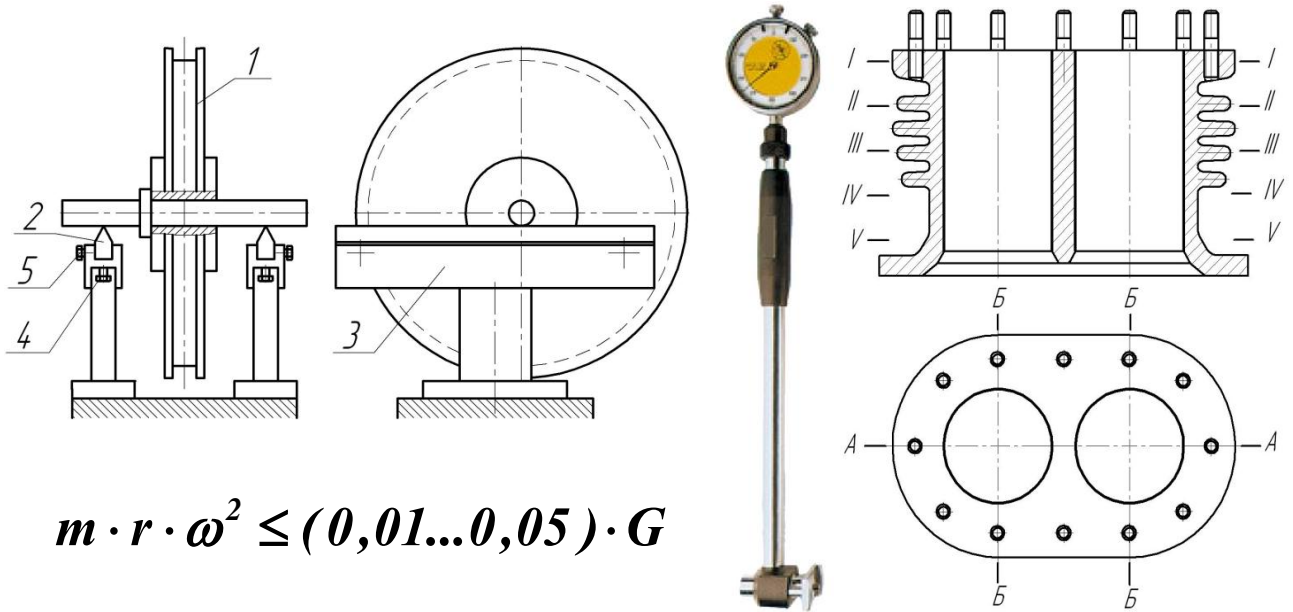


ЯЛПАЧИК В.Ф., ЯЛПАЧИК Ф.Ю., БУДЕНКО С.Ф., ЦИБ В.Г.



$$m \cdot r \cdot \omega^2 \leq (0,01 \dots 0,05) \cdot G$$

ПРАКТИКУМ З РЕМОНТУ ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ І ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ

Навчальний посібник



$$F_{\text{запр}} = \pi \cdot f_{\text{запр}} \cdot d_n \cdot p \cdot L$$



$$M_{\text{об}} = m \cdot r \cdot \omega^2 \cdot l_{\text{об}}$$



$$T_k = 0,25 F_3 \cdot d_6 \cdot f \left[\frac{1}{\text{tg} \alpha} + \frac{1}{f + \text{tg}(\alpha + \rho)} \right]$$

УДК 664.004.67 (076)

ББК 36.81 - 5 я 73

П 69

Розглянуто і рекомендовано до друку Вченою Радою Таврійського державного агротехнологічного університету.

Протокол № 1 від „ 25 “ серпня 2015 року

Автори:

В.Ф. Ялпачик, доктор технічних наук, професор кафедри Обладнання переробних та харчових виробництв Таврійського державного агротехнологічного університету

Ф.Ю. Ялпачик, кандидат технічних наук, професор кафедри Обладнання переробних та харчових виробництв Таврійського державного агротехнологічного університету

С.Ф. Буденко, кандидат технічних наук, доцент кафедри Обладнання переробних та харчових виробництв Таврійського державного агротехнологічного університету

В.Г. Циб, старший викладач кафедри Обладнання переробних та харчових виробництв Таврійського державного агротехнологічного університету

Рецензенти:

Ю.О. Чурсінов, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Технологія переробки та зберігання продукції сільського господарства Дніпропетровського державного аграрного університету

Б.В. Орловський, заслужений діяч науки і техніки України доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Машини легкої промисловості Київського національного університету технологій та дизайну

В.Ф. Ялпачик, Ф.Ю. Ялпачик, С.Ф. Буденко, В.Г. Циб. Практикум з ремонту обладнання переробних і харчових виробництв: Навчальний посібник. – Мелітополь: Видавничий будинок Мелітопольської міської друкарні, 2015. – 234 с.

ISBN

Посібник рекомендований для студентів навчальних закладів III і IV рівня акредитації для використання у навчальному процесі при вивченні дисципліни „Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств“.

УДК 664.004.67 (076)

ББК 36.81 - 5 я 73

ISBN

© Ялпачик В.Ф., Ялпачик Ф.Ю., Буденко С.Ф.
Таврійський державний агротехнологічний університет, 2015

ЗМІСТ

Загальні організаційно-методичні передумови	4
Загальна інструкція з охорони праці	6
Практичне заняття. Складання річного графіка планово-попереджувального ремонту обладнання	7
Лабораторна робота Розбирання вузлів та агрегатів обладнання	19
Лабораторна робота Дефектація деталей технологічного обладнання	37
Лабораторна робота Розробка структурної схеми складання вузлів обладнання	57
Лабораторна робота Монтаж і демонтаж підшипників кочення	67
Лабораторна робота Балансування робочих органів обладнання	90
Лабораторна робота Методи відновлення роботоздатності типових з'єднань обладнання	104
Лабораторна робота Зварювальні роботи при ремонті обладнання	128
Лабораторна робота Методи обробки тиском при ремонті обладнання	148
Лабораторна робота Застосування полімерних матеріалів при ремонті обладнання	172
Лабораторна робота Ремонт компресора холодильної установки	188
Практичне заняття Вибір раціонального способу відновлення деталі	208

ЗАГАЛЬНІ ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ

Основною метою проведення робіт, наведених у даному посібнику, є закріплення теоретичних знань, поглиблення і конкретизація уявлень про засоби і технології ремонту технологічного обладнання переробних та харчових виробництв, придбання навичок виконання ремонтних операцій, дослідницької роботи та уміння надавати конкретні рекомендації.

Включені в даний практикум роботи висвітлюють досвід організації лабораторних робіт на кафедрі „Обладнання переробних і харчових виробництв“ Таврійського державного агротехнологічного університету (ТДАТУ) та інших вищих навчальних закладів, відповідають тематиці робіт і переліку обладнання, що рекомендуються навчальною програмою дисципліни „Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств“, складеною за участю авторів даного посібника.

У лабораторних і практичних роботах, що рекомендуються, як правило, витримується єдина структура: мета і завдання для самостійної роботи та в лабораторії, оснащення робочого місця, особливості техніки безпеки, загальні відомості та вказівки щодо роботи, яку виконують студенти, порядок виконання та зміст звіту. У кожній лабораторній роботі передбачені контрольні запитання для самостійної підготовки та тестовий контроль після її виконання.

Наявність у практикумі загальних теоретичних відомостей і методичних вказівок до кожної роботи дозволить поглиблено використовувати його слухачами факультетів підвищення кваліфікації, студентами заочної форми навчання, а також фахівцями інженерно-технічної служби переробних та харчових виробництв.

Варіанти вихідних даних, що використовуються студентами при виконанні лабораторних робіт, у зв'язку з їх постійним оновленням та поповненням, як правило, не включені до методичних вказівок і розробляються викладачами окремо з урахуванням специфіки виконання робіт на відповідному робочому місці.

З тих же причин даний посібник не включає конкретного переліку технологічного обладнання, допоміжних пристосувань, основного та допоміжного інструменту, натурних зразків для виконання відповідних робіт.

Виконання лабораторних робіт дозволяється тільки після того як студент ознайомиться з загальною інструкцією та особливими вимогами з техніки безпеки на відповідному робочому місці.

Перед виконанням лабораторних робіт доцільно ознайомити студентів із виробничим процесом ремонту технологічного обладнання безпосередньо на ремонтному виробництві базових підприємств галузі.

Заздалегідь, разом з майстром виробничого навчання (лаборантом), викладач перевіряє оснащення робочих місць у лабораторії.

Перед кожною лабораторною роботою викладач в усній бесіді визначає теоретичну підготовленість до виконання даної роботи; знайомить студентів з інструкцією з техніки безпеки; у кожній ланці (бригаді) студентів призначає відповідального за дотримання порядку, підтримання чистоти, зберігання засобів оснащення і інструменту на робочому місці.

Під час занять викладач контролює самостійне виконання лабораторної роботи, дає пояснення на запитання.

Звітність з виконання роботи включає оформлення студентом письмового звіту, співбесіду з викладачем по контрольним запитанням та виконання тестового контролю.

Типовий звіт з роботи, крім деяких особливих вимог, включає:

- тему і мету роботи;
- опис оснащення лабораторної роботи натурними зразками, пристосуваннями, оснасткою, інструментом;
- послідовність проведення експериментальної частини роботи (у відповідності до її теми і змісту – технологічні операції, виміри, тощо)
- результати виконання експериментальної частини (таблиці вимірів, графіки залежностей, тощо), висновки по окремих експериментах;
- загальні висновки по роботі.

На разі потреби в особливому змісті звіту, вимоги до нього приводяться у методичних вказівках до відповідної роботи.

Посібник не передбачає окремого загального списку літератури і додатків, для спрощення користування вони приводяться для кожної роботи.

ЗАГАЛЬНА ІНСТРУКЦІЯ З ОХОРОНИ ПРАЦІ

При проведенні лабораторних робіт потрібно дотримуватися правил техніки безпеки за вимогами ГОСТ 12.4.113-82 ССБТ Работы учебные лабораторные. Общие требования безопасности. ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.

Загальні вимоги

До лабораторної роботи допускаються студенти, які знають будову, принцип роботи, правила експлуатації лабораторної установки та пройшли інструктаж з правил безпеки, про що був зроблений запис у реєстраційному журналі.

При підготовці до лабораторної роботи:

- до початку лабораторної роботи кожен студент зобов'язаний ознайомитися з правилами безпеки при виконанні роботи;
- перед початком роботи пересвідчитись у справності і ефективності витяжної вентиляції (якщо вона має місце) та інших захисних засобів;
- не починати виконання експериментальної частини роботи без засобів індивідуального захисту (спецодягу, окулярів, рукавичок, тощо);
- не починати виконання експериментальної частини роботи без відповідного розпорядження викладача або лаборанта;
- при використанні лабораторних установок з електричним обладнанням, безпосередньо перед вмиканням перевірити захисне заземлення (занулення), стан електропроводки та пускової апаратури.

Під час виконання роботи:

- не тримати на робочому місці сторонні предмети;
- не переходити самовільно на інші робочі місця і не пересуватися без потреби по лабораторії;
- у процесі виконання слюсарних, ковальських та інших операцій працювати тільки справним інструментом, надійно кріпити або утримувати заготовки та натурні зразки;
- не скупчуватись навколо робочого місця, дбати про вільні проходи до аптечки та інвентарю пожежогасіння;

Після закінчення експериментальної частини роботи:

- привести лабораторну установку у вихідне положення, прибрати та здати робоче місце лаборанту або викладачу.

У разі виникнення пожежі необхідно негайно проінформувати викладача або лаборанта, подзвонити за номером 101.

Специфічні конкретні вимоги з правил безпеки, які відносяться до виконання тієї або іншої лабораторної роботи, будуть наводитися у методичних вказівках до відповідної роботи.

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

СКЛАДАННЯ РІЧНОГО ГРАФІКА ПЛАНОВО-ПОПЕРЕДЖУВАЛЬНОГО РЕМОНТУ ОБЛАДНАННЯ

МЕТА РОБОТИ: Закріплення теоретичних знань з положень планово-попереджувальної системи технічного обслуговування і ремонту технологічного обладнання переробної і харчової галузі. Одержання практичних навичок складання річного графіка обслуговування і ремонту одиниці обладнання.

Час проведення лабораторної роботи: 2 год.

1 Порядок виконання роботи

- ознайомитись з теоретичними відомостями по основних положеннях і термінології системи ППР;
- засвоїти методику і порядок розрахунків показників, потрібних для складання річного графіка обслуговування і ремонту обладнання;
- провести практичні розрахунки річного графіка ППР для конкретної одиниці обладнання;
- зробити висновки по роботі;
- відповісти на контрольні запитання;
- зарахувати результати роботи у викладача.

2 Завдання для самостійної підготовки

Під час підготовки до роботи проглянути конспект лекцій, учбову літературу та систематизувати об'єм знань з основних принципів побудови та організації планово-попереджувальної системи технічного обслуговування і ремонту технологічного обладнання переробних та харчових підприємств.

3 Короткі відомості з теорії

Системою планово-попереджувального ремонту (ППР) технологічного обладнання називається сукупність організаційних і технічних заходів по нагляду, догляду та усіх видах ремонту, проведеного за заздалегідь розробленим планом з метою забезпечення безвідмовної роботи машин, апаратів, транспортних пристроїв та ін. видів обладнання.

Застосування системи ППР попереджає прогресуючий знос технологічного обладнання, забезпечує підтримання його в справному стані, створює необхідні передумови для найбільш ефективного використання машин.

Головним завданням планово-попереджувального ремонту є подовження міжремонтного терміну служби обладнання, зниження витрат на його ремонт, підвищення якості ремонту.

На даний час у зв'язку з початком розвитку системи сервісного обслуговування система ППР зазнає відповідних змін, однак основні практичні заходи системи зберігаються. Зміни відбуваються в організації і керуванні процесом ППР.

Система ППР включає у себе наступні види робіт з технічного обслуговування і ремонту обладнання: міжремонтне обслуговування, профілактичні огляди, поточний ремонт, середній ремонт, капітальний ремонт. Позапланові роботи, викликані аварією або незадовільною експлуатацією обладнання, системою не передбачаються.

Відповідальність за загальну організацію і проведення заходів системи на підприємствах покладається на головного інженера і головного механіка підприємства. Відповідальність за експлуатацію обладнання, за організацію і проведення заходів ППР у виробничих цехах покладається на начальників цехів і цеховий технічний персонал.

Структура ремонтного циклу – це чергування у відповідній послідовності ремонтно-обслуговуючих впливів, як-то планових ремонтів і оглядів (обслуговувань), яка найкраще забезпечує якісний ремонт обладнання. Загальний вигляд структури ремонтного циклу нової машини і машини після капітального ремонту показаний на рисунку 1.

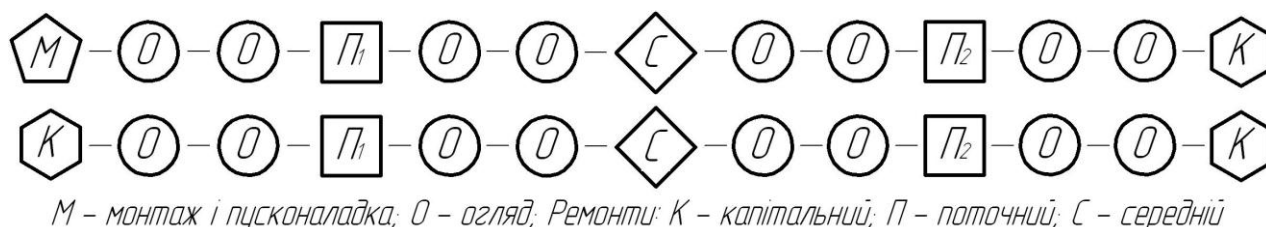


Рисунок 1 – Типова структура ремонтного циклу обладнання

Щоденне міжремонтне обслуговування є повсякденною роботою профілактичного характеру і включає у себе нагляд за виконанням правил технічної екс-

платуації устаткування, а також своєчасне усунення дрібних несправностей та регулювання механізмів. Обслуговування виконується під час перерв у роботі без порушення режимів виробництва і здійснюється черговими слюсарями-регулювальниками, наладчиками та кваліфікованими виробничими робітниками.

Огляд обладнання є плановою роботою профілактичного характеру, яка виконується через певні проміжки часу, встановлені для кожної машини (агрегату).

Огляд проводиться з метою перевірки стану устаткування, усунення дрібних несправностей і з'ясування об'ємів робіт, що підлягають виконанню при черговому плановому ремонті. Огляди проводяться за графіком, не порушуючи процесу виробництва, у технологічні перерви, між змінами та в неробочий час; виконуються ремонтним персоналом виробничого цеху із залученням, при необхідності, робітників, що обслуговують устаткування. Бажано графік оглядів поєднувати із графіком миття устаткування.

Поточний (малий) ремонт являє собою такий мінімальний за об'ємом вид ремонту, яким забезпечується нормальна експлуатація машини (агрегату) до чергового планового ремонту. Під час поточного ремонту усувають несправності заміною або відновленням окремих складових частин (деталей, що швидко зношуються), а також виконують регулювальні роботи. Поточний ремонт проводиться на місці установки устаткування силами ремонтного персоналу цеху.

Середній ремонт полягає у відновленні експлуатаційних характеристик машини (агрегату) шляхом ремонту або заміни тільки зношених або ушкоджених складових частин; обов'язково перевіряється технічний стан інших частин з усуненням виявлених несправностей.

Крім того, при середньому ремонті може проводитися капітальний ремонт окремих вузлів.

В об'єми середнього ремонту входять наступні основні роботи: ремонт окремих вузлів з заміною деталей, що мають знос, який перевищує допустимий; перевірка всіх механізмів (агрегатів) з частковим розбиранням; перевірка і заміна зношених фрикційних колодок, стрічок, тросів, ланцюгів, пасів; очищення всіх підшипників, планова заміна підшипників кочення та ковзання; перевірка

стану і промивання порожнин редукторів; зачищення ушкоджених поверхонь, видалення забоїн і задирок; перевірка і заміна зношених прокладок, ущільнень і кріпильних деталей; фарбування, при необхідності, окремих складових частин машини; складання машини, перевірка кріплення вузлів і механізмів, регулювання, випробування на ходу.

Середній ремонт обладнання проводиться на місці його установки без демонтажу машин, як правило, силами ремонтного персоналу виробничого цеху із залученням ремонтно-механічного цеху під керівництвом цехового механіка, який відповідає за усі роботи.

Капітальний ремонт полягає у повному розбиранні та дефектації машини (агрегату), у заміні або ремонті усіх вузлів, що зносилися, а також деталей, у тому числі і базових.

При капітальному ремонті розміри допусків і посадок сполучених деталей та вузлів доводять до відповідності з технічними умовами, оновлюється зовнішній вигляд устаткування.

В об'єми капітального ремонту входять наступні основні роботи: заміна усіх вузлів і деталей, що зносилися, або реставрація їх з доведенням до номінальних розмірів, установлених умовами на нову машину; ретельна вивірка, центрування, балансування вузлів та деталей устаткування; вивірка станин або рам машини з ремонтом (при необхідності) фундаментів; перевірка, чищення і ремонт повітропроводів, трубопроводів із установленою арматурою; наладка і регулювання або ж заміна усіх приладів автоматики та керування; фарбування окремих частин або, при необхідності, усієї машини; комплексна перевірка, регулювання, випробування і обкатка.

Крім того, при капітальному ремонті виконуються роботи з модернізації машини, обумовлені планом модернізації. Цим видом ремонту відновлюються первісні паспортні характеристики обладнання.

Капітальний ремонт виконується, як правило, силами ремонтно-механічних цехів і дільниць. У випадку, коли підприємство не має власної ремонтної бази і ремонтного персоналу достатньої кваліфікації, капітальний ремонт виконується іншими спеціалізованими організаціями.

