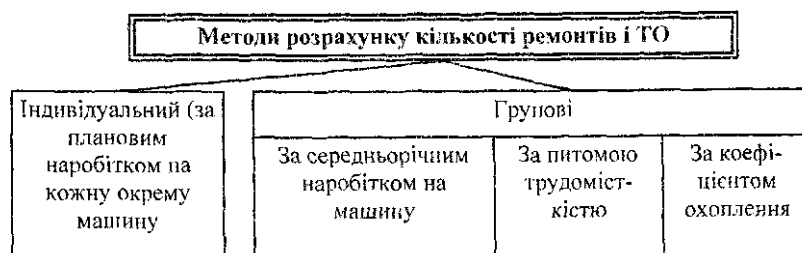


Схема 42. Класифікація методів розрахунку кількості ТО і ремонтів

Річна трудомісткість - це час, який потрібно затратити для виконання виробничникам для виконання ремонтних робіт протягом року на даному підприємстві.

Таблиця 64. Розподіл об'ємів робіт і ПР між майстерними господарств і ремонтно-технічними підприємствами (РТП)

Назва машин і обладнання	Майстерні господарств	РТП
Трактори і самохідні шасі, зокрема типу ХТЗ-170, Т-150К, К-701	70	20
	10	90
Зернозбиральні комбайни	40	60
Спеціальні комбайни	70	30
Автомобілі	25	75
Меліоративна і землерийна техніка	30	70
Водополівна техніка	50	50
Обладнання тваринницьких ферм	25	75

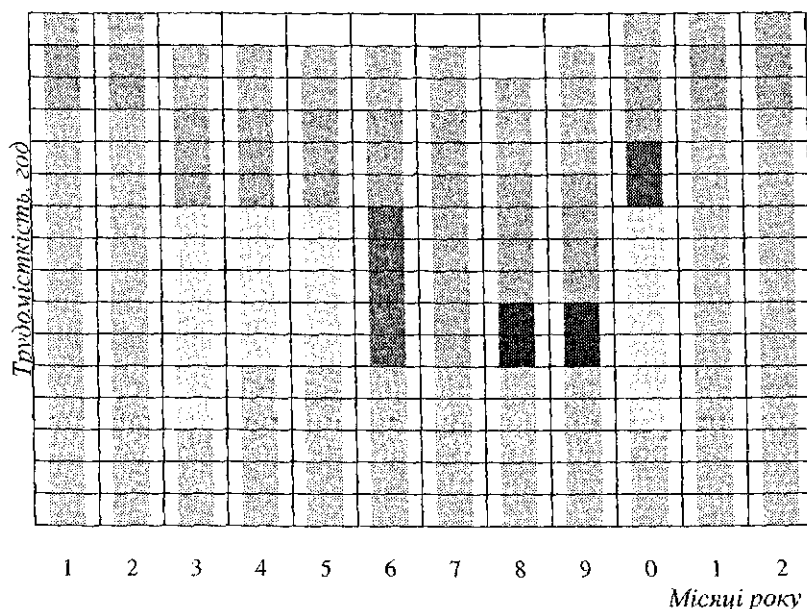


Рис. 20. Примірний графік завантаження ремонтної майстерні господарства

#### Питання для самоконтролю

1. Дати поняття про планування робіт ремонтного підприємства.
2. Суть виробничих заходів щодо планування ремонтних робіт.
3. Дати поняття про річний план-графік ТО і ремонтів машин.
4. Які методи розрахунку кількості ремонтів і ТО?
5. Дати поняття трудомісткості ремонтних робіт.
6. Як проводиться розподіл об'ємів робіт між майстернями господарств і РТП?

7. Як складається графік завантаження ремонтної майстерні?

### Тема: Матеріальна база ремонтного виробництва

#### Організація матеріально-технічного постачання ремонтних підприємств

Основні завдання матеріально-технічного постачання ремонтних підприємств:

- виявлення потреби і складання замовлення на товари;
- забезпечення обладнанням, запасними частинами, матеріалами, агрегатами, оснасткою, інструментом і мийними засобами;
- створення умов для зберігання, переробки товарів і доставки їх споживачам;
- збір зношених деталей для відновлення.