Час, запланований між різними видами ремонтно-обслуговуючих впливів, що входять до структури ремонтного циклу того або іншого технологічного обладнання, описується наступними положеннями:

- тривалість ремонтного циклу t_u – це час роботи обладнання від моменту пуску в експлуатацію до першого капітального ремонту, або ж проміжок часу між капітальними ремонтами:

$$(M - K \text{ або } K - K);$$

- тривалість середини циклу t_c – це час роботи обладнання від початку експлуатації або капітального ремонту до середнього ремонту:

$$(M - C \text{ або } K - C);$$

- тривалість міжремонтного періоду t_n – характеризує час роботи технологічного обладнання між двома плановими ремонтами:

$$(M - П, K - П, П - C, C - П, П - K);$$

- тривалість міжоглядового періоду t_o – проміжок часу роботи обладнання між двома плановими оглядами, або між оглядом і плановим ремонтом:

$$(M - O, O - O, O - П, П - O, O - C, C - O, O - K).$$

Тривалість міжремонтних та міжоглядових періодів визначається шляхом ділення терміну служби деталей, що підлягають заміні при тому або іншому виді ремонту, на величину дійсного фонду робочого часу за формулою:

$$t_{p.u.} = \frac{C_o}{\Phi_{o.o.}} \quad (1)$$

де: $t_{p.u.}$ - тривалість міжремонтного циклу (періоду), місяців, років;

C_o - найменший термін служби деталі (групи деталей), що заміняють при тому або іншому виді ремонту, годин;

$\Phi_{o.o.}$ - дійсний місячний або річний фонд часу, годин.

Усереднений дійсний фонд робочого часу при безперервній роботі обладнання (помісячний, поквартальний, піврічний, річний) з урахуванням одно-, двох- і трьохзмінної роботи встановлюється відповідними нормативами для даної галузі виробництва. Термін служби деталей також визначається на підставі встановлених нормативів, а при їх відсутності шляхом накопичення статистичних даних про фактичне зношування тих чи інших видів деталей.

4 Методика складання річного графіка системи ППР

4.1 Загальні положення

Річний план-графік ремонту складається на кожну одиницю обладнання на підставі даних обліку роботи, відбитих у формулярі машини, структури і тривалості міжремонтного циклу та відпрацьованого часу за період від останнього планового ремонту.

На підставі затвердженого річного плану-графіка складаються уточнені помісячні графіки. Місячним графіком установлюється рівномірне завантаження ремонтного персоналу, призначаються відповідальні особи за проведення ремонтних робіт у встановлений термін.

Для підприємств із сезонним виробництвом виконання ремонтних робіт планується у міжсезонний період під час найменшого завантаження, а також у період планових зупинок обладнання цехів і підприємства в цілому.

Для складання плану-графіка для знаходження часу виконання відповідного планового ремонту застосовують часову вісь (рисунок 2).

Наприклад, для структури ремонтного циклу, зображеної на рисунку 2, останній плановий ремонт Π_1 проводився у жовтні поточного року і міжремонтний цикл складає п'ять місяців, наступний середній ремонт, згідно часової осі, планується у березні місяці планового року.

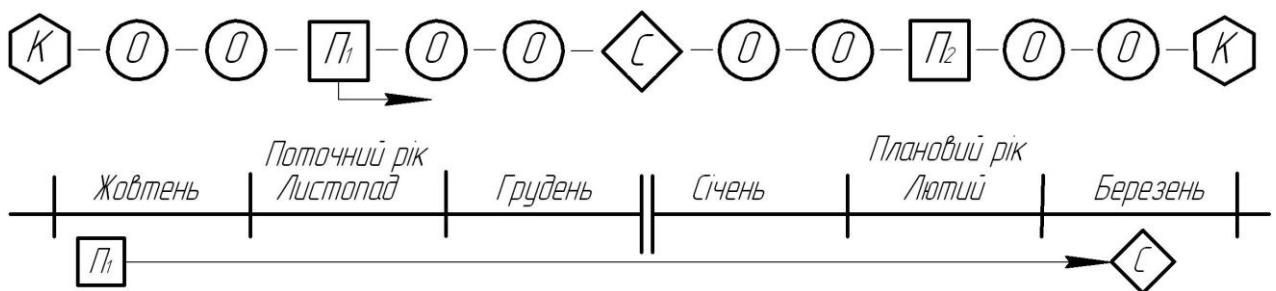


Рисунок 2 – Застосування часової осі для планування заходів ППР

Плани-графіки складаються відділом головного механіка підприємства, а при відсутності такого – механіком підприємства при участі начальників цехів (дільниць), підписуються головним механіком і затверджуються головним інженером підприємства.

При складанні графіка планово-попереджувальної системи ремонту в якості вихідних даних застосовують наступні відомості (таблиця 3):

- вид і дату останнього планового ремонту поточного року;
- t_u - тривалість ремонтного циклу;
- t_c - тривалість середини циклу;
- t_n - тривалість міжремонтного періоду;
- t_o - тривалість міжоглядового періоду;

4.2 Порядок складання плану графіка ППР:

- визначається кількість планових ремонтів і оглядів у структурі ремонтного циклу:

1) кількість середніх ремонтів у структурі ремонтного циклу:

$$K_c = (t_u / t_c) - 1 \quad (2)$$

2) кількість поточних ремонтів у структурі ремонтного циклу:

$$K_n = (t_u / t_n) - K_c - 1 \quad (3)$$

3) кількість оглядів у міжремонтному періоді:

$$K_o = (t_n / t_o) - 1 \quad (4)$$

- складається структура ремонтного циклу обладнання за образом типової структури (див. рисунок 1);

- на часовій осі знаходиться вид і місяць першого планового ремонту на рік, що планується;

- перший плановий ремонт у розрахунковому році заноситься у таблицю графіка ППР (за формою таблиці 1), а потім, дотримуючись структури ремонтного циклу і відомих значень t_n проставляється решта планових ремонтів, після чого, використовуючи значення t_o , проставляються у таблицю планові огляди.

Таблиця 1 – Форма графіка планово-попереджувального ремонту

Назва обладнання	Тип, марка	Змін.	Категорія складності	Останній ремонт		Ремонтні нормативи			
				Вид	Дата	t_u	t_c	t_n	t_o

Продовження таблиці 1

Види ремонтів за місяцями року												Трудомісткість ремонтів, нормогодин				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	К	С	П	О	Всього

4.3 Визначення річної трудомісткості ремонту

Під трудомісткістю ремонтних операцій розуміються витрати праці на ремонт машини (агрегату), виражені у нормогодинах (н·г).

Трудомісткість залежить від виду, складності ремонту, конструктивних і технологічних особливостей та розмірів машини (агрегату).

Трудомісткість середнього ремонту устаткування (T_c), поточного (T_n), огляду (T_o) відносно трудомісткості капітального ремонту (T_k) виражається наступним співвідношенням:

$$T_k : T_c : T_n : T_o = 1,0 : 0,6 : 0,2 : 0,03 \quad (5)$$

Розрахунок річної трудомісткості ремонту обладнання проводиться після складання графіка ППР за наступною формулою:

$$T = a \cdot R \cdot n \quad (6)$$

де a - умовна ремонтна одиниця, нормогодин (таблиця 2);

R - категорія ремонтної складності;

n - кількість однакових ремонтів (оглядів) у таблиці графіка ППР.

Умовна ремонтна одиниця – це умовна машина, на капітальній ремонт якої необхідно витратити 35 нормогодин.

Категорія ремонтної складності показує, у скільки разів трудомісткість ремонту даної машини більше умовної ремонтної одиниці.

Цей показник встановлюється для кожного виду і марки технологічного обладнання відповідними нормативами. Для виконання даної роботи він приводиться у таблиці 2.

Таблиця 2 – Трудомісткість ремонтів у умовних одиницях

Види ремонтних робіт	Ремонтні операції			
	слюсарні	верстатні	інші	разом
Огляд	0,72	–	0,28	1,0
Поточний ремонт	5,0	1,4	0,6	7,0
Середній ремонт	15,2	4,2	1,6	21,0
Капітальний ремонт	25,4	7,0	2,6	35,0
Питома вага ремонтних операцій, %	72	20	8	100

Визначена трудомісткість по кожному виду ремонту (огляду) та її сумарне значення заноситься у відповідну графу графіка ППР.

5 Завдання на виконання роботи

Вихідні дані на складання річного графіка ППР наводяться у додатку А.

6 Вказівки по виконанню роботи

6.1 Вивчити теоретичний розділ 2.2, методику розрахунків та складання графіка ППР.

6.2 Вибрати 3...5 варіантів (за узгодженням з викладачем) з таблиці 3 та уточнити всі дані до складання графіка ППР і розрахунків трудомісткості ремонтно-обслуговуючих впливів.

6.3 Виконати необхідні розрахунки і скласти річний графік ППР.

6.4 Розрахувати сумарну річну трудомісткість ремонту та ТО обладнання.

6.5 Визначити річну трудомісткість слюсарних, верстатних та інших видів ремонтних операцій.

6.6 Оформити звіт з лабораторної роботи.

6.7 Пред'явити викладачеві оформлений звіт, пояснити результати, отримані при виконанні роботи.

7 Звітність по роботі:

Згідно з загальними вимогами (с. 6).

8 Контрольні запитання

1 Які основні принципи покладені в основу планово-попереджувальної системи технічного обслуговування і ремонту технологічного обладнання галузі?

2 У чому, на вашу думку, полягають переваги і недоліки планово-попереджувальної системи технічного обслуговування і ремонту?

3 На яких підприємствах (виходячи з програми виробництва) доцільне запровадження системи ППР?

4 Яка служба підприємства займається складанням документації на виконання системи ППР і контролює її виконання?

5 Які види планового ремонту і технічного обслуговування передбачає система ППР?

6 Що являє собою дійсний фонд роботи обладнання?

7 Що таке структура ремонтного циклу, що вона характеризує і з якою метою вона складається?

8 Які нормативи потрібно знати для складання річного графіка ППР?

9 Як впливає змінність роботи технологічного обладнання на структуру річного графіка ППР?

10 У чому полягає сутність поняття умовної ремонтної одиниці?

9 Тестовий контроль

1 Розшифруйте скорочення: „...система ППР“

- 1 ...система поточного планового ремонту;
- 2 ...система планування послідовного ремонту;
- 3 ...система планово-попереджувального ремонту;
- 4 ...система попередження помилок ремонту.

2 Укажіть правильний перелік ремонтно-обслуговуючих впливів у порядку зростання трудомісткості:

- 1 капітальний ремонт-середній ремонт-поточний ремонт-огляд;
- 2 огляд-поточний ремонт-середній ремонт-капітальний ремонт;
- 3 огляд-поточний ремонт-капітальний ремонт-середній ремонт;
- 4 огляд-середній ремонт-поточний ремонт-капітальний ремонт.

3 Найменшу періодичність проведення має ремонт...:

- 1 ...капітальний; 2 ...середній; 3 ...поточний; 4 ...позаплановий

4 Який вид ремонту повинен гарантувати повне (або близьке до повного) відновлення роботоздатності і ресурсу машини?

1 середній; 2 капітальний; 3 поточний; 4 всі види.

5 Між якими видами ремонту проводять відлік міжремонтного циклу?

1 між капітальними; 2 між поточними; 3 між середніми; 4 між оглядами.

6 Час роботи технологічного обладнання між двома плановими ремонтами називають:

1 тривалістю міжремонтного циклу; 2 тривалістю середини циклу;
3 тривалістю міжремонтного періоду; 3 тривалістю планового ремонту.

7 Річний план-графік ремонту складається на...:

1 ...кожну технологічну лінію цеху; 2 ...кожну групу машин лінії;
3 ...кожну групу машин за марками; 4 ...кожну одиницю машин.

8 Річний план графік складається...:

1 ...службою маркетингу підприємства; 2 ...плановим відділом;
3 ...службою головного механіка; 4 ...відділом охорони праці.

9 Умовна ремонтна одиниця застосовується для...:

1 ...обліку трудомісткості ремонту; 2 ...визначення оглядового періоду;
3 ...визначення міжремонтного циклу; 4 ...всі відповіді невірні.

10 Найбільшу питому вагу при ремонті мають роботи...:

1 ...зварювальні; 2 ...слюсарні; 3 ...верстатні; 4 ...ковальські

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Рудик Ф.Я. Монтаж, експлуатація и ремонт обладнання переробляючих підприємств. / Ф.Я. Рудик. [Текст] СПб.: ГИОРД. - 287 с.

2. Гурський П.В. Практикум. Монтаж, ремонт, наладка обладнання харчових виробництв [Текст] / П.В. Гурський [та ін]. - Харків: 2001, - 230 с.

3. Илюхин В.В. Монтаж, наладка, диагностика и сервис оборудования предприятий молочной промышленности [Текст] / В.В. Илюхин, И.М. Тамбовцев, М.Я. Бурлев - СПб.: ГИОРД, 2006 - 500 с.

Додаток А
(довідковий)

Таблиця А1 – Варіанти вихідних даних складання графіка ППР

Варіант	Назва обладнання	Марка	Останній ремонт:		Категорія ре-монтної склад-ності	Ремонтні нормативи			
			вид	місяць		t_u	t_c	t_n	t_o
1	Гомогенізатор	К5-ОГА	К	10	2,3	48	12	6	0,5
2	Сепаратор	ОСН-С	П ₁	10	1,2	12	6	3	0,5
3	Пастеризатор	ОП2У-15	С	11	4,5	24	12	3	1,0
4	Автомат розливу молока	М6-ОРЕ	К	8	13,4	18	6	3	0,5
5	Автомат фасувальний	М6-АРТ	С	8	6,5	24	12	3	1,0
6	Сироробна ванна	В2-ОСВ5	К	11	3,5	36	18	3	1,0
7	Охолоджувач сиру	ОТД	П ₄	12	2,0	36	18	3	1,5
8	Масловиготовлювач	А1-ОЛО	С	11	43,2	36	12	3	1,0
9	Резервуар	Р3-ОТН	П ₁	8	0,6	48	24	12	1,0
10	Пастеризатор	П8-ОЛФ	С	10	3,0	48	12	6	0,5
11	Підігрівач	П8-САБ	П ₁	11	1,6	24	12	3	1,0
12	Сушарка розпилювальна	Нема-500	С	12	24,0	18	6	3	0,5
13	Охолоджувач сиру	Б6-ОТР/8	К	9	3,2	36	18	3	1,0
14	Змішувач з дозатором	Б6-ОТР/9	П ₂	11	1,6	24	12	3	1,0
15	Сепаратор	ОЦМ-25	П ₁	9	2,2	36	18	3	1,0
16	Ваги для молока	СМИ-500	К	10	2,0	48	12	6	0,5
17	Насос ротаційний	НРМ-5	П ₁	12	0,8	18	6	3	0,5
18	Напівавтомат фасувальний	ПАД-3	С	11	2,1	24	12	3	1,0
19	Флягомийна машина	Б2-ОФМ	П ₂	10	2,2	36	18	3	1,0
20	Вальцівка для сиру	ОПТ-1200	К	12	0,9	18	6	3	0,5
21	Ванна сирна	СВ-1000	П ₂	9	1,6	48	12	6	0,5
22	Фризер	А1-ОФУ	К	10	3,0	36	18	3	1,0
23	Ємність для дозрівання	Г2-ОТБ	П ₂	10	2,1	24	12	3	1,0
24	Гомогенізатор	ОГБ-М	С	11	2,2	36	18	3	1,0
25	Плавильний котел	В2-ОПН	П ₂	12	12,8	48	12	6	1,0

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

РОЗБИРАННЯ ВУЗЛІВ ТА АГРЕГАТІВ ОБЛАДНАННЯ

МЕТА РОБОТИ: Закріплення теоретичних знань з технології виконання робіт по розбиранню вузлів та агрегатів технологічного обладнання галузі при його ремонті. Одержання практичних навичок у користуванні стандартним і спеціальним монтажним інструментом та пристосуваннями, вивчення специфічних прийомів розбирання складальних одиниць.

Час проведення лабораторної роботи: 2 год.

ВСТУП

Система планово-попереджувального ремонту технологічного обладнання галузі передбачає, що поточні і середні ремонти проводять безпосередньо на місці роботи обладнання, а капітальний ремонт у ремонтно-механічному цеху або на спеціалізованих підприємствах. Усі види ремонтів потребують або часткового або повного розбирання відповідного обладнання. Слід відмітити, що без вагомої причини справні вузли розбирати не рекомендується.

Розбирання технологічного обладнання на агрегати та вузли, наступне їх очищення і миття, а потім розбирання на деталі з послідуєчим їх миттям від усіляких забруднень є підготовчими, але дуже відповідальними операціями.

Від якості цих робіт залежить збереженість деталей і придатність для повторного використання (деталі із допустимим зносом) і також для відновлення. Встановлено, що за рахунок удосконалювання розбирально-мийних робіт частка повторного використання, наприклад, підшипників може бути збільшена на 15...20%, кріпильних та інших стандартних деталей та нормалей – на 25...45%.

Розбиральні роботи у технологічному процесі є найбільш трудомісткими і малопродуктивними, тому що і на даний час вони недостатньо оснащені сучасним механізованим устаткуванням, пристосуваннями, оснасткою.

Аналіз сучасного стану підприємств харчової та переробної промисловості (особливо малих і середніх) показує, що на більшості з них ремонтні служби використовують ручний універсальний монтажний інструмент і мускульну силу.

Виконання даної лабораторної роботи дасть змогу студентам, наряду з одержанням практичних навичок, осмислити сутність процесу розбирання і у подальшій професійній діяльності поліпшувати технологію і оснащення цього процесу.

1 ВКАЗІВКИ З ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Під час підготовки до роботи проглянути конспект лекцій, учбову літературу та систематизувати об'єм теоретичних знань по методах і технічних засобах, що забезпечують процес розбирання машини на агрегати та вузли та складових одиниць – на деталі. З'ясувати, у яких випадках застосовують спеціалізовані пристосування і інструмент.

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Яку частку, на вашу думку, займають операції розбирання у технологічному процесі ремонту обладнання?

1.2.2 У чому полягає специфіка слюсарних операцій по розбиранню машини, агрегатів, вузлів при виконанні поточного, середнього або ж капітального ремонту машини?

1.2.3 Як впливає якість виконання робіт по розбиранню на якісні та вартісні показники процесу ремонту в цілому?

1.2.4 Чи доцільно розбирати агрегат або вузол, якщо засоби діагностики підтверджують його задовільний стан?

1.2.5 Назвіть основні складові (деталі, стандартні вироби та ін.), що входять до складу практично усіх вузлів і агрегатів обладнання.

1.2.6 Яких основних правил безпеки праці потрібно дотримуватись при виконанні розбиральних робіт?

1.3 Література для самопідготовки

1. Рудик Ф.Я. Монтаж, експлуатація и ремонт оборудования перерабатывающих предприятий. / Ф.Я. Рудик. СПб.: ГИОРД. - 287 с.

2. Ялпачик В.Ф. Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств: Навчальний посібник: Практикум. / В.Ф. Ялпачик [та ін.] - Мелітополь, 2013. - 234 с.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

- відповісти на питання викладача, одержати допуск до роботи;
- ознайомитись з теоретичними відомостями про технологічний процес розбирання, специфікою розбирання деяких стандартних та специфічних складових одиниць, з'єднань, сполучень;
- розглянути конструкції та уявити принцип дії стандартного та спеціалізованого інструменту та пристосувань для виконання робіт по розбиранню технологічного обладнання;
- відпрацювати практичні прийоми по розбиранню деяких типових з'єднань та сполучень, освоїти методи використання специфічного обладнання для видалення несправних деталей;
- на основі зовнішнього огляду одного з натурних зразків вузла або агрегату обладнання зробити припущення про його призначення, встановити порядок розбирання і розібрати; перевірити вірність своїх попередніх припущень;
- зробити загальні висновки по роботі;
- відповісти на контрольні запитання;
- зарахувати лабораторну роботу у викладача.

2.2 Короткі відомості з теорії

2.2.1 Загальні положення

Відомо, що у процесі експлуатації кріпильні вироби та сполучення деяких деталей у силу різних причин (наявність стопорних пристроїв, корозія, старіння, міжмолекулярна взаємодія, вплив пофарбування та інших причин) потребують збільшених зусиль для їх роз'єднання, наприклад, для розбирання різьбових з'єднань обладнання, яке пропрацювало декілька років, потрібний механізований інструмент із обертаючим моментом, що перевищує в 1,2...2,5 рази обертаючий момент, необхідний при складанні нових з'єднань тих же типорозмірів.

Таким чином для механізації і підвищення продуктивності праці при розбиранні різьбових з'єднань необхідні механізовані інструменти інерційно-ударного типу зі збільшеними обертаючими моментами.

Для механізації робіт з розбирання сполучень із натягом без ушкодження деталей необхідно використовувати різні знімачі і пресове устаткування з гідравлічним приводом.

Розглянемо деякі правила, особливості і технологічні прийоми, які використовуються при розбиранні обладнання, вузлів, з'єднань.

Розбирання машин доцільно починати з деталей і вузлів, що мають вільний доступ. Насамперед знімають деталі, які можуть нанести травму робітникам.

При розбиранні машини необхідно строго дотримуватися певної послідовності. Приступаючи до розбирання, попередньо видаляють усі додаткові пристосування, укріплені на корпусі машини і на робочому столі, знімають огороження та щитки, які закривають доступ до деталей, вузлів і механізмів.

Щоб запобігти безсистемного „розпаданню“ вузлів, що розбираються і щоб не переплутати подібні складові частини, їх потрібно знімати комплектно разом із з'єднуючими ланками.

Розбирання машини на вузли також виконують послідовно. Передчасне розчленування вузлів, що найбільш легко видаляються, на деталі збільшує час на розбирання і утрудняє наступне складання.

Тільки розібравши машину по вузлах, можна приступати до детального розбирання цих вузлів. При цьому не слід роз'єднувати деталі, парне положення яких зафіксоване контрольними шпильками і штифтами. Ці деталі знімають лише в тому випадку, коли вони мають значний знос або дефекти.

При розбиранні парних зубчастих коліс необхідно наносити мітки на зуби, що сполучаються. Мітки слід наносити на деталях перед зняттям кулачків або ексцентриків, закріплених на валах або осях упорними гвинтами без свердлень під їх кінець, на шатунах зі знімними кришками, на торцях вала і кривошипа з противагою. Це значно полегшує послідує склання машин і підвищує якість складання.

Якщо упорні гвинти корпусу машини не мають дефектів, то їх тільки звільняють, не вивертаючи з корпусу. Деталі, термін служби яких практично не обмежений, при ремонті машин взагалі не знімають, якщо вони не мають полумок і явних ознак зносу.

Окремі вузли, якщо вони по оцінці діагностування працюють задовільно і не вийдуть з ладу у наступний міжремонтний період, на деталі не розбирають.

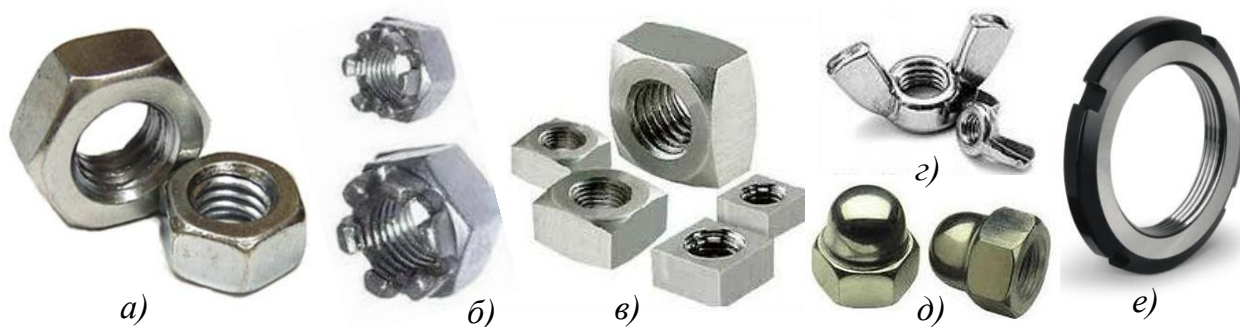
Порушення технологічної послідовності розбирання приводить не тільки до зайвих витрат часу, але і до поломок та псування деталей. Щоб розібрати машину, не ушкодивши гайок, торців валів, шпильок, шліців, шпонкових канавок, шліц гвинтів, необхідно мати: ключі, борідки, м'які вибивачі (оправки), киянки, знімачі, викрутки та інші інструменти відповідного розміру.

Розбирання слід проводити акуратно, застосовуючи перевірені технологічні прийоми та уникаючи жорстких ударів.

2.2.2 Розбирання різьбових з'єднань

Різьбові з'єднання займають у складі технологічного обладнання досить вагоме місце. Близько 80...85% від загальної кількості різьбових деталей це кріпильні вироби (болти, гвинти, шпильки, гайки), а іншу частку складають елементи передач гвинт-гайка, різьбові деталі регулювальних пристроїв та різьбові з'єднання, як правило великих діаметрів, призначені для кріплення відповідальних деталей (елементів передач, робочих органів та ін.) на валах. Слід відмітити, що крім означених, суттєве місце у конструкціях технологічного обладнання займають різьбові з'єднання з трубними різьбами (труби і фурнітура трубопроводів різного призначення).

Як правило, при розбиранні найбільш поширеною операцією є відгвинчування гайок, деякі види з яких показані на рисунку 1.



а) - шестигранні; б) - корончасті; в) - квадратні; г) - барашкові;
д) - ковпачкові; е) - круглі зі шліцами

Рисунок 1 – Розповсюджені види кріпильних гайок

Розбирання кріпильних різьбових з'єднань проводять, в основному, за допомогою універсального слюсарного монтажного інструменту, такого як гайкові ключі різних конструкцій (різкові двохсторонні, різкові односторонні, накидні, комбіновані, торцеві та інші їх види.).



Слід відмітити, що для розбирання різьбових з'єднань, які дуже важко розібрати звичайним інструментом, рекомендують застосовувати гайкові ключі збільшеної довжини, а також спеціальні ключі, відгвинчування якими можна супроводжувати ударами по їх вільній частині (див. рисунок 2).

Рисунок 2 – Ключі для відгвинчування ударом

ром

Зменшує номенклатуру інструменту і у деякій мірі полегшує виконання робіт використання розвідних (з перемінним розміром зіву) ключів. Існує безліч розвідних ключів за конструкціями і типорозмірами (деякі зразки показані на рисунку 3).

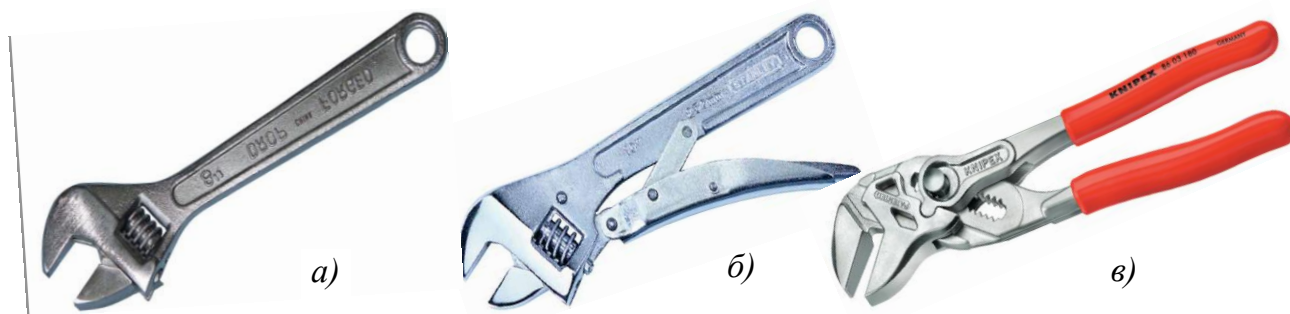
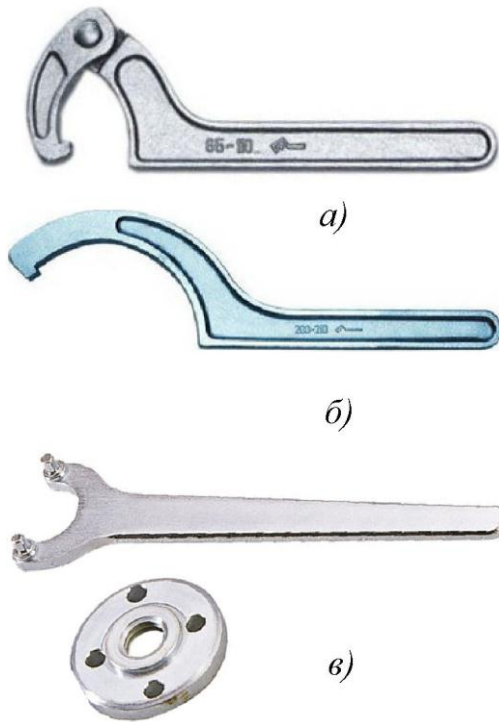


Рисунок 3 – Розвідні ключі: *а)* - звичайний; *б)* - ключ з фіксатором; *в)* ключ фірми KNIPEX

На рисунку 4 показані ключі для відгвинчування круглих гайок з шліцами по колу (рисунок 1 *е)* та круглих гайок з отворами під ключ по торцю (рисунок 4 *в)*).

Ключ з шарніром, показаний на рисунку 4 *а)* дає змогу відгвинчувати гайки, виготовлені у досить широкому діапазоні їх зовнішніх діаметрів, а ключ на рисунку 4 *б)* призначений для більш вузького діапазону типорозмірів, але є

більш міцним і жорстким.



Для круглих гайок з циліндричними отворами під ключ по колу використовують ключі, подібні ключам, показаним на рисунку 4 а) і б).

Ключі для гайок з отворами по торцю призначені (рисунок 4 в) тільки для одного певного типорозміру гайок.

Розбирання різьбових з'єднань між трубами і фітінгами металевих трубопроводів (рисунок 5) проводять за допомогою трубних (їх ще часто називають газовими) ключів (рисунок 6).

Рисунок 4 – Ключі для круглих гайок



Рисунок 5 – Фітінги металевих трубопроводів



Рисунок 6 – Трубні (газові) ключі: а) „шведський“; б) „американський“;

в) ланцюговий; г) ключ-кліщі (кобра)

Кріпильні гвинти, якщо їх головки мають зовні шестигранну або квадратну форму, вигвинчують відповідними гайковими ключами. Якщо ж головки мають прорізи (шліці) або поглиблення, то для вигвинчування застосовують викрутки з відповідною формою жала. На рисунку 7 показані змінні леза (біти)



для універсальної викрутки з найбільш поширеними формами робочої частини. На даній час, у зв'язку з поширенням імпоротної техніки, різноманітність форм головок гвинтів значно збільшилось, що слід враховувати при розбиранні такої техніки.

Рисунок 7 – Форма лез викруток

Для гвинтів з внутрішнім шестигранним отвором застосовують ключі із Г-подібно зігнутого шестигранного профілю відповідного розміру.

При розбиранні гвинтових з'єднань необхідно викручені з деталей гвинти знову вкрутити (наживити) у відповідні отвори. Це виключає втрату гвинтів і полегшує послідуєче складання.

Різьбові з'єднання, що зазнали корозії, необхідно перед розбиранням рясно змочити гасом. Це полегшує розбирання і виключає поломку гвинтів, ушкодження шліців та граней.

Якщо гайку існуючими засобами відкрити неможливо, її можна зруйнувати (розрізати) за допомогою пристрою, показаного на рисунку 8. Даний пристрій складається з корпусу 1, загартованого ріжучого леза 2 і гвинта 3. Ріжуче лезо відводиться назад, пристосування одягається отвором на гайку і при натиску гвинтом на лезо гайка



розрізається навпіл і легко видаляється.

Рисунок 8 – Розрізувач гайок

Шпильки, закручені у корпусні деталі, не рекомендується вигвинчувати без особливої потреби.

У разі необхідності, викручування шпильок можна проводити різними способами, деякі з них показані на рисунку 9.

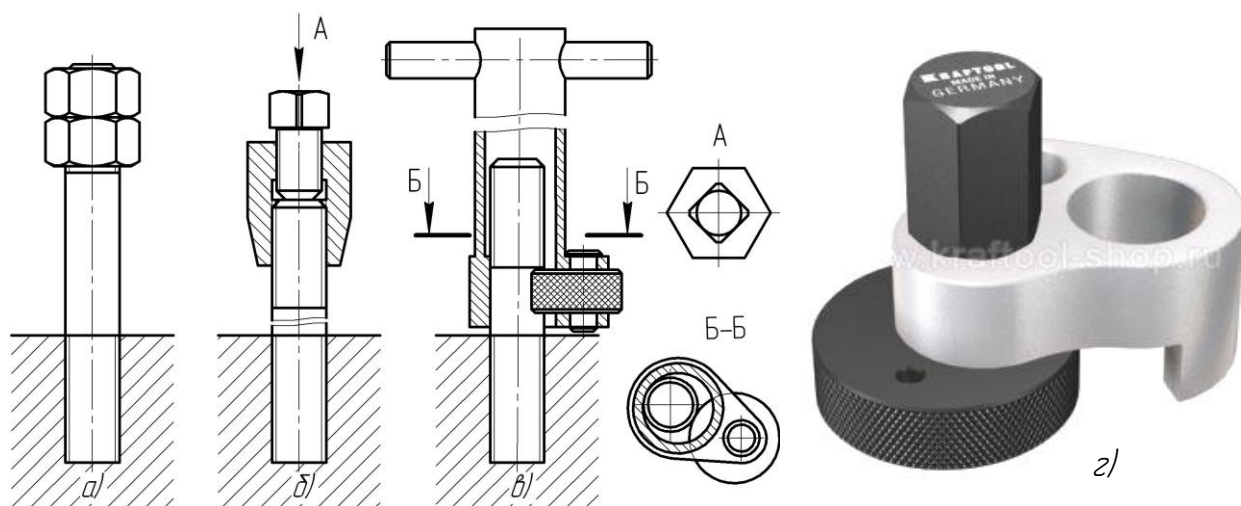


Рисунок 9 – Способи вигвинчування шпильок

Метод двох гайок *а)* є одним з найпростіших – викручування проводиться за нижню гайку; на рисунку *б)* показаний подібний спосіб з гвинтовим пристосуванням; обидва способи малопродуктивні і тому найчастіше застосовують спеціальні ключі, наприклад, ексцентрикові (схема *в)* і фото *з)*. Доволі часто, при наявності достатнього місця для доступу до шпильки, її вигвинчують трубним (газовим) ключем.

Істотну проблему при розбиранні складає видобування з тіла деталі зламаных шпильок та гвинтів.

Розрізняють дві ситуації: шпилька зламана у кінці верхньої (гайкової) різьбової частини (або по стержню шпильки без різьби) і стержень виступає над корпусною деталлю; друга ситуація – шпилька (гвинт) зламана у кінці нижньої різьби врівень з площиною деталі.

У першій ситуації, якщо довжина виступаючої частини недостатня для викручування ексцентриковим ключем, потрібно пристосувати переріз висту-

паючого стержня під один зі стандартних монтажних інструментів (рисунок 10 а і б), або ж просто приварити до шпильки гайку або важіль (рисунок 10 в, г).

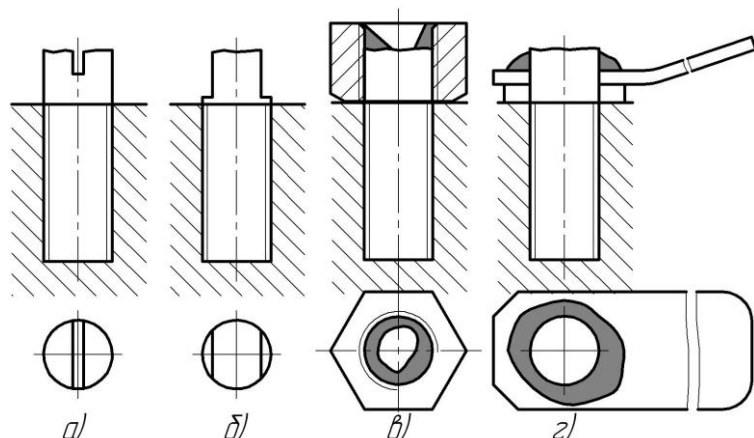


Рисунок 10 – Викручування обламаних шпильок

Друга ситуація пов'язана з застосуванням спеціальних інструментів – екстракторів. У торці зламаного гвинта або шпильки (рисунок 11, а) просвердлюють осьовий отвір певного діаметра і глибини, у який забивають екстрактор (бор).

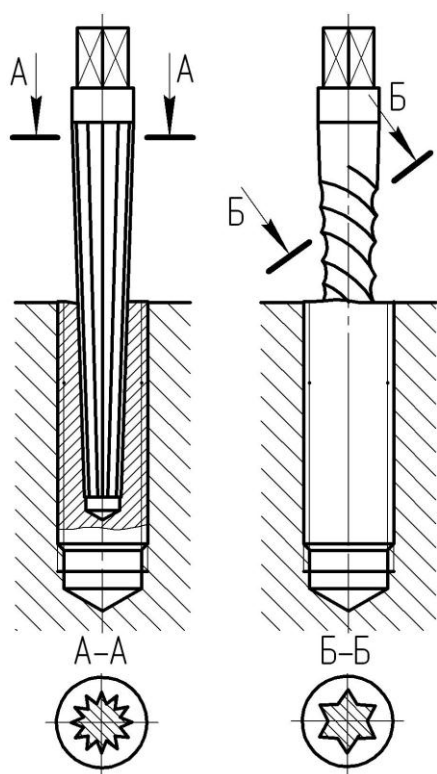


Рисунок 11 – Екстрактори

Екстрактор представляє собою загартований конічний зубчастий стержень з квадратною головкою для накладання ключа або воротка. Поворотом бора вивертають залишки гвинта.

Екстрактор на рисунку 11, б) має на конічній поверхні ліві спіральні канавки (кут спіралі звичайно складає 30°). При повороті екстрактора гострі краї спіральних канавок урізаються у стінки гвинта і гвинт вивертається.

У деяких випадках в осьовому отворі нарізають зворотну різьбу, загвинчують у різьбовий отвір інший гвинт і обертають до повного вивертання зламаного гвинта.

2.2.3 Розбирання посадок з натягом

Основні об'єкти силового розбирання це сполучення підшипник-вал, маточина-вал, корпус-втулка, корпус-підшипник та деякі інші.

У даній роботі питання демонтажу і монтажу підшипників кочення розг-

лядатися не буде (воно буде винесене в окрему лабораторну роботу), тому зупинимося на огляді розбирання інших з'єднань.

Як правило, шківні пасових, зірочки ланцюгових передач та напівмуфти сполучаються з циліндричними шийками валів з невеликим натягом (для забезпечення надійного центрування по перехідних посадках) і тому потребують досить невеликих зусиль для зняття. Крім того, ці деталі звичайно розташовані на вихідних кінцях валів і можуть спресовуватись з них легкими ударами молотка (з м'яким бойком) або звичайного слюсарного молотка через м'яку проставку.

Виключення можуть скласти сполучення, деталі яких з різних причин „прикипіли“ одна до іншої і потребують значно більших зусиль, деталі кінцевих сполучень та деталі, які легко можуть зруйнуватися від удару. У цих випадках потрібно застосування спеціальних пристроїв – знімачів.

Слід зауважити, що при наявності відповідних пристроїв, які можуть забезпечити зняття без ударів, пріоритет віддається цим пристроям.

На даний час існує безліч конструкцій знімачів як універсальних, так і спеціальних, але основні правила їх застосування полягають у надійному контакті знімача з об'єктом, мінімальній вірогідності руйнування деталей та безпеки використання.

На рисунку 12 показані основні компоновальні схеми застосування знімачів.

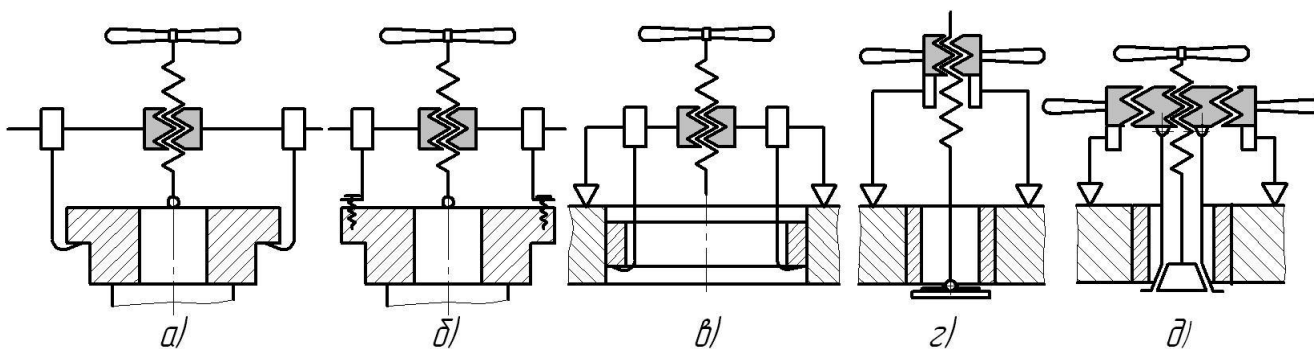


Рисунок 12 – Компоновальні схеми застосування знімачів

При знятті маточини з вихідного кінця вала застосована класична схема а), при якій лапи знімача захоплюють деталь з боків з двох або трьох сторін, якщо деталь має великі габарити, то лапи можна закріпити через технологічні отвори на ободі деталі.