Річна потреба в запасних частинах визначається за формулою:

$$Z = \frac{NX}{100},$$

де  $N$  - річна програма ремонту (число машин в господарстві) даної марки машин;  
 $Z$  - норма витрат даної деталі на 100 машин, шт.

Річна потреба в матеріалах у кілограмах визначається за формулою:

$$Q = N \cdot q,$$

де  $q$  - норма витрат матеріалів на ремонт однієї машини, кг.

Річна потреба в різальному інструменті визначається за формулою:

$$K_p = \frac{\Phi_{pm} a b}{100 t}$$

де  $\Phi_{pm}$  - річний фонд часу верстата або робочого місця;  $a$  - коефіцієнт безпосередньої роботи верстата;  $b$  - коефіцієнт використання даного інструменту;  $t$  - строк служби інструменту.

Річна потреба у вимірювальному інструменті визначається за формулою:

$$K_b = \frac{N_b C_b i}{m}$$

де  $N_b$  - річна програма деталей, що контролюються даним інструментом;  
 $C_b$  - число вимірювань на одну деталь;  $i$  - вибірковість контролю;  
 $m$  - число вимірювань інструментом до повного зношення.

Річна потреба в слюсарно-монтажному інструменті визначається за формулою:

$$K_{cm} = \frac{N m_i K \Pi}{100}$$

де  $m_i$  - норма витрати інструменту на 100 ремонтів;  $K$  - поправочний коефіцієнт моделі машини;  $\Pi$  - коефіцієнт програми підприємства.

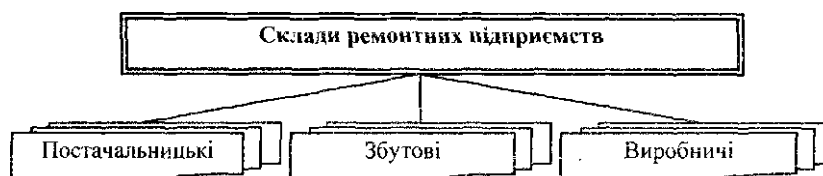


Схема 43. Класифікація складів ремонтних підприємств за призначенням

Масове відновлення зношених деталей - великий резерв задоволення потреб господарств у запасних частинах. Досвід показує, що в тракторах, що поступають в КР, 50-75 % деталей від забракованих може бути відновлено. Якщо врахувати, що собівартість зношених деталей складає від 30 до 65 % від ціни аналогічних нових деталей, то стає зрозумілою і економічна доцільність їх відновлення.

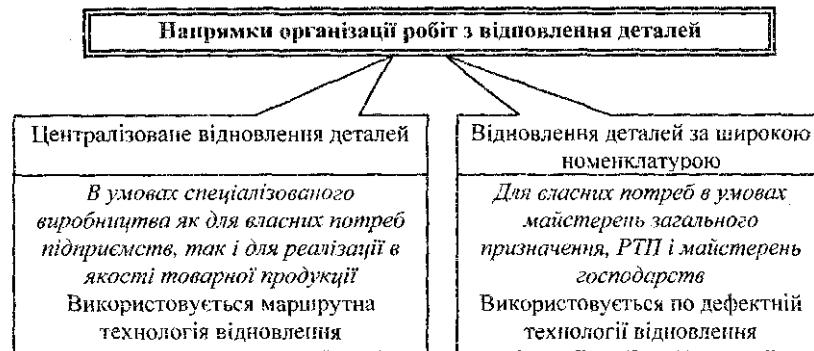


Схема 44. Класифікація напрямів організації робіт з відновлення деталей

#### Питання для самоконтролю

1. Назвати основні завдання матеріально-технічного постачання.
2. Як розраховується річна потреба в запасних частинах?
3. Як розраховується річна потреба в матеріалах?
4. Як розраховується річна потреба в різальному інструменті?
5. Як розраховується річна потреба в слюсарно-монтажному інструменті?
6. Як класифікуються склади за призначенням?
7. Які напрями організації робіт з відновлення деталей?