На ободах деяких деталей, зокрема зірочках, виробник спеціально вико-

нує різьбові отвори для демонтажу цих деталей (схема б), за допомогою цих отворів елементи знімача (лапи, штанги, ін.) з'єднують з деталлю.

На схемі в) показане випресовування деталі типу втулки з корпусу. Деталь повинна бути достатньо великою за розміром, щоб у її осьовому отворі можна було надійно встановити лапи знімача.

Схеми г) і д) показують процес випресовування втулки невеликих розмірів з корпусної деталі.

У знімача за схемою г) його захоплюючий елемент повертається на шарнірі на 90° , уводиться у втулку, повертається у вихідне положення, упирається у торець і обертанням гвинта втулка видаляється.

На схемі д) у отвір втулки вводиться цангове пристосування, обертанням гвинта розтискається до контакту захоплюючих буртиків з торцем втулки і за допомогою другого гвинта втулка видаляється.

Найбільш розповсюджені знімачі з гвинтовим та гідравлічним приводом, саме ці приводи дозволяють розвивати достатньо великі зусилля при невеликих габаритах пристосування.

Як відомо, передача гвинт-гайка при стандартних співвідношеннях діаметра різьби і довжини рукоятки привода $l \approx 15d$ може створювати осьове зусилля у 70...100 разів більше за зусилля на рукоятці. Гідравлічний привод навіть з ручним насосом дозволяє збільшувати силу на приводі у кілька сотень разів.

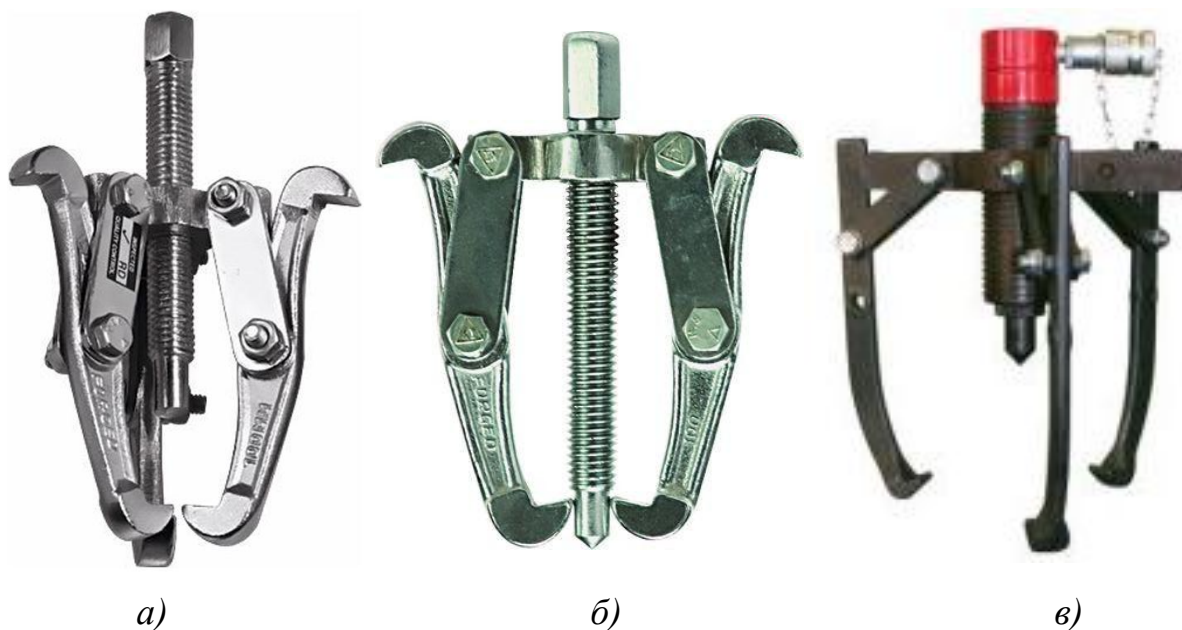
На рисунку 13 наведені фото деяких конструкцій лапчастих знімачів, а на рисунку 14 переналагодження універсального знімача на різні схеми операцій.

Крім універсальних знімачів при розбиранні техніки широко застосовуються спеціалізовані та спеціальні пристрої, як стандартизовані, так і власної конструкції. Вони вигідніші за стандартні тим, що розраховані на зняття відповідної деталі або групи деталей, і тому при їх застосуванні витрачається значно менше часу на переналадку і монтаж самого знімача.

Знімачі, як правило, використовують для демонтажу деталей передач та деяких вузлів під час загального розбирання машини в цілому на агрегати і вузли на її робочому місці.

Одним з етапів розбирання машини є видалення втулок. Втулки випресо-

вують за допомогою стандартних знімачів або пристроїв, подібних зображеному на рисунку 12 з).



а) і б) - гвинтові трилапий і дволапий; в) - гідравлічний трилапий

Рисунок 13 – Конструкції універсальних знімачів



Рисунок 14 – Різні наладки універсального знімача

Використовують також знімачі втулок з цанговим пристроєм (див. рисунок 12 д), який розтискається після уведення його в порожнину втулки і за допомогою гвинта витягається разом з нею.

Втулки, особливо при значному їх зносі, при ремонті звичайно замінюють, тому у більшості випадків їх видаляють без збереження цілісності, вибивають за допомогою надставок.

Розбирання агрегатів і вузлів на деталі проводиться на спеціалізованих робочих місцях, обладнаних більш потужними і продуктивними пристроями, такими як преси.

Особливо це стосується таких деталей передач, як зубчасті і черв'ячні колеса. З метою підвищення несучої спроможності сполучення з валом їх встановлю-



ють на вал з великим натягом (по пресових посадках) і розбирання цих спряжень потребує досить великих зусиль. Преси також зручно використовувати для демонтажу внутрішніх кілець підшипників з валів.

Преси можуть бути як стаціонарними, так і настільними (рисунок 15) з гвинтовим, гідравлічним та зубчато-реечним приводом.

Рисунок 15 – Настільні преси

2.2.4 Видалення стопорних пристроїв

Стопорні кільця, з отворами стискають (розтискають) спеціальними кліщами (рисунок 16).



Для зняття стопорних кілець без отворів конструкція деталі, на якій вони закріплені повинна передбачати спеціальну виїмку для їх демонтажу.

Дротяні фіксатори видаляють пасатижами з довгими губками.

Рисунок 16 – Стопорні кільця і інструмент

2.3 Обладнання робочих місць

Для кожної ланки (бригади) студентів передбачається два робочих місця: учбове – для роботи з літературою, оформлення документів і спеціалізоване – для виконання технологічних операцій.

Роботи по розбиранню виконуються на монтажному столі, оснащеному пресом, лещатами, пристосуваннями для розбирання, комплектом інструменту і натурних зразків вузлів для розбирання (рисунок 17).

Комплект документів і наочних посібників включає у себе методичні вказівки, необхідну літературу, плакати, опис комплектності робочого місця, правила техніки безпеки.



Рисунок 17 – Фото лабораторного місця з розбирання вузлів

2.4 Вказівки по виконанню роботи

2.4.1 Вивчити теоретичний розділ 2.2, оглянути комплект пристосувань, оснастки, інструменту, призначений для виконання лабораторної роботи.

2.4.2 Підібрати відповідний інструмент і провести розбирання натурних зразків різних видів різьбових з'єднань (болтового, гвинтового, шпилькового, вал-гайка та ін.).

2.4.3 Провести методом екстракції видалення з корпусної деталі залишків зламанної шпильки (гвинта).

2.4.4 Вибрати спосіб розбирання і провести видалення зношеної втулки з корпусної деталі.

2.4.5 Підібрати відповідний знімач, налаштувати його і виконати операцію спресовування деталі (шківа, зірочки, напівмуфти) з вихідного кінця вала.

2.4.6 Налаштувати прес і провести операції по роз'єднанню спряження вал-зубчасте колесо, вал-черв'ячне колесо та ін., виконаного по посадці з натягом.

2.4.7 Оглянути і проаналізувати конструкцію вузла, призначеного для розбирання, намітити порядок розбирання, підібрати інструмент і розібрати вузол.

2.4.8 Зібрати розібраний вузол у зворотній послідовності.

2.4.9 Привести монтажний стіл і комплект пристосувань у вихідний стан, здати робоче місце лаборантові.

2.4.10 Оформити звіт з лабораторної роботи і пред'явити викладачеві.

3 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

Під час проведення роботи чітко додержуватись загальної інструкції з охорони праці (с. 7). Додаткові вимоги безпеки при проведенні роботи:

- під час розбирання надійно кріпити вузли, що розбираються;
- у процесі розбирання зняті, відокремлені деталі та кріпильні вироби акуратно у відповідному порядку розташовувати на монтажному столі, деталі, які можуть скочуватися, укласти у лежаче положення;
- при виконанні операцій не заважати один одному, при роботі удвох слідкувати за положенням рук партнера з метою не завдати йому травм.

4 ЗВІТНІСТЬ ПО РОБОТІ:

Згідно з загальними вимогами (с. 6).

5 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1 Укажіть місце розбиральних операцій у загальному технологічному процесі ремонту машини.

2 Які труднощі технічного характеру супроводжують процес розбирання машини на вузли і агрегати, вузлів і агрегатів – на деталі?

3. Які операції повинні обов'язково проводитися перед розбиранням машини на вузли і агрегати, вузлів і агрегатів – на деталі?

4 З яких об'єктивних та суб'єктивних причин роботи по розбиранню вважаються найбільш трудомісткими?

5 Які види деталей при виконанні процесу розбирання не можна піддавати знеособлюванню?

6 Якими методами дотримуються збереження парності відповідальних деталей обладнання?

7 Яке універсальне обладнання і інструмент застосовують при виконанні розбиральних робіт?

8 Яким механізованим інструментом бажано оснастити виконання операцій по розбиранню?

9 За допомогою якого інструменту розбирають різьбові з'єднання металевих труб з трубною арматурою?

10 Якими методами і засобами викручують непошкоджені і зламані шпильки з тіла корпусної деталі?

11 За якими основними принципами потрібно підбирати види, типи та конструкції знімачів?

12 За допомогою якого обладнання роз'єднують спряження, виконані з посадками, що передбачають великі натяги?

6 ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ

1 При якому виді ремонту найчастіше допускають знеособлення деталей при розбиранні?

1 Середньому; 2 Капітальному; 3 Поточному; 4 Всіх названих видах.

2 При якому виді ремонту проводять повне розбирання машини?

1 Поточному; 2 Середньому; 3 Капітальному; 4 Ні при якому.

3 Яку середню частку від загальної кількості різьбових з'єднань машини складають кріпильні вироби?

1 80...85%; 2 50...60%; 3 25...35%; 4 10...15%.

4 Кріпильні вироби з шестигранною головкою розбирають...

1 ...викруткою; 2 ...екстрактором; 3 ...гайковим ключем; 4 ...знімачем.

5 З'єднання металевої труби і циліндричної водопровідної муфти звичайно розбирають за допомогою...:

1 ...знімача; 2 ...екстрактора; 3 ...газового ключа; 4 ...накидного ключа.

6 Яким пристроєм найчастіше створюється зусилля у ручних знімачах?

1 Передачею гвинт-гайка; 2 Передачею шестерня-зубчаста рейка;
3 Електромеханічною передачею; 4 Ексцентриковим механізмом.

7 Найпростішим методом видалення непошкоджених шпильок з корпусних деталей є метод...:

1 ...екстракції; 2 ...двох гайок; 3 ...молотка і зубила; 4 ...приварки важеля.

8 Передача гвинт-гайка знімача при співвідношенні плеча прикладання сили до діаметра різьби $l \approx 15d$ може збільшувати зусилля до...:

1 ...80...100 разів; 2 ...40...50 разів; 3 ...20...30 разів; 4 ...2...5 разів;

9 Ручні і механізовані преси доцільно застосовувати для розбирання ...:

1 ...різбових з'єднань; 2 ...з'єднань вал-маточина з великим натягом;
3 ...корпус-кришка підшипника; 4 ...всіх названих з'єднань.

10 Стопорні кільця з отворами видаляють...:

1 ...спеціальними кліщами; 2 ...екстракторами;
3 ...молотком з надставкою; 4 ...викрутками.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Илюхин В.В. Монтаж, наладка, диагностика и сервис оборудования предприятий молочной промышленности [Текст] / В.В. Илюхин, И.М. Тамбовцев, М.Я. Бурлев - СПб.: ГИОРД, 2006 - 500 с.

2 Ульман И.Е. Ремонт машин / [Текст] И.Е. Ульман, Г.А. Тонн, И.М. Герштейн и др. - М.: Колос, 1982. - 446 с.

3 Гурський П.В. ПРАКТИКУМ Монтаж, ремонт, наладка обладнання харчових виробництв / П.В. Гурський та ін. - Харків, 2001. -230 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

ДЕФЕКТАЦІЯ ДЕТАЛЕЙ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

МЕТА РОБОТИ: Закріплення знань по методах визначення залишкового ресурсу деталей обладнання галузі. Одержання практичних навичок дефектування типових деталей та вузлів обладнання.

Час проведення лабораторної роботи: 2 год.

ВСТУП

Дефектація – це процес виявлення стану деталей і сполучень шляхом порівняння фактичних показників з даними технічної документації, де наведені нормальні, допустимі і граничні значення розмірів деталей, зазорів та натягів сполучень, а також відхилення від норми і від взаємного розташування поверхонь деталей та інші параметри їх стану. Під час дефектації виявляють дефекти, що виникають у деталях у результаті зношування, корозії, втоми матеріалу і інших процесів та роблять висновки про подальше використання деталей.

У результаті дефектації деталі поділяють на п'ять груп:

- придатні, параметри яких перебувають у межах, що допускаються для використання з деталями, що були в експлуатації, або новими;
- придатні, параметри яких перебувають у межах, що допускаються для роботи тільки з новими деталями;
- непридатні, що втратили працездатність, але її можна відновити в умовах даного підприємства;
- непридатні, що втратили працездатність, ремонт і відновлення яких можливі тільки на спеціалізованих підприємствах;
- непридатні, які по своєму стану не можуть бути використані надалі; їх здають у брухт.

Основне завдання дефектації – не пропустити на складання деталі, ресурс яких вичерпаний або менший за міжремонтний строк, і не вибракувати деталі, придатні до подальшого терміну служби без ремонту.

Організація технологічного процесу дефектації залежить від виду і потужності виробництва. Великі підприємства, які мають достатню ремонтну базу, всі заходи по ремонту обладнання проводять у ремонтних цехах. У майстернях аграрних підприємств, де ремонтують обладнання їх переробних підрозділів, дефектація виконується на тих робочих місцях, де проводять ремонт обладнання. При цьому, необхідний для дефектації інструмент, пристосування і прилади можуть постійно перебувати на дільницях, де виконується ремонт, або у інструментальній коморі майстерні.

1 ВКАЗІВКИ З ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Під час підготовки до роботи проглянути конспект лекцій, учбову літературу та систематизувати об'єм знань з основних положень проведення дефектувальних робіт. З'ясувати, який вимірювальний інструмент застосовують для дефектації, принцип його дії, точність.

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Сформулюйте мету етапу дефектації, її роль і місце у загальному технологічному процесі ремонту обладнання.

1.2.2 Перерахуйте основні причини виходу з ладу деталей вузлів і агрегатів технологічного обладнання.

1.2.3 За якими ознаками без розбирання машини можна визначити степінь її несправності і потребу її в ремонті?

1.2.4 По яких ознаках, на вашу думку, можна поділити деталі обладнання на справні і несправні?

1.2.5 Які види вимірювальних інструментів ви знаєте? За допомогою яких методів виявляють приховані дефекти?

1.3 Література для самопідготовки

1. Илюхин В.В. Монтаж, наладка диагностика и сервис оборудования предприятий молочной промышленности [Текст] / В.В. Илюхин, И.М. Тамбовцев, М.Я. Бурлев - СПб.: ГИОРД, 2006 - 500 с.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

- відповісти на питання викладача, одержати допуск до роботи;
- ознайомитись з теоретичними відомостями про методи і інструментальне забезпечення дефектації деталей;
- розглянути конструкції та уявити принцип дії лабораторних установок, приладів та контрольно-вимірювального інструменту, що застосовується для дефектації деталей обладнання;
- провести огляд, заміри типових деталей з'єднань і сполучень натурального зразка вузла технологічного обладнання;
- занести одержані результати замірів у таблиці і дати рекомендації по придатності деталей для подальшої експлуатації або ремонту;
- зробити загальні висновки по роботі;
- відповісти на контрольні запитання;
- зарахувати лабораторну роботу у викладача.

2.2 Короткі відомості з теорії

2.2.1 Загальні положення

Дефект, у загальному розумінні, це кожна окрема невідповідність деталі встановленим вимогам. Дефекти підрозділяють по ряду класифікаційних груп:

- можливості виявлення – на явні і приховані;
- значимості – на малозначні, значні і критичні;
- причинах виникнення – конструктивні, технологічні, експлуатаційні;
- за можливістю усунення – на усувні і неусувні.

Явні – дефекти, які визначають візуально або передбаченими у нормативно-технічній документації методами і засобами (мікрометражним, ваговим, ін.).

Приховані – дефекти, які виявляють спеціальними методами контролю, що одержали назву методів дефектоскопії.

Малозначні – дефекти, що не проявляють істотного впливу на використання деталей, їх довговічність.

Значимі – дефекти, які суттєво впливають на використання деталей, їх довговічність.

Критичні – дефекти, при наявності яких використання деталей за призначенням неможливе.

Конструктивні – дефекти, поява яких обумовлена порушенням правил конструкторської розробки виробу.

Технологічні – дефекти, поява яких обумовлена порушенням правил технології виготовлення або ремонту виробу.

Експлуатаційні – дефекти, поява яких обумовлена експлуатацією.

Неусувні – дефекти, усунення яких технічно неможливе або ж економічно недоцільне.

Усувні – усунення технічно можливе та економічно доцільне.

До типових дефектів деталей технологічного обладнання можна віднести:

- зменшення (збільшення) розмірів робочих поверхонь деталей, їх маси і об'єму через фізичне зношування;
- зміна просторової геометрії деталей і складальних одиниць у результаті згину, скрученості, жолоблення від динамічних навантажень;
- порушення конструктивної цілісності деталей через тріщини, обломи, пробоїни та інші види руйнувань;
- зниження механічних і експлуатаційних властивостей матеріалу деталі через змінення його хімічного складу, структури;
- порушення цілісності або властивостей покриттів, що захищають елементи машин від агресивного впливу оточуючого середовища.

На рисунку 1 показана загальна класифікаційна схема методів дефектації.

Огляд – найпоширеніший метод дефектації для виявлення зовнішніх ушкоджень деталей, як-то деформації, тріщини, обломи, викришування, прогар, відкладення, раковини, задирки, подряпини, ушкодження покриттів, корозія, негерметичність та ін. Огляд проводять як неозброєним оком, так і за допомогою оптичних засобів: простих і біноклярних луп, мікроскопів.

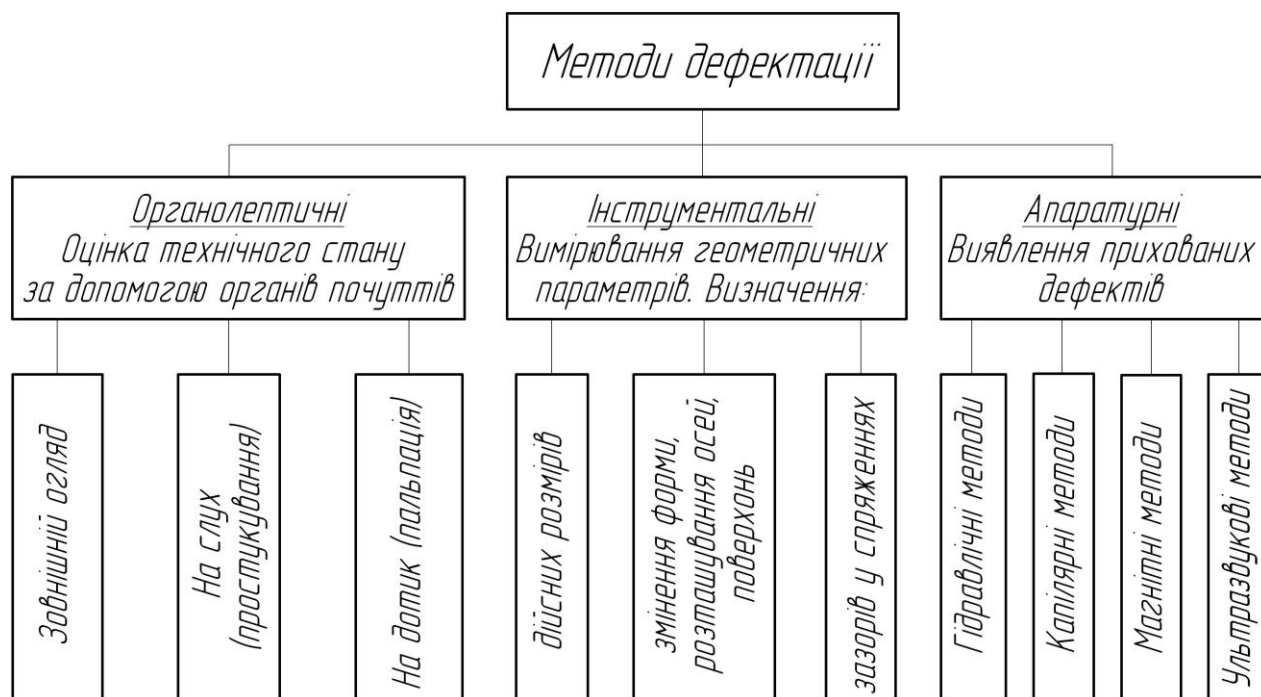


Рисунок 1 – Методи виявлення дефектів при проведенні дефектації

Простукування – використовується для визначення щільності посадки шпильок, порушення суцільності (цілісності) деталей. Метод заснований на зміні тону звучання деталі при нанесенні по ній легкого удару молотком. Звучання чисте – посадка щільна і деталь суцільна. Звук глухий, деренчливий – цілісність деталі порушена.

Випробування вручну і перевірка на дотик – дозволяє визначити наявність зазору, плавність обертання, взаємне переміщення деталей, вільний хід важелів, еластичність гумовотехнічних деталей, наявність місцевого зносу.

Органолептичні методи часто не дозволяють дати остаточний висновок про фактичний стан деталі, оскільки мають суб'єктивний характер.

При вимірюванні порядок виміру, інструмент і пристосування, що застосовуються, місце і число вимірів оговорюється у відповідних технологічних картах. Для виконання вимірів використовуються універсальні і спеціальні вимірювальні інструменти та прилади, а так само і контрольні засоби.

Нарівні з контролем розмірів і геометричної форми деталей перевіряють, чи немає у них прихованих дефектів у вигляді різного роду поверхневих і внутрішніх тріщин та інших пошкоджень.

Приховані дефекти можна контролювати різними методами: гідравлічним тиском, капілярними методами, люмінесцентною (флуоресцентною), магнітною, і ультразвуковою дефектоскопією.

Метод гідравлічного тиску (обпресування) застосовують для виявлення тріщин у сорочках корпусних деталей та швах теплових сорочок. Зовнішні отвори деталі закривають кришками і заглушками. Сорочку (порожнину) деталі заповнюють водою під тиском 0,3...0,4 МПа. По сталості тиску і наявності течі судять про герметичність.

По типу гідравлічного методу проводять також і пневматичні випробування при тиску 0,05...0,1 МПа. Цей метод більш чутливий за гідравлічний, шви корпусу або всю поверхню виробу покривають мильним розчином. Невеликі за габаритами порожнисті деталі поміщають у воду і по виділенню пухирців повітря фіксують тріщини.

Сутність люмінесцентної дефектоскопії полягає у наступному. Очищену і знежирену деталь покривають шаром флуоресцентної рідини, яка проникає у наявні капіляри (тріщини) і там утримується. Струменем води з поверхні видаляють флуоресцентний розчин, сушать і освітлюють джерелом ультрафіолетового світла. При цьому глибокі тріщини світяться у вигляді широких смуг, а мікроскопічні – тонких ліній.

Одним з різновидів капілярної дефектоскопії є випробування гасом, який має гарну змочувальну здатність. При контролі зварних швів на одну з поверхонь виробу наносять гас, а на протилежну адсорбуюче покриття (суспензія меленої крейди на воді). Наявність наскрізної тріщини визначають за появою жовтих плям гасу на крейдяній обмазці.

Метод магнітної дефектоскопії полягає у наступному. Якщо через деталь, що контролюють, пропустити магнітний потік, то при наявності в деталі тріщин магнітна проникність буде неоднаковою, внаслідок чого зміниться значення і напрямок магнітного поля. Найбільше поширення одержав метод реєстрації за допомогою магнітного порошку, що дозволяє контролювати деталі різної конфігурації і розмірів. При цьому частки магнітного порошку у вигляді жилок осідають у місцях розсіювання магнітних силових ліній, указуючи на місце дефекту.

Ультразвукова дефектоскопія заснована на явищі поширення у металі ультразвукових коливань і відбиття їх від дефектів, що порушують монолітність металу. Для ультразвукової дефектоскопії необхідні високі частоти при невеликій потужності випромінювання, тому застосовують п'єзоелектричний ефект. Найбільше поширення на практиці одержали імпульсний, тіньовий і дзеркально-тіньовий методи.

2.2.2 Дефектація типових деталей

Вали і осі. При дефектації валів (осей) візуально перевіряють якість зовнішнього вигляду поверхонь. На робочих поверхнях валів і осей не допускаються тріщини, забоїни, вм'ятини, риски, розшарування металу. На перехідних галтелях валів не допускаються риски, підрізи. Різьбові поверхні валів не повинні мати більш двох зірваних ниток.

Перевіряють биття вала (осі). Допускається радіальне биття посадкових поверхонь під підшипники кочення відносно осі вала або осі не більше значень, зазначених у таблиці 1. Контроль здійснюють на приладі для перевірки биття деталей у центрах або на роликах за допомогою індикаторів (рисунок 2).

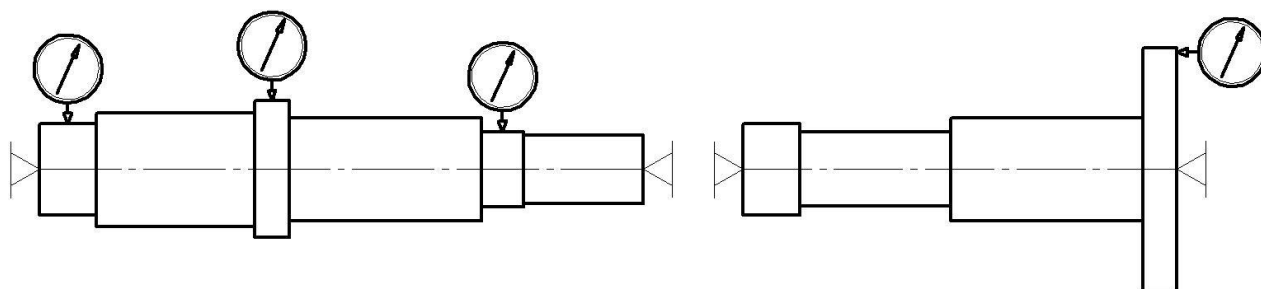


Рисунок 2 – Контроль радіального і осьового биття елементів вала

Таблиця 1 – Допуски радіального биття валів

Інтервал розміру між опорними базами, мм	Допуск, мм
від 50 до 120	0,040
від 120 до 250	0,050
від 250 до 400	0,060
від 400 до 630	0,080
від 630 до 1000	0,100
від 1000 до 1600	0,120
від 1600 до 2500	0,160

Розміри посадкових поверхонь під підшипники кочення контролюють штангенциркулями, мікрометрами, калібрами. Величина допустимого зносу визначається виходячи з технічних вимог до допустимої величини зазору або натягу.

Вимір діаметра посадкових поверхонь слід виконувати в різних площинах за кількома перерізами для виявлення змін форми: овальність, конусність, бочкоподібність, сідлоподібність (рисунок 3).

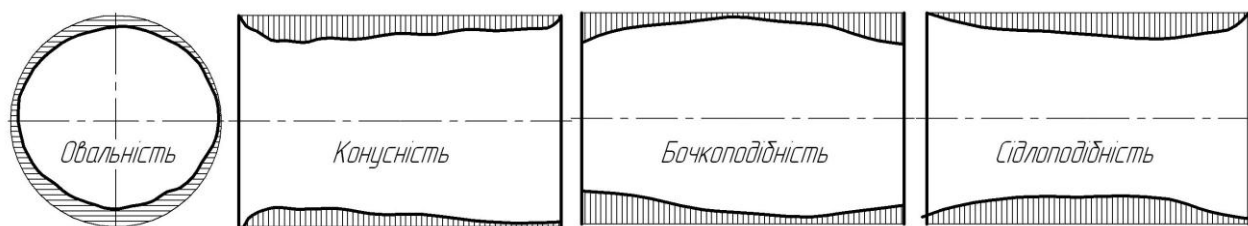


Рисунок 3 – Змінення форми шийок валів внаслідок зносу

Корпусні деталі

Для виміру діаметрів отворів, призначених під посадки підшипників, різноманітних стаканів, втулок та ін. в корпусних деталях, застосовують індикаторні та мікрометричні нутроміри, деякі з яких показані на рисунку 4.



Рисунок 4 – Нутроміри індикаторні і мікрометричні

Виміри обов'язково проводять у взаємноперпендикулярних площинах для того щоб оцінювати овальність отвору.

Різьбові з'єднання перевіряють оглядом на наявність дефектів поверхонь, стан різьби, наявність згину стержнів.

Кріпильні деталі бракують при наявності вм'ятин, забоїн, викришування; при зриві більш двох ниток різьби; згині стержнів та їх помітному зношуванню; при деформації або помітному збільшенні отворів для шплінтів; при зношуванні граней і кутів гайок і головок болтів більш припустимої величини (таблиця 2):

Таблиця 2 – Допустимий знос розміру під ключ

Розмір під ключ, мм	5,5...10	12...17	19...30	32...50
Допустимий знос, мм	0,25	0,50	0,60	1,00

Стан різьби перевіряють накручуванням (вкручуванням) різьбових калібрів (пробкою, кільцем). Різьбові калібри-вставки (рисунок 5) призначені для



контролю різьбових отворів з різьбою діаметром від 10 до 12 мм і від 27 до 45 мм. Нова гайка або різьбовий калібр повинні щільно нагвинчуватися на всю довжину різьбової частини вручну. Якщо калібр не проходить, це означає, що різьба витягнута і деталь выбраковується.

Рисунок 5 – Різьбові калібри

Знос граней, зминання кутів болтів, гайок визначають виміром штангенциркулем розміру під ключ і діагоналей.

Пружинні шайби бракують також при розведенні кінців менш полуторної їх товщини (нормальне розведення дорівнює подвійній товщині) і збільшенні зазору в стику більш припустимої величини (таблиця 3). Стопорні, замкові шайби, стопорні пластини при ремонті бракують.

Таблиця 3 – Допустимий зазор у стику пружинних шайб

Діаметр болта (шпильки), мм	6	8	10	12	14...16	18	20	24...27
Зазор, мм	1,0	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	3,00

Установочні штифти бракують, якщо їх посадка з натягом послаблена. Отвір необхідно обробити розгорткою під збільшений розмір і установити знов виготовлені ступінчасті штифти.

При дефектації складальних одиниць, технологічних комплектів, що мають зібрані різьбові з'єднання, перевіряють затягування кріпильних деталей і надійність їх стопоріння.

Гайки, болти кріпильні загального призначення, виготовлені зі сталей марок 30...35, повинні мати наступні моменти затягу $M_{зам}$ (таблиця 3):

Таблиця 3 – Момент затягування різьбових з'єднань

Діаметр різьби, мм	8	10	12	14	16	18	20	24
$M_{зам}$, Н·м	14-17	30-35	55-60	80-90	120-140	160-190	230-270	420-470

Щільність посадки шпильок перевіряють простукуванням. Якщо звук деренчливий – шпильку слід вивернути і посадку відновити.

Підшипники кочення контролюють у наступній послідовності:

- огляд (наявність тріщин, руйнувань від втоми, забоїн, вм'ятин, корозії, вид зносу, та ін.);
- перевірка на шум і легкість обертання,
- вимір радіального зазору і розміру кілець, вимір монтажної висоти конічних підшипників.

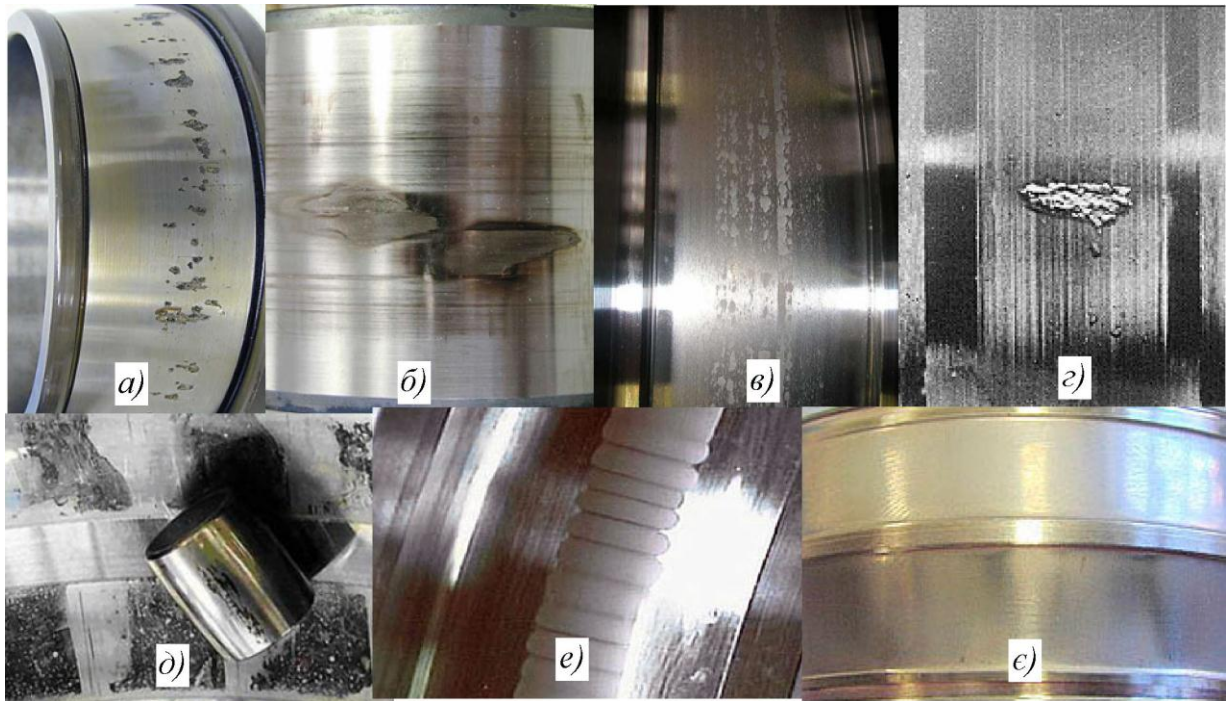
Не допускаються до складання підшипники, які мають:

- тріщини або викришування металу на кільцях і тілах кочення;
- кольори мінливості;
- вибої і відбитки (лунки) на бігових доріжках кілець;
- ділянки глибокої корозії, лускаті відшарування, раковини;
- пошкодження сепаратора, що перешкоджають обертанню кілець;
- виступання кінців роликів з-за торця зовнішнього кільця для конічних підшипників.

Підшипники придатні для складання за результатами зовнішнього огляду при обертанні повинні мати рівний, без заїдання, хід, що супроводжується незначним шумом.

Нерівномірність обертання кілець визначається, в основному, по віддачі в руку і має наступні причини: ривки – наявність у підшипниках механічних або абразивних часток; стуки – вм'ятини і корозійні раковини на тілах і доріжках кочення, велике зношування сепараторів.

При гальмуванні, заїданні підшипник слід ще раз промити і повторити перевірку. Якщо при повторній перевірці дефект не зникає, підшипник бракують.

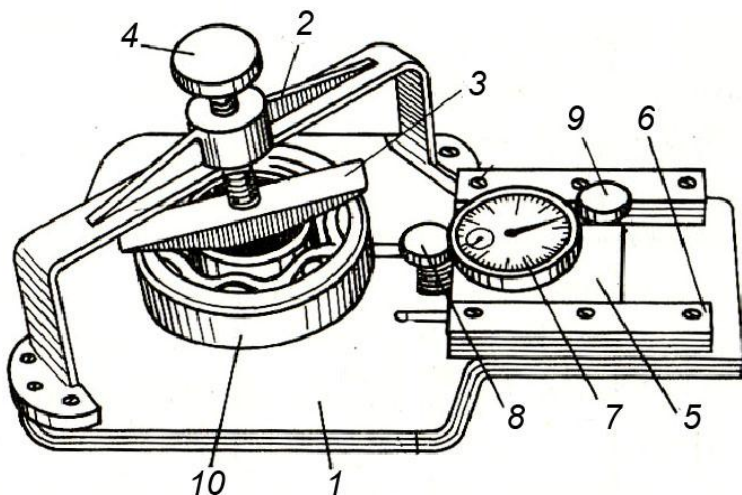


а) - тріщини; б) - задирки (адгезія); в), г) - контактне викришування; д) - корозія від вологи; е) - електроконтактний знос; є) - абразивний знос

Рисунок 6 – Основні види руйнування підшипників кочення

Діаметри кілець вимірюють при наявності на поверхні слідів провертання (світлі блискучі зони, риски), слідів корозії, чорноти, припалів.

Радіальні зазори в кулькових і роликових радіальних підшипниках заміряють за допомогою спеціальних приладів (рисунок 7).



1 - плита; 2 - траверса; 3 - конус; 4 – гвинт кріплення; 5 - каретка; 6 - напрямна; 7 - індикатор; 8 – гвинт індикатора; 9 – гвинт каретки; 10 – підшипник.



Рисунок 7 – Прилади для перевірки радіального зазору в підшипниках

Підшипник укладається на плиту 1 і притискається до неї гвинтом 4 через конус 3. Каретка 5 з індикатором 7 переміщується до упору ніжки індикатора в зовнішнє кільце підшипника (стрілка індикатора при цьому повинна повернутися на один-два оберти) і закріплюється гвинтом 9.

Зовнішнє кільце підшипника переміщується уздовж осі ніжки індикатора спочатку в одну, а потім у протилежну сторону. За відхиленням стрілки індикатора визначають величину зазору. Підшипник повертають на 90° і повторюють вимір.

Номінальна величина радіального зазору кулькових і роликових радіальних підшипників, залежно від номера, перебуває у межах 0,010...0,058 мм.

Значення допустимих зазорів і розмірів радіальних шарикопідшипників наведені у таблиці 4. Для роликових радіальних підшипників відповідних типорозмірів допустимі розміри аналогічні.

Контроль підшипників шляхом вимірів параметрів їх роботоздатності проводять при температурі повітря 18...20 °С.

Таблиця 5 – Допустимі відхилення розмірів і радіальний зазор підшипників

Діаметр внутрішнього кільця, мм	Допустиме відхилення, мм від розміру кільця:		Допустимий радіальний зазор, мм підшипника:	
	<i>d</i>	<i>D</i>	кулькового	роликового
20...30	+0,010	-0,020	0,01...0,10	0,01...0,15
35...50	+0,020	-0,020	0,01...0,15	0,02...0,15
55...80	+0,025	-0,030	0,015...0,20	0,03...0,20
85...120	+0,030	-0,035	0,02...0,30	0,04...0,30
125...180	+0,035	-0,040	0,025...0,35	0,045...0,35

Стан робочих поверхонь зубів *зубчастих коліс* контролюють зовнішнім оглядом, а знос зубів, посадкових місць в маточинах, шліцьових або шпонкових пазів – виміром.