### Тема: Організація ремонту машин і обладнання на ремонтних підприємствах

Режим роботи майстерні визначається кількістю робочих днів у році, робочих змін на добу, тривалістю зміни в годинах. Згідно з трудовим законодавством в Україні число робочих годин на тиждень складає 40 шд. При п'ятиденному робочому тижні тривалість зміни 8 год.

На основі прийнятого режиму роботи підприємства визначаються річні фонди часу майстерні, обладнання та робітника  
- час, який повинні затратити майстерня, обладнання і робітники на виконання ремонтних робіт протягом календарного року.

Фонд часу майстерні в годинах визначається за формулою:

$$\Phi_{\text{м}} = (d_{\text{к}} - d_{\text{в}} - d_{\text{с}}) n_{\text{зм}} - t_{\text{зм}} - d_{\text{пс}}$$

де  $d_{\text{к}}$ ,  $d_{\text{в}}$ ,  $d_{\text{с}}$  і  $d_{\text{пс}}$  - відповідно кількість календарних, вихідних, святкових і передсвяткових днів на рік;

$n_{\text{зм}}$  - кількість змін;

$t_{\text{зм}}$  - тривалість зміни, год.

Фонд часу робітника в годинах визначається за формулою:

$$\Phi_{\text{р}} = (d_{\text{к}} - d_{\text{в}} - d_{\text{с}} - d_{\text{від}}) n_{\text{зм}} t_{\text{зм}} n_{\text{р}} - d_{\text{пс}}$$

$d_{\text{від}}$  - тривалість відпустки;

$n_{\text{р}}$  - коефіцієнт скорочення робочого часу з поважних причин.

Фонд часу обладнання визначається за формулою:

$$\Phi_{\text{о}} = \Phi_{\text{м}} n_{\text{о}}$$

$n_{\text{о}}$  - коефіцієнт використання обладнання.

Такт ремонту - період часу, після закінчення якого повинен вийти з ремонту черговий відремонтований об'єкт (машина, агрегат).

Фронт ремонту - кількість об'єктів (машин, агрегатів), які перебувають в ремонті одночасно.

Тривалість виробничого циклу - тривалість перебування об'єкта в ремонті від початку першої до кінця останньої операції. Одним з основних завдань організації виробничого процесу слід вважати визначення тривалості виробничого циклу, а також розробку заходів по його скороченню.

4 Зверніть увагу!

Скорочення тривалості виробничого циклу поліпшує використання обладнання, зменшує простої машин і підвищує коефіцієнт готовності МТП.

Теоретичні відомості

Найбільш точно тривалість виробничого циклу можна визначити графічним шляхом. Для цього будують графіки мережі та лінійні виробничого циклу.

Лінійні графіки найбільш доцільні в умовах потокового виробництва.

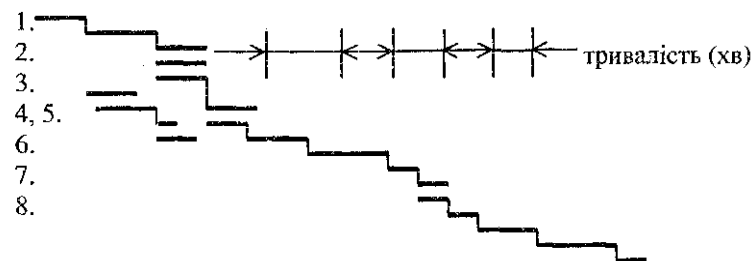


Рис. 21. Приклад відображення тривалості операцій на лінійному графіку (фрагмент)