Зубчасті колеса не допускають до складання при таких дефектах:

- точковому викришуванню металу внаслідок зносу від втоми на робочій поверхні із загальною площею більш ніж 15 %;
- тріщинах і місцевому викришуванню металу на робочій поверхні із загальною площею більш ніж 5 % площі зуба;
- мікротріщинах біля основи зуба;

- нерівномірному зношуванні зуба по довжині (ступінчастому, конусному) більш ніж 0,05 мм на довжині 10 мм;
- ослабленій посадці вінця колеса на маточині.

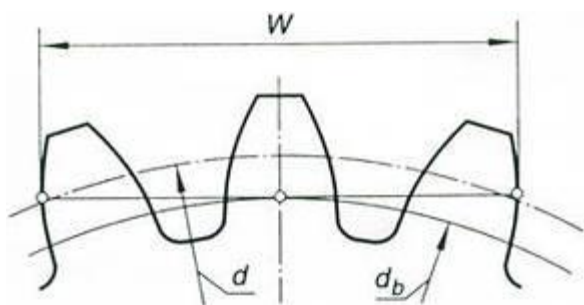


Рисунок 8 – Загальна нормаль зубів

Для виміру довжини загальної нормалі застосовують мікрометричні зубоміри або індикаторні нормалеміри (рисунок 9).



Рисунок 9 – Мікрометричний зубомір і індикаторний нормалемір

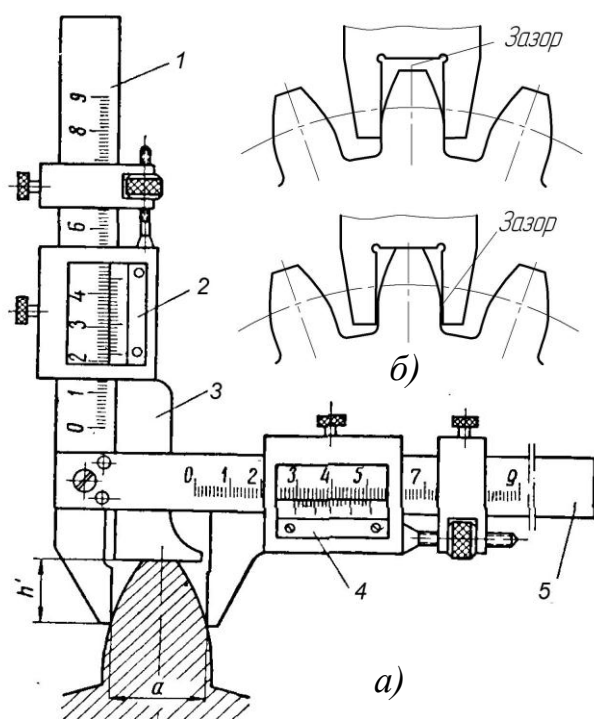


Рисунок 10 – Вимір товщини зуба: а) - штангензубоміром; б) - шаблоном

Знос зубів по довжині визначають штангенциркулем. Знос зубів по товщині перевіряють, вимірюючи довжину загальної нормалі (рисунок 8) в трьох місцях, розташованих приблизно під кутом 120° .

Мікрометричний зубомір являє собою звичайний гладкий мікрометр, вимірювальні губки якого виконані у вигляді дисків. Мікрометрична головка стандартизована і має межі вимірів як у звичайного мікрометра 0...25, 25...50, 50...75 та 75...100 мм.

Індикаторний нормалемір при контролі довжини загальної нормалі працює за принципом відносних вимірів, тобто за допомогою індикатора вказує на відхилення фактичної довжини нормалі від номінальної.

Зношування зубів по товщині визначають також за результатами виміру товщини зуба по початковій окружності штангензубоміром або шаблонами.

Контроль *шліцьових з'єднань* проводять за такими елементами, як діаметри, ширина западини, товщина шліца.

Виміри виконують індикаторними нутромірами, штангенциркулями або шаблонами для контролю шліцьових пазів.

Зношування шпонкових канавок по ширині контролюється калібрами для контролю шпонкових канавок.

Відхилення від паралельності бічних поверхонь шліців відносно осі вала не повинне перевищувати 0,05 мм на довжині 100 мм.

Радіальні биття шийок під підшипники шліцьових валів повинні відповідати нормам для гладких валів, наведеним у таблиці 1.

Пружини не допускаються на складання обладнання при наявності на поверхні їх витків:

- а) проникаючої корозії, надламів, тріщин, нерівностей;
- б) неконцентричності витків, нерівномірності кроку витків більш ніж 20 % від номіналу;
- в) непрямолінійності твірної пружини у вільному стані більш ніж 3 мм на довжині 100 мм;
- г) неперпендикулярності опорних торців і твірних пружин у вільному стані більш ніж 3 мм на довжині 100 мм.

Жорсткість витих пружин контролюють на приладах типу МИП-100,

МИП-10, КИ-040А. Під навантаженням вимірюють зусилля стиску (розтягу) пружин до робочої довжини і порівнюють із допустимим зусиллям, значення якого для кожного найменування пружини приводяться у технічних вимогах на ремонт відповідного обладнання.

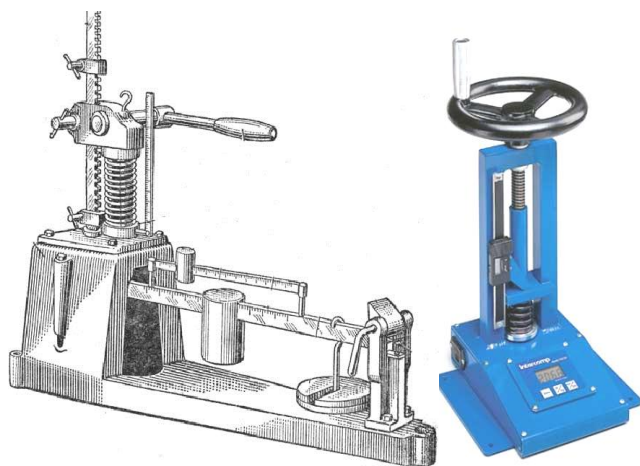


Рисунок 11 – Прилади контролю пружин

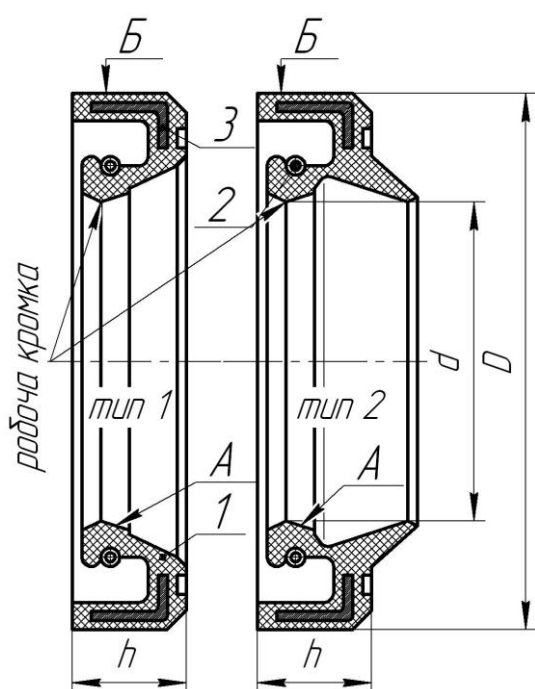
Пружність при стиску до робочої висоти не повинна бути меншою за допустимі значення. Для пружин, не контрольованих під навантаженням, зменшення (пружини стиску) і збільшення (пружини розтягання) довжини в ненавантаженому стані допускається не більш ніж 5 % від зазначеної в кресленні.

Неперпендикулярність опорних торців і твірної, а також непрямолінійність твірної пружини перевіряють косинцем.

У ремонтних підрозділах підприємств для випробування пружин часто застосовують пристрої власного виробництва.

Манжети гумові армовані, які ущільнюють вали обладнання, дефектують за наступними вимогами:

Робочі поверхні А і Б і робоча кромка повинні бути гладкими і не мати де-



фектів на наступній відстані від кромки: до 2 мм для валів діаметром до 19 мм; до 2,5 мм для валів від 20 до 52 мм та до 3 мм для валів діаметром від 55 і вище.

На іншій частині поверхонь А і Б не допускаються вирви, тріщини, розшарування, задирки, вклучення.

Підвищень і поглиблень поверхонь, що перевищують по висоті (або глибині) 0,1 мм (для поверхні А) і 0,3 мм (для поверхні Б), повинно бути не більш 3-х шт.

1 - гума; 2 - пружина; 3 - каркас

Рисунок 12 – Манжети гумові армовані

Неробоча поверхня манжет не повинна мати розшарувань, тріщин, підвищень, поглиблень, що перевищують по висоті (глибині) 0,5 мм.

Граничні відхилення по зовнішньому діаметру D і овальність діаметра D гумових армованих манжет не повинні перевищувати значень, наведених у таблиці 6, граничні відхилення висоти h значень, зазначених у таблиці 7.

Таблиця 6 – Граничні відхилення і овальність по діаметру D

Діаметр, мм	Граничні відхилення, мм	Овальність, мм не більш	Діаметр, мм	Граничні відхилення, мм	Овальність, мм не більш
До 30	+0,35 +0,15	0,25	150...240	+0,60 +0,30	0,65
30...80	+0,40 +0,20	0,35	240...290	+0,60 +0,30	0,80
80...150	+0,50 +0,30	0,50	290...500	+0,70 +0,40	1,00

Таблиця 7 – Граничні відхилення висоти манжети

Висота манжети, мм	5; 6; 7; 8	10; 12	15	18; 22
Граничні відхилення, мм	$\pm 0,20$	$\pm 0,30$	$\pm 0,40$	$\pm 0,60$

Внутрішній діаметр d манжет перевіряють калібром. Зовнішній діаметр D і висоту h манжет перевіряють калібром або штангенциркулем у трьох діаметральних перетинах, рівномірно розташованих по колу. За остаточний результат замірів приймається середнє арифметичне цих розмірів.

2.3 Обладнання робочих місць

Для кожної ланки (бригади) студентів передбачається два робочих місця: учбове – для виконання розрахунків, роботи з літературою, оформлення документів і спеціалізоване – для виконання технологічних операцій.

Роботи по дефектації виконуються на лабораторному столі, оснащеному відповідним обладнанням для дефектації.

Комплект документів і наочних посібників включає у себе методичні вказівки, спеціальну і довідкову літературу, плакати, опис комплектності робочого місця, правила техніки безпеки.

2.4 Вказівки по виконанню роботи

2.4.1 Прочитати теоретичний розділ 2.2, систематизувати знання по методах і засобах проведення дефектаційних робіт.

2.4.2 Ознайомитись з програмою роботи, одержати завдання на виконання дефектації конкретних деталей.



Рисунок 14 – Фото лабораторного місця для дефектації

2.4.3 Виконати ескіз вала, що дефектується, провести необхідні заміри параметрів вала, заповнити таблицю замірів і дати висновок по подальшому використанню вала.

2.4.4 Заміряти посадкові отвори корпусної деталі, заповнити таблицю вимірів, зробити висновки.

2.4.5 Оглянути різьбові шийки вала, перевірити калібром стан різьби, зробити висновки.

2.4.6 Оглянути різьбу і стан головок болтів, гвинтів та інших кріпильних виробів, провести їх вибраковку.

2.4.7 Провести огляд і необхідні виміри, заповнити таблицю вимірів та дати оцінку стану підшипників кочення.

2.4.8 Провести візуальну та інструментальну перевірку стану зубів зубчастих коліс, дати рекомендації по їх використанню.

2.4.9 Оглянути поверхню, зробити необхідні заміри та дати висновок про стан шліцьового (шпонкового) з'єднання.

2.4.10 Перевірити геометричні параметри пружин розтягу і стиску, провести випробування їх на жорсткість.

2.4.11 Провести бракування гумових армованих манжет.

2.4.12 Привести лабораторне обладнання у порядок, здати робоче місце лаборантові.

2.4.13 Оформити звіт з лабораторної роботи.

2.4.14 Пред'явити викладачеві оформлений звіт, пояснити результати, отримані при виконанні роботи.

3 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

При проведенні роботи слід чітко додержуватись загальної інструкції з охорони праці (с. 7). Додаткові вимоги безпеки при проведенні роботи:

- під час вимірів параметрів габаритних деталей надійно їх кріпити на робочому місці дефектувальника;

- у процесі дефектування окремі деталі потрібно акуратно у відповідному порядку розташовувати на столі дефектувальника, деталі, які можуть падати або скочуватися, укладати на спеціальні підставки;

- при виконанні операцій не заважати один одному, при роботі удвох слідкувати за положенням рук партнера з метою не завдати йому травм.

4 ЗВІТНІСТЬ ПО РОБОТІ: згідно з загальними вимогами (с. 6).

5 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1 Охарактеризуйте зміст, цілі та значення дефектації деталей, з'єднань і сполучень обладнання при ремонті.

2 Проаналізуйте особливості організації і технічного забезпечення процесів дефектації в умовах спеціалізованих ремонтних підприємств і ремонтних підрозділів невеликої потужності.

3 Перерахуйте основні причини втрати роботоздатності та повного виходу з ладу деталей технологічного обладнання.

4 Назвіть основні правила розподілу деталей у процесі дефектації за ступенем придатності до подальшого використання.

5 Які основні методи дефектації деталей застосовують у ремонтній практиці? Приведіть приклади.

6 Охарактеризуйте зміст, цілі і методику використання органолептичних методів дефектації.

7 Охарактеризуйте зміст, цілі і методику використання інструментальних методів дефектації.

8 Охарактеризуйте зміст, цілі і методику використання апаратних (фізичних) методів дефектації.

9 Наведіть приклади, вкажіть призначення і методику використання контрольно-вимірних інструментів для контролю геометричних параметрів деталей.

10 Якими методами контролюють і за якими критеріями вибраковують кріпильні вироби?

11 Вкажіть основні ознаки втрати роботоздатності зубчастими колесами. Якими методами можна виявити ці ознаки?

12 За якими параметрами встановлюють придатність для подальшого використання підшипників кочення?

13 Розкрийте зміст технології дефектації пружин. Які показники пружини потрібно знати для визначення її жорсткості?

14 За якими критеріями вибраковують гумові армовані манжети?

6 ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ

1 На скільки груп звичайно поділяють деталі під час дефектації?

1 Дві; 2 Три; 3 Чотири 4 П'ять.

2 Який метод дефектації деталей застосовують при контролі геометричних параметрів?

1 Органолептичний; 2 Інструментальний;
3 Апаратний; 4 Ні один з наведених.

3 Які методи дефектації ґрунтуються на оцінках технічного стану деталей за допомогою органів чуття?

- | | |
|--------------------|------------------------|
| 1 Апаратурний; | 2 Інструментальний; |
| 3 Органолептичний; | 4 Ні один з наведених. |

4 Який метод дефектоскопії застосовується для виявлення зовнішніх прихованих дефектів деталей з феромагнітних матеріалів?

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 Гідравлічні випробування; | 2 Магнітна дефектоскопія; |
| 3 Органолептичний; | 4 Пневматичні випробування. |

5 При вимірюванні зносу шийки вала мінімальне число площин вимірювання складає...:

- | | | | |
|------------|-----------|-----------|--------------|
| 1 ...одну; | 2 ...дві; | 3 ...три; | 4 ...чотири. |
|------------|-----------|-----------|--------------|

6 Деталі, які підлягають вибраковуванню слід маркувати фарбою:

- | | | | |
|----------|-----------|------------|-------------|
| 1 Білою; | 2 Синьою; | 3 Зеленою; | 4 Червоною. |
|----------|-----------|------------|-------------|

7 Для виміру зносу циліндра компресора слід скористатися...;

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| 1 ...глибиноміром; | 2 ...нутроміром; |
| 3 ...штангенциркулем; | 4 ...мікрометром. |

8 Для виміру згину колінчастого вала компресора слід скористатися...:

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1 ...штангенрейсмусом; | 2 ...штангенциркулем; |
| 3 ...штангенглибиноміром; | 4 ...штангензубоміром. |

9 Знос зубів по товщині перевіряють виміром...:

- | | |
|---------------------------------|--------------------|
| 1 ...довжини загальної нормалі; | 2 ...довжини зуба; |
| 3 ...висоти зуба; | 4 ...модуля зубів. |

10 Штангензубомір –інструмент, призначений для вимірювання ...:

- | | |
|--|--------------------|
| 1 ... товщини зуба по ділильному колу; | 2 ...довжини зуба; |
| 3 ...довжини загальної нормалі зубів; | 4 ...висоти зуба. |

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ульман И.Е. Ремонт машин / [Текст] И.Е. Ульман, Г.А. Тонн, И.М. Герштейн и др. - М.: Колос, 1982. - 446 с.
2. Пучин Е.А. Технология ремонта машин / [Текст] Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очаковский и др. - М.: КолосС, 2007. - 488 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

РОЗРОБКА СТРУКТУРНОЇ СХЕМИ СКЛАДАННЯ ВУЗЛІВ ОБЛАДНАННЯ

МЕТА РОБОТИ: Закріплення теоретичних знань з технології виконання робіт по складанню вузлів та агрегатів технологічного обладнання галузі при його ремонті.

Одержання практичних навичок у розробці структурних технологічних схем розбирання і складання вузлів і агрегатів.

Час проведення лабораторної роботи: 2 год.

1 ВКАЗІВКИ З ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Під час підготовки до роботи проглянути конспект лекцій, учбову літературу та систематизувати об'єм теоретичних знань по методах і технічних засобах, що забезпечують процес складання машини з агрегатів та вузлів та складових одиниць з деталей.

Усвідомити, з якою метою розробляються структурні технологічні схеми складання вузлів і агрегатів та машин у цілому.

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Яке місце в загальному технологічному процесі ремонту обладнання займають операції складання?

1.2.2 Які види технологічних операцій застосовуються при складанні вузлів і агрегатів та машини в цілому?

1.2.3 Як впливає якість виконання робіт по складанню на якісні та вартісні показники процесу ремонту в цілому?

1.2.4 Назвіть основні складові (деталі, стандартні вироби та ін.), що входять до складу практично всіх вузлів і агрегатів обладнання.

1.2.5 Яких основних правил безпеки праці потрібно дотримуватись при виконанні складальних робіт?

1.3 Література для самопідготовки

1. Смелов А.П. Курсовое и дипломное проектирование по ремонту машин [текст] / А.П. Смелов, И.С. Серый, И.П. Удалов [и др.] - М.: Колос, 1984, - 192 с.
2. Ялпачик В.Ф. Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств: Навчальний посібник: Практикум. / В.Ф. Ялпачик [та ін.] - Мелітополь, 2013. - 234 с.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

- відповісти на питання викладача, одержати допуск до роботи;
- ознайомитись з теоретичними відомостями про технологічний процес складання та основними принципами розробки структурних технологічних схем складання;
- розглянути конструкції натурних зразків і складальні креслення вузлів і агрегатів технологічного обладнання, запропонованих у якості вихідних даних для розробки структурної схеми складання;
- розібрати, а потім скласти один з натурних зразків вузла (агрегату) обладнання та на основі дослідних даних розробити структурну технологічну схему складання даного вузла;
- повторити попередній пункт, використовуючи у якості вихідної інформації складальне креслення вузла, агрегату, машини в цілому;
- зробити загальні висновки по роботі;
- відповісти на контрольні запитання;
- зарахувати лабораторну роботу у викладача.

2.2 Короткі відомості з теорії

2.2.1 Загальні положення

Технологічні операції з складання відносяться до завершальних у загальному виробничому процесі ремонту обладнання.

Як і для усіх етапів і стадій технологічного процесу ремонту, основною задачею даного етапу є забезпечення потрібної якості об'єкта ремонту при достатній продуктивності процесу.

Виконання складальних робіт, як правило, пов'язане з великими витратами часу і складає значну частку від загальної трудомісткості ремонту машини. У залежності від потужності ремонтної служби підприємства ця частка складальних робіт може коливатися у досить великих межах і приблизно складає від 30 до 45 % від загальної трудомісткості ремонту об'єкту.

Слід також зауважити, що суттєве значення при визначенні цієї частки мають також конструкційні особливості самого об'єкту ремонту, його так звана ремонтпридатність.

Крім того, потрібно враховувати, що навіть у машинобудівних галузях слюсарно-складальні роботи, а їх частка складає 50...55 %, представляють собою мало механізовані по суті ручні роботи, які потребують великих витрат ручної фізичної праці при достатньо високій кваліфікації робітників.