Графіки мережі доцільно використовувати при незнеособленому ремонті машин

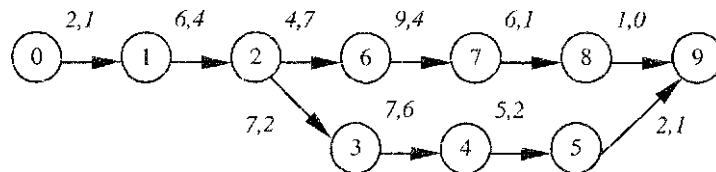
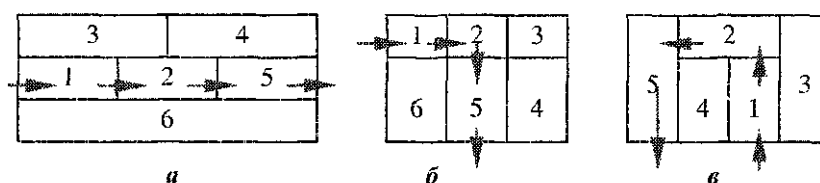


Рис. 22. Приклад фрагменту графіка мережі



1 - розбиральна дільниця; 2 - дефектувально-комплектувальна дільниця; 3 - дільниця ремонту двигунів; 4 — дільниця ремонту агрегатів; 5 - складальна дільниця; 6 - дільниця ремонту кабін

Рис. 23. Орієнтовне розміщення основних дільниць (відділень, цехів):

а - при прямому потоці; б - при Г-подібному потоці; в - при П-подібному потоці

Під час проектування ремонтних підприємств необхідно визначити трудомісткість робіт та кількість робітників на дільницях (відділеннях), провести розрахунок і підбір обладнання, розрахунок площі дільниць (відділень), вентиляції, освітлення (природного і штучного) й опалення.

Наукова організація праці (НОП) - це внесення комплексу науково обґрунтованих змін в існуючу організацію праці в майстерні на основі досягнень науки, техніки і передового виробничого досвіду.

### Питання для самоконтролю

1. Що таке режим роботи майстерні?
2. Як визначаються фонди часу майстерні, робітника й обладнання?
3. Такт і фронт ремонту, як вони визначаються?
4. Дати поняття тривалості виробничого циклу.
5. Як будується лінійний графік виробничого циклу?
6. Як будується графік мережі виробничого циклу?
7. Наукова організація праці (НОП) та її основні напрями?
8. Які варіанти розміщення основних дільниць (відділень) ремонтних підприємств?
9. Як визначається штат майстерні і кількість робітників на дільниці?
10. Як проводиться розрахунок і вибір обладнання для роботи на дільницях?
11. Як проводиться розрахунок площі дільниці (відділення)?
12. Методика розрахунку природного і штучного освітлення на дільниці.
13. Методика розрахунку вентиляції й опалення на дільниці.

### Тема: *Технічний контроль на ремонтних підприємствах*

Завдання служби технічного контролю на ремонтному підприємстві:

- організація та проведення вхідного контролю запасних частин, матеріалів, агрегатів, запасних частин, які поступають на підприємство;
- контроль стану технологічного обладнання й оснастки;
- виявлення продукції і технологій, рівень яких не відповідає сучасним вимогам;
- запобігання браку, його облік і аналіз;
- вжиття заходів, що забезпечують якість ремонту машин.

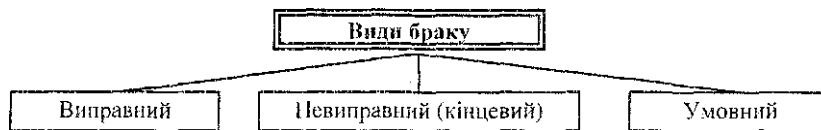


Схема 45. Класифікація видів браку



Схема 46. Класифікація видів технічного контролю



Схема 47. Класифікація форм організації технічного контролю

### Питання для самоконтролю

1. Назвати завдання служби технічного контролю на ремонтному підприємстві.
2. Назвати види і причини браку.
3. Назвіть види технічного контролю за різними класифікаціями.
4. Які форми організації технічного контролю?
5. Значення організації технічного контролю в умовах ринкових відносин.