2.2.2 Зміст і структура технологічного процесу складання

Попередньо, до початку розробки технологічного процесу складання, необхідно вивчити конструкцію машини, що складається, умови її роботи і технічні умови її приймання та випробування.

Техпроцес складання полягає у поєднанні деталей у вузли, вузлів і окремих деталей – у механізми (агрегати) та у машину в цілому.

У зв'язку із цим усі роботи процесу складання розбиваються на окремі послідовні стадії (складання вузлів, складання агрегатів, механізмів, загальне складання), які далі розчленовуються на окремі послідовні операції, переходи, прийоми.

Під операцією у складальному процесі розуміють частину складального процесу, яка здійснюється по якому-небудь вузлу, агрегату, машині одним або кількома робітниками на одному робочому місці. Операція може виконуватися при кількох установках.

Операція складається з переходів.

Під переходом розуміють частину операції, яка є цілком закінченою, не може бути розчленована на інші переходи і виконується без зміни інструментів одним або кількома робітниками одночасно.

Перехід складається із прийомів.

Прийомом називається частина переходу, що полягає з ряду найпростіших робочих рухів, що виконуються одним робітником.

Під установкою розуміється надання певного положення деталям і з'єднанням, що складаються.

Якщо по характеру виробництва для надання деталям, що пройшли механічну обробку, потрібних розмірів і форми потрібна остаточна доробка ручним способом, то такі роботи повинні передувати складанню.

При розробці технологічного процесу складання для кожної операції, переходу та інших частин складального процесу потрібно дати опис характеру робіт і способів їх виконання; зазначити необхідний інструмент і пристосування, визначити потрібну кількість часу, число робітників та їх кваліфікацію.

Слід враховувати також, що в процесі складання машини навіть з нових, виконаних з додержанням усіх конструкторських і технологічних вимог деталей та складальних одиниць можуть виникнути погрішності їх взаємного положення, які суттєво знижують точність та службові властивості виробу. При ремонті ж питання якості посилюється тим, що на кінцевий етап – складання направляють три групи деталей та складових одиниць, як-то деталі зношені, але такі, що можуть служити у подальшому, деталі відновлені і деталі нові.

2.2.3 Стадії складального процесу

Більшість деталей, перед тим як їх направити на місце складання всієї машини, з'єднують із іншими деталями, утворюючи складальну одиницю. Вузол може складатися або тільки з окремих деталей, або з окремих деталей та деталей, попередньо (до постановки їх у вузол) з'єднаних разом. Такі попередньо з'єднані деталі утворюють найпростіше з'єднання – „підвузол“. З'єднання кількох складальних одиниць утворює агрегат або механізм. Це з'єднання здійснюється або безпосередньо деталями, що входять у складальні одиниці, або за допомогою окремих деталей, що служать для з'єднання складальних одиниць. З агрегатів (механізмів), вузлів і окремих деталей складають виріб – машину.

Кожне із зазначених з'єднань являє собою конструктивно-складальну одиницю того або іншого ступеня складності.

При описаній вище послідовності з'єднань підвузол являє собою конструктивно-складальну одиницю першого ступеня складності; вузол – конструктивно-складальну одиницю другого ступеня і агрегат (механізм) – конструктивно-складальну одиницю третього ступеня складності.

Цілий виріб залежно від його складності може бути розчленований на більше або менше число конструктивно-складальних одиниць.

Розчленовування на агрегати і окремі деталі залежить від конструктивних особливостей машини. Для кожного типу машин це розчленовування може мати індивідуальний характер; загальних правил розчленовування різних машин на окремі з'єднання не може бути, тому що це розчленовування залежить, як зазначено, від конструкції машини; таке розчленовування завжди умовне і може бути застосоване тільки для даного типу машини.

При розчленовуванні конструкції виробу на окремі складальні одиниці треба керуватися наступними основними положеннями:

- виділення того або іншого з'єднання у складальну одиницю повинне бути можливим та доцільним як у конструктивному, так і в технологічному відношенні;
- повинен бути забезпечений правильний технологічний зв'язок і послідовність складальних операцій;
- на загальне складання повинні подаватися у можливо більшій кількості попередньо скомплектовані складальні одиниці і у можливо меншій кількості окремі деталі;
- загальне складання повинне бути максимально звільнене від виконання дрібних складальних з'єднань і різних допоміжних робіт.

2.2.4 Трудомісткість процесу складання

Як вже зазначалося, трудомісткість складання залежить від потужності ремонтної служби підприємства та індивідуальних властивостей об'єкту ремонту, зокрема, ремонтпридатності.

Зменшення трудомісткості складання машини на складальному місці (стенді) досягається:

- обробкою деталей за принципом взаємозамінності, що виключає ручну слюсарну доробку і припасування розмірів деталей по місцю;
 - застосуванням у можливо більшому ступені попереднього складання деталей у вузли та вузлів у агрегати поза місцем загального складання усієї машини;
 - забезпеченням складальників своєчасною подачею деталей, вузлів, матеріалів, інструмента та пристосувань до складального місця;
 - можливістю більш широкого застосування спеціальних пристосувань і інструментів з метою зменшення витрат часу на виконання складальних операцій та полегшення роботи;
 - найбільш точним встановленням норм часу на всі складальні роботи залежно від характеру і методу виконання операцій;
- застосуванням потокового методу складання для зменшення часу, якщо це можливо за характером виробництва.

Складальний процес, таким чином, складається з наступних стадій:

- ручна слюсарна обробка і пригінка; застосовується переважно в одиничному і дрібносерійному виробництвах; у серійному виробництві застосовується у незначному обсязі; в масовому виробництві ця стадія відсутня;
- попереднє складання – з'єднання деталей в агрегати, механізми;
- загальне (або остаточне) складання – складання усієї машини;
- регулювання – установка та вивірка правильності взаємодії усіх складових частин машини.

У загальне складання можуть входити наступні основні операції:

- а) установка станин, рам, плит, корпусів;
- б) кріплення деталей;
- в) складання деталей нерухомих і рухомих з'єднань;
- г) складання деталей, що обертаються;
- д) складання деталей, що передають рух;
- е) розмітка для складання в одиничному виробництві;
- ж) зважування і балансування вузлів деталей.

2.2.2 Розробка структурної схеми складання

Наряду з удосконалюванням методів, засобів та прийомів, що забезпечують якість складання, якість ремонту забезпечується розробкою якісної технологічної документації.

Проектування технологічного процесу складання включає у себе розробку маршрутної карти, карт ескізів, операційних карт, відомостей деталей і оснастки.

Вихідними даними для розробки документації служить креслення складальної одиниці (СБ) або креслення виду загального (ВО) виробу з проставленими монтажними (настановними) та приєднувальними розмірами з граничними відхиленнями, характером посадок у спряженнях, таблицею монтажних спряжень, технічними вимогами на складання, обкатку і випробування, типові технологічні процеси ремонту обладнання.

На основі вивчення конструкцій, які потрібно скласти, складальних одиниць і машини в цілому рекомендується розробити схему складання з'єднань, що буде наочно показувати взаємний зв'язок і послідовність з'єднань окремих елементів, складальних одиниць, вузлів, агрегатів (механізмів), кріпильних та інших виробів і цілого об'єкту складання – машини, апарата, обладнання.

Перед розробкою маршрутної карти складання у пояснювальній записці або ж на окремому кресленні складають структурну схему раціонального складання (рисунок 1).

Структурна схема раціонального складання (при необхідності балансування), обкатки, випробування і пофарбування являє собою умовне графічне зображення всіх складових виробу, розташованих у послідовності його складання.

Процес складання показують на схемі у вигляді прямої (при необхідності ламаної) лінії, до якої у відповідних за ходом процесу складання місцях примикають прямокутні позначення деталей та складальних одиниць (рисунок 1 а) і б).

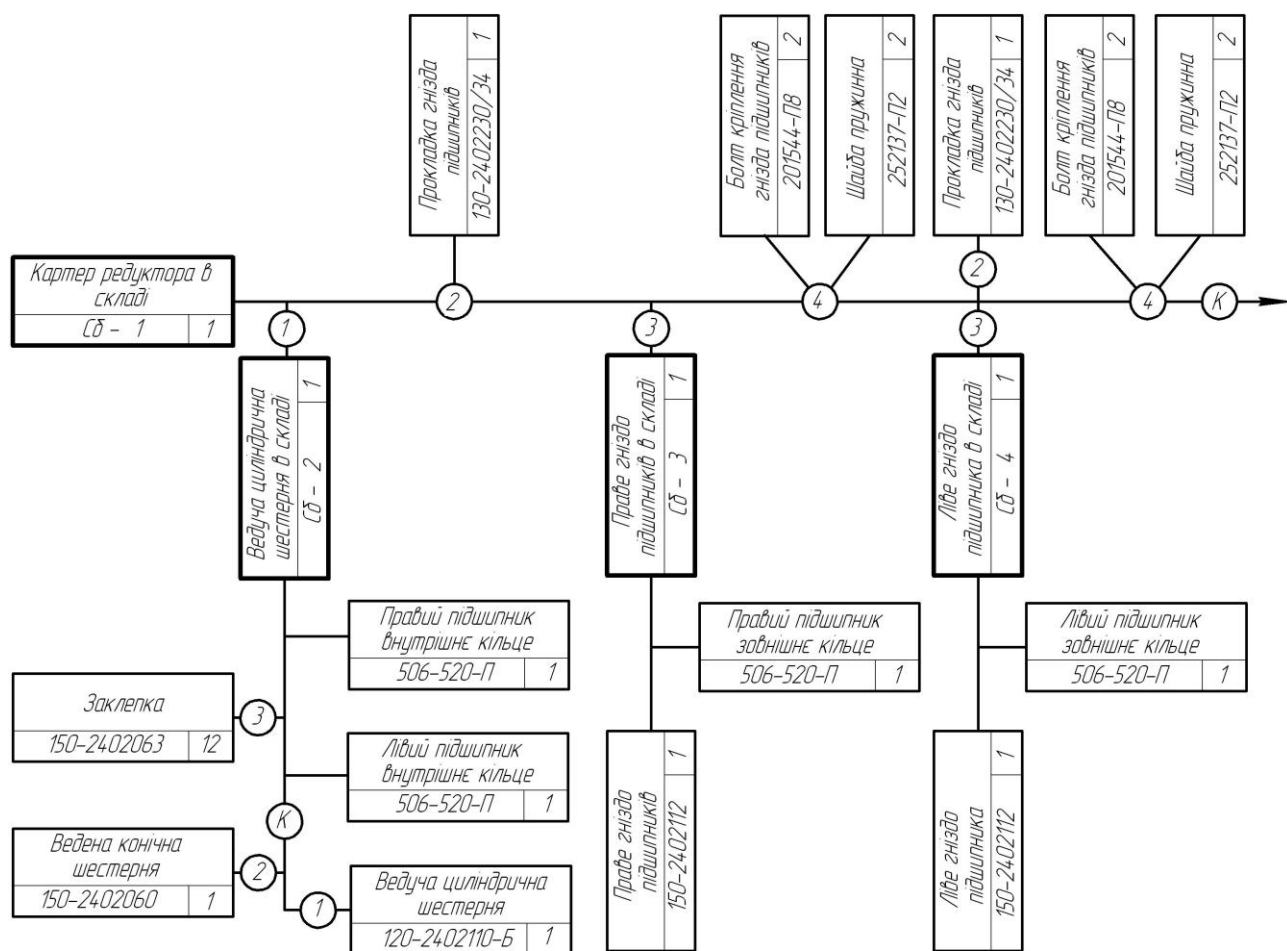
Прямокутники поділені на три частини, в яких вказують найменування деталі, складової одиниці або стандартного виробу, номер за каталогом та число деталей або складових одиниць.

Як правило, схема складання вибудовується у напрямку зліва направо або зверху донизу. Слід зауважити, що у разі читання схеми у зворотному порядку то ця схема може розглядатися як схема розбирання.

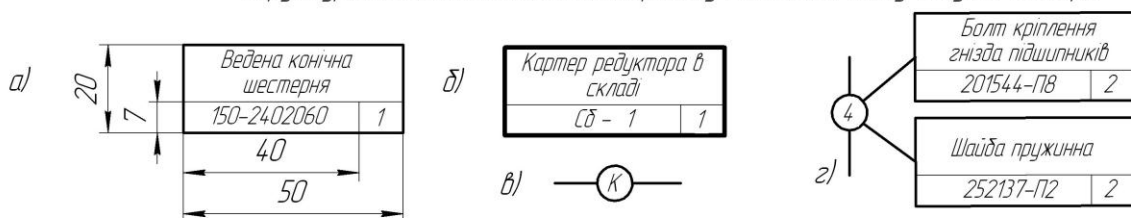
Побудова структурної схеми складання починається з базової деталі. Окремі деталі і складальні одиниці розташовуються з обох сторін лінії у порядку їх під'єднання до вузла, що складається.

Для більшої інформативності схеми на ній можна проставляти номери, що показують порядок складання.

На схемі також вказуються точки контролю (К). Закінчується схема складання зображенням зібраного вузла або машини і постановкою точок контролю.



Структурна схема технологічного процесу складання блоку ведучої шестірні



Умовні позначення: а) деталь; б) складова група; в) контрольна операція; г) одночасна установка двох деталей

Рисунок 1 – Приклад виконання структурної схеми складання вузла технологічного обладнання

2.3 Обладнання робочих місць

Для кожної ланки (бригади) студентів передбачається два робочих місця: учбове – для роботи з літературою, оформлення документів і спеціалізоване – для виконання технологічних операцій.

Роботи по розбиранню та складанню виконуються на монтажному столі, оснащеному лещатами, пристосуваннями для кріплення вузлів, що складаються, комплектом інструменту і натурних зразків вузлів для розбирання і послідуочого складання.

Комплект документів і наочних посібників включає у себе: методичні вказівки, плакати, паспорти технологічного обладнання, креслярський інструмент, правила техніки безпеки.



Рисунок 2 – Фото лабораторного робочого місця з розбирально-складальних робіт

2.4 Вказівки по виконанню роботи

2.4.1 Вивчити теоретичний розділ 2.2 і усвідомити принципи розробки структурних схем складання.

2.4.2 Оглянути натурні зразки вузлів і агрегатів обладнання та довідкові документи призначені для виконання лабораторної роботи.

2.4.3 Підібрати відповідний інструмент і провести розбирання одного з натурних зразків вузлів (за завданням викладача).

2.4.4 Скласти розібраний вузол і розробити структурну технологічну схему складання даного вузла.

2.4.5 На основі вивчення технічної документації (креслень, схем, паспортів машин та ін.) скласти повузлову структурну технологічну схему складання машини. Індивідуальне завдання згідно додатку А.

2.4.6 Привести монтажний стіл і комплект інструменту у вихідний стан, здати робоче місце лаборантові.

2.4.7 Оформити звіт з лабораторної роботи.

2.4.8 Пред'явити викладачеві оформлений звіт, пояснити результати, отримані при виконанні роботи.

3 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

При проведенні роботи слід чітко додержуватись загальної інструкції з охорони праці (с. 7).

4 ЗВІТНІСТЬ ПО РОБОТІ: згідно з загальними вимогами (с. 6).

5 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1 У чому полягає відмінність процесу складання при ремонті машини від процесу складання при виготовленні машини?

2 За рахунок яких заходів можна зменшити частку трудомісткості складальних робіт у загальній трудомісткості ремонту машини?

3 З яких основних документів складається комплект технологічної документації на складання?

4 З яких об'єктивних та суб'єктивних причин роботи по складанню відносяться до мало механізованих (ручних) робіт?

5 З якою метою і на основі яких вихідних даних розробляється структурна технологічна схема складання?

6 ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ

1 Як називають стадію складального процесу, яка здійснюється по якому-небудь вузлу, агрегату, машині одним або кількома робітниками на одному робочому місці?

1 Перехід; 2 Прийом; 3 Операція; 4 Установка.

2 Яку частку від загальної трудомісткості ремонту об'єкту складають складальні роботи?

1 від 10 до 15 %; 2 від 20 до 30 %;
3 від 30 до 45 %; 4 від 60 до 75 %.

3 У якому документі подається перелік усіх операцій процесу у технологічній послідовності?

1 Технологічна інструкція; 2 Карта переходів;
3 Маршрутна карта; 4 Карта ескізів.

4 Документ з описом послідовності виконання операції по переходах:

1 Операційна карта; 2 Карта переходів;
3 Маршрутна карта; 4 Технологічна інструкція.

5 Що позначає на структурній схемі складання літера „К“?

1 Комплектування; 2 Контроль;
3 Коригування; 4 Консервація

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Гурський П.В. ПРАКТИКУМ Монтаж, ремонт, наладка обладнання харчових виробництв / П.В. Гурський та ін. - Харків, 2001. -230 с.

2 Маталин А.А. Технология машиностроения [Текст] / А.А. Маталин. - Л.: Машиностроение, 1985, - 496 с.

3 Шадричев В.А. Основы технологии автостроения и ремонт автомобилей [Текст] / В.А. Шадричев. . - Л.: Машиностроение, 1985, - 560 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

МОНТАЖ І ДЕМОНТАЖ ПІДШИПНИКІВ КОЧЕННЯ

МЕТА РОБОТИ: Закріплення знань з класифікації і конструкцій підшипників, особливостей монтажу підшипникових вузлів. Одержання практичних навичок та прийомів складання і розбирання підшипникових опор технологічного обладнання.

Час проведення лабораторної роботи: 2 год.

1 ВКАЗІВКИ З ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Під час підготовки до роботи проглянути конспект лекцій, учбову літературу та систематизувати об'єм знань з будови та конструктивних особливостей підшипників кочення. Уявити, які основні способи, прийоми і інструмент застосовують для виконання монтажних та демонтажних робіт.

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Перерахуйте відомі вам вузли і агрегати технологічного обладнання, у яких застосовують підшипники кочення.

1.2.2 Які основні переваги і недоліки підшипників кочення (у порівнянні з підшипниками ковзання) ви можете назвати?

1.2.3 Які основні дефекти можуть виникнути при експлуатації підшипникових опор вузлів і агрегатів обладнання?

1.2.4 Поясніть, у чому відмінності циркуляційного, місцевого та коливального режимів навантаження підшипників кочення?

1.2.5 Яких основних правил потрібно дотримуватись при монтажі та демонтажі підшипників кочення?

1.2.6 Перерахуйте основне і допоміжне обладнання, потрібне для виконання монтажних-демонтажних робіт з підшипниками кочення.

1.2.7 У чому різниця між поздовжнім і поперечним способами напресування і запресування кілець підшипників кочення?

1.3 Література для самопідготовки

1. Воронкин Ю.Н. Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования. / Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков. - М.: Изд. центр „Академия“ 2005. - 240 с.
2. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин. / П.Ф. Дунаев, О.П. Леликов. - М.: Изд. центр „Академия“ 2008. - 496 с.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

- відповісти на питання викладача, одержати допуск до роботи;
- ознайомитись з теоретичними відомостями про класифікацію, будову та конструктивні особливості підшипників кочення;
- розглянути найбільш поширені компоновки підшипникових вузлів обладнання, методи кріплення та фіксації кілець підшипників на валах і в отворах корпусних деталей;
- розглянути конструкції обладнання, пристосувань та інструменту, які використовують при діагностуванні, демонтажу та монтажу деталей підшипникових вузлів у процесі ремонту обладнання;
- провести практичне відпрацювання способів та прийомів по демонтажу різних видів підшипникових вузлів;
- уявити основні особливості утворення посадок у спряженнях підшипник-вал і корпус-підшипник;
- розрахувати основні показники процесу напресування підшипника на вал для холодного і гарячого способу монтажу;
- провести практичні операції по холодному і гарячому монтажу підшипника на вал;
- дати рекомендації по придатності того чи іншого способу для демонтажу та монтажу підшипникових вузлів;
- зробити загальні висновки по роботі;
- відповісти на контрольні запитання;
- зарахувати лабораторну роботу у викладача.

2.2 Короткі відомості з теорії

2.2.1 Класифікація, умовні позначення підшипників кочення

Підшипники кочення – група складових одиниць, найбільш широко стандартизованих у міжнародному масштабі, взаємозамінних і централізовано виготовлених у масовому виробництві. На сьогоднішній час підшипники кочення є основними видами опор у машинах усіх галузей виробництва.

У класичному вигляді підшипники складаються з наступних деталей: зовнішнього і внутрішнього кілець з доріжками кочення; тіл кочення (кульок або роликів) та сепараторів, що розділяють і утримують тіла кочення. У деяких конструкціях опор можуть бути відсутні одне або обидва кільця; у них тіла кочення котяться безпосередньо по бігових доріжках вала або корпуса, інколи відсутні і сепаратори.

Класифікація підшипників кочення досить складна, тому розглянемо тільки основні її положення.

У цілому умовне позначення складається з трьох частин знаків: основних і двох додаткових (зліва і справа від основної частини). У загальному вигляді максимальна кількість основних знаків нараховує сім цифр. Відлік знаків ведуть справа наліво. Не обов'язково номер підшипника містить сім цифр, якщо зліва від останньої значущої (1...9) потрібно проставити одні нулі, ці нулі не позначаються (наприклад, замість номера 0000308, проставляють тільки 308).

Основні знаки позначення: $\underbrace{-X}_B \quad \underbrace{XX}_{Ko} \quad \underbrace{X}_T \quad \underbrace{X}_D \quad \underbrace{XX}_d$

d - внутрішній діаметр; при $d \geq 20$ мм $d = XX \times 5$, мм; D - серія діаметрів (0 - малогабаритна, 1, 7 - особливо легка, 2 - легка, 3 - середня, 4 - важка, 5 - легка широка, 6 - середня широка, 8 - надлегка, 9 - невизначена).

Цифрою над літерою T позначається тип підшипника (рисунок 1).

Дві цифри п'ята і шоста (при відліку справа наліво) (Ko) позначають конструктивні особливості підшипника (закритий з однієї сторони (з двох сторін), канавки і буртики на кільцях, кут контакту, форма отвору та ін.).

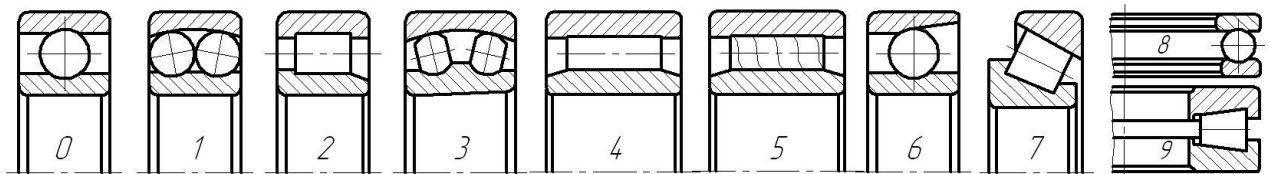


Рисунок 1 – Типи підшипників кочення

0 - кульковий радіальний; 1 - кульковий радіальний сферичний; 2 - роликовий з коротким циліндричним роликом; 3 - роликовий із сферичними роликами; 4 - роликовий з довгими циліндричними або голчастими роликами; 5 - роликовий з витими роликами; 6 - кульковий радіально-упорний, 7 - роликовий конічний, 8, 9 - упорний кульковий і роликовий.

Сьома цифра позначає серію по ширині (B), у сполученні з серією по діаметру (D) можна позначати проміжні типорозміри підшипників.

Додаткові знаки зліва позначають клас точності, радіальний зазор, момент тертя. Додаткові справа – матеріали, мастило, шумність, вимоги до термообробки, тощо.

На рисунку 2 показані деякі зразки форми тіл кочення для різних типів підшипників.

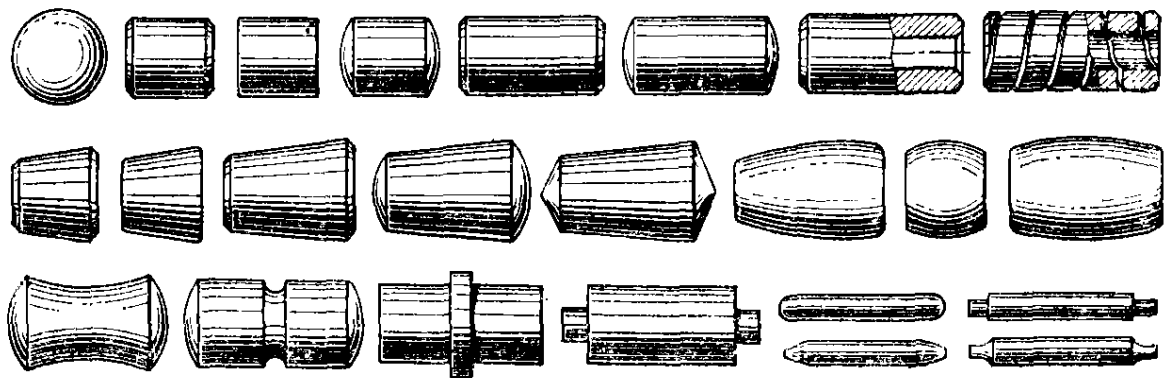


Рисунок 2 – Форми тіл кочення підшипників

2.2.2 Компонувальні схеми установки підшипників

Перед демонтажем і монтажем вузлів та агрегатів, які мають підшипникові опори, потрібно уяснити їх призначення, принцип дії, будову (методи кріплення кілець, наявність стопорних пристроїв, вид посадок у спряженнях, тощо), а також врахувати основні конструктивні особливості цих вузлів.

Найбільше поширення у техніці одержали двохопорні вали. У більшості конструкцій вали повинні бути зафіксовані в опорах від осьових переміщень.

По спроможності фіксації осьового положення опори поділяють на фіксуючі і плаваючі. У загальній практиці конструювання установку валів у опорах по ступеню їх фіксації поділяють на три групи: 1) одна опора фіксує – друга плаваюча; 2) обидві опори фіксує; 3) обидві опори плаваючі (для деяких видів передач).

У фіксуєчих опорах осьове переміщення вала обмежене в одному або у обох напрямках, у плаваючій опорі осьове переміщення у любому напрямку не обмежене. На рисунку 3 показані основні способи осьової фіксації валів.

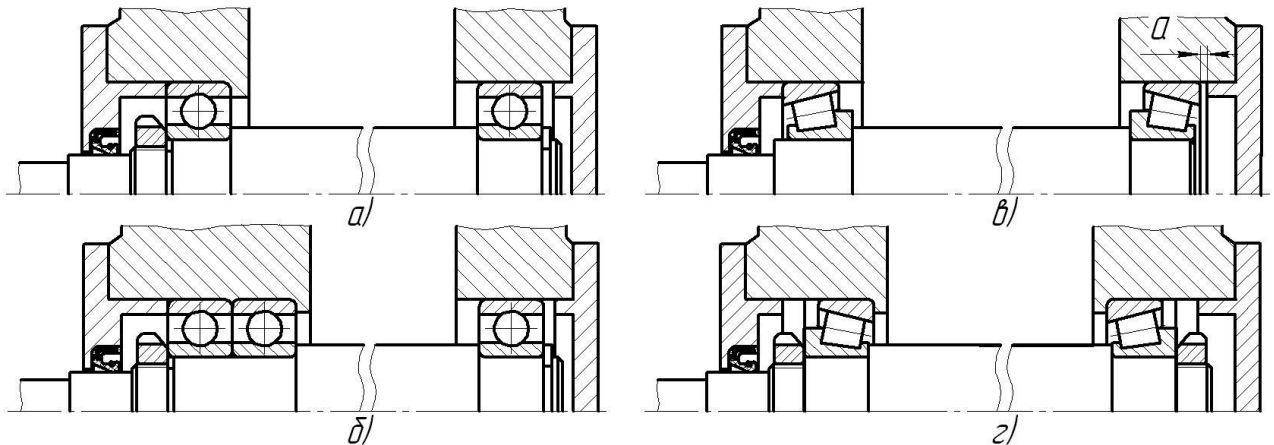


Рисунок 3 – Приклади осьової фіксації двохопорних валів:

a) і *б)* з однією фіксуєчою опорою; *в)* і *г)* з двома фіксуєчими опорами.

На рисунку 3, *a)* вал зафіксований у лівій опорі одним радіальним підшипником, а в схемі *б)* двома радіальними або кульковими радіально-упорними підшипниками. У плаваючих опорах використовують радіальні підшипники.

Наведені схеми використовують при любій відстані між опорами вала. Схему *a)* широко застосовують у коробках передач, редукторах та інших вузлах з циліндричними зубчастими передачами, також для приводних валів стрічкових та ланцюгових конвеєрів. Схему *б)*, як більш жорстку, застосовують у косозубих циліндричних та конічних зубчастих і черв'ячних передачах.

Як правило, у якості плаваючої вибирають менш навантажену опору, якщо ж вихідний кінець вала з'єднують за допомогою муфти з валом іншого вузла, в якості фіксованої вибирають опору під вихідним кінцем вала.

У схемах *в)* і *г)* вал зафіксований у двох опорах, причому в кожній з них у одному напрямку. Подібні схеми застосовують з відповідними обмеженнями по відстані між опорами, що пов'язане зі зміненням зазорів у підшипниках внаслідок нагріву деталей при роботі.

Внаслідок збільшення довжини вала осьові зазори у підшипниках схеми *в)* (схеми „врозпір“) зменшуються. Щоб не виникло защемлення вала в опорах при складанні передбачають зазор *a*, значення якого повинне бути дещо більшим за очікувану теплову деформацію підшипників і вала. Схема установки „врозпір“ конструктивно найбільш проста і її широко використовують для відносно коротких валів. При застосуванні радіальних кулькових підшипників відношення відстані до діаметра $l/d \approx 8..10$, для радіально-упорних $l/d \approx 6..8$.

При установці вала за схемою *г)* „врозтяжку“ вірогідність защемлення підшипників менша, тому що при збільшенні довжини вала осьовий зазор у підшипниках збільшується. Відстань між підшипниками може бути більша ніж для схеми *в)* (для кулькових радіальних $l/d \approx 10..12$), але слід пам'ятати, що надмірно великі відстані (для упорно-радіальних кулькових $l/d \leq 10$ та $l/d \leq 8$ для роликових) є неприпустимими.

У спеціальній літературі наведено більше 20 різних способів кріплення підшипників на валах, деякі з них показані на рисунку 4 (з метою спрощення зображень пристрої запобігання відгвинчуванню різьбових з'єднань на рисунку не показані).

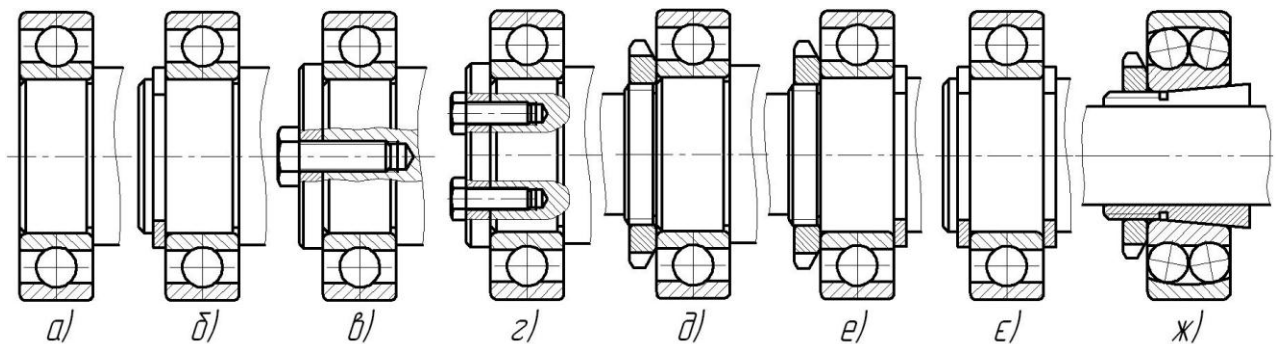


Рисунок 4 – Приклади кріплення підшипників на валах

Найбільш проста схема *а)* – підшипник поставлений з натягом впирається у буртик на валу (зручно при установці „врозпір“); у схемі *б)* підшипник фіксується між буртиком і пружинним кільцем.

У схемах *в)* і *г)* підшипник на торці вала утримується шайбою і гвинтами, а у схемах *д)* і *е)* – гайками (зручне кріплення не тільки на торці, а й на вихідних та серединних шийках вала). У схемі *є)* реалізований спосіб кріплення на гладкій без буртиків ділянці вала між двома пружинними кільцями.

На схемі ж) показаний підшипник типу 11000 з конічним отвором кільця, що кріпиться на конічній розрізній втулці.

Деякі схеми установки підшипників у корпус показані на рисунку 5.

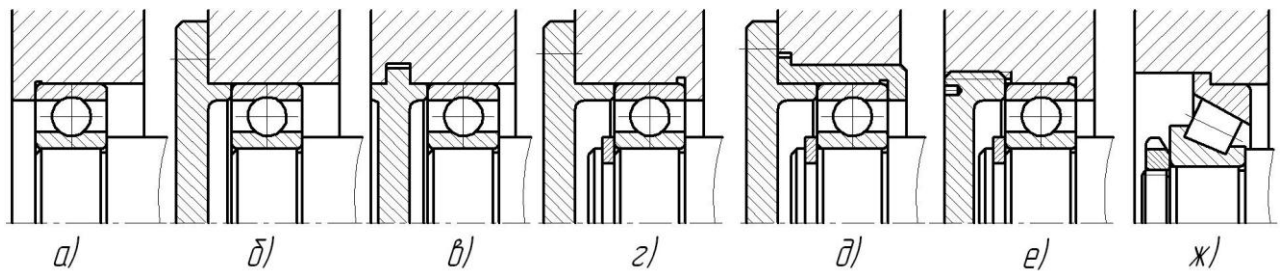


Рисунок 5 – Приклади установки підшипників у корпуси

На рисунку показані тільки фіксовані опори, при конструюванні плаваючих опор потрібно забезпечити вільне осьове переміщення зовнішнього кільця по отвору в корпусі.

Для деяких опор потрібна підвищена жорсткість, яка може бути в значній мірі підвищена попереднім натягом підшипників. Сутність попереднього натягу полягає у вибиранні зазорів і створенні початкового стиску тіл кочення постійним осьовим навантаженням кілець (рисунок 6).

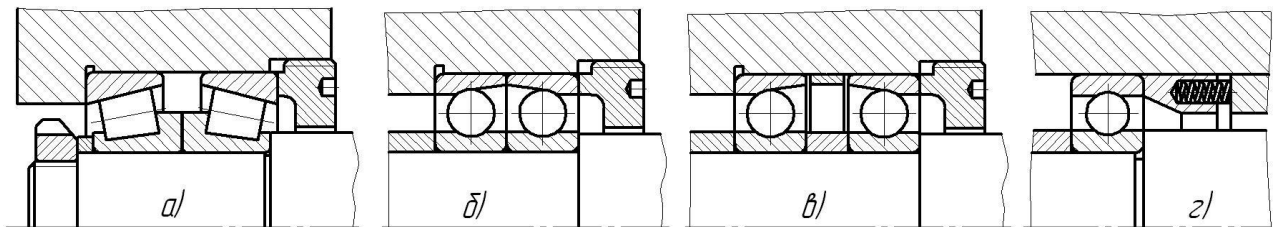
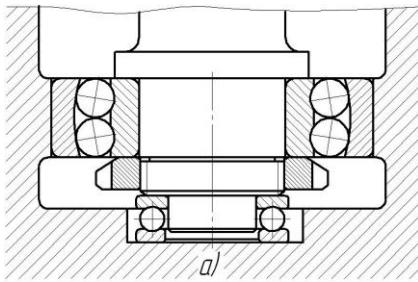


Рисунок 7 – Схеми підшипникових опор з попереднім натягом

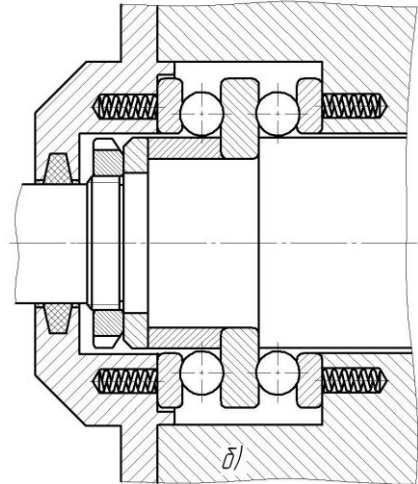
Потрібний натяг створюється шляхом затягування різьби (схеми а і б), установкою між внутрішніми і зовнішніми кільцями втулок різної висоти (схема в), або пружинами (схема з) для особливо швидкохідних дрібних кулькових підшипників, у яких попередній натяг постійним стисканням кілець швидко послабляється внаслідок зношування і помітно міняється від температури. Застосовують також спеціальні парні підшипники з різною шириною кілець.

Опори з упорними підшипниками мають деякі особливості. Як відомо, у цих підшипниках отвори кілець відрізняються один від одного.

Діаметр отвору в „тугому“ кільці дещо менший за діаметр отвору в „вільному“. Туге кільце з відповідною посадкою надягається на вал, який проходить через отвір вільного кільця не торкаючись його.



При вертикальному розташуванні вала, наприклад, як на рисунку 7, а) – опорі консольного крана, вільне кільце повинне плавати в горизонтальній площині, що дає йому змогу йому самовстановлюватись.



При горизонтальних валах для того, щоб вільне кільце не торкалось вала, що обертається, застосовують різні пристрої, наприклад пружини (рисунок 7, б) де показана будова кінцевої опори, яка може сприймати великі осьові сили в обох напрямках – так званої п'яти транспортуючого обладнання шнекового типу.

Рисунок 7 – Опори з упорними підшипниками

По мірі зносу бігових доріжок та тіл кочення підшипники втрачають потрібний для їх нормальної роботи осьовий зазор.

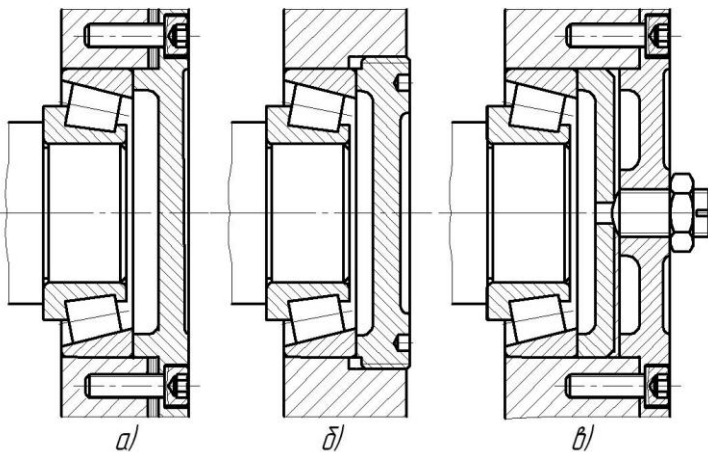


Рисунок 8 – Способи регулювання підшипників

Осьове зміщення кріпильними гвинтами, що діють на зовнішні кільця (рисунок 8, б), пов'язане з їхніми перекосами через нерівномірне навантаження на тіла кочення від радіальної сили, але ці перекоси якісно компенсуються пружними перекосами валів.

Зміщення гайками із зовнішньою різьбою (рисунок 8, в) викликають небезпеку перекосів у зв'язку з погрішностями різьби. Зовнішні ненавантажені кільця можуть підтискатися пружинами (рисунок 6. з).

2.2.3 Особливості посадок підшипників

Важливе значення при демонтажі і монтажі підшипників кочення мають посадки деталей, які характеризуються деякими особливостями.

Розрізняють три випадки навантаження кілець підшипників: циркуляційне, місцеве і коливальне.

Багаторічною практикою встановлено, що з'єднання з валом або корпусом кілець, що обертаються відносно навантаження, повинне бути здійснене обов'язково з натягом, що виключає провертання та обкатування кільцем сполученої деталі і, як наслідок, розвальцьовування посадкових поверхонь та контактну корозію.

Посадки нерухомих відносно навантаження кілець призначають більш вільні, що допускають наявність невеликого зазору, тому що обкатування кільцями сполучених деталей у цьому випадку не відбувається. Нерегулярне провертання кільця, що не повинне обертатися корисне, тому що при цьому змінюється положення його зони навантаження. Крім того, таке сполучення полегшує осьові переміщення кілець при монтажі, регулюванні зазорів і при температурних деформаціях валів.

Для підшипників кочення прийнята відмінність від звичайної системи допусків: поле допуску на діаметр отвору внутрішнього кільця підшипника (рисунк 9) розташоване не вгору від нульової лінії (у плюс), а униз (у мінус).

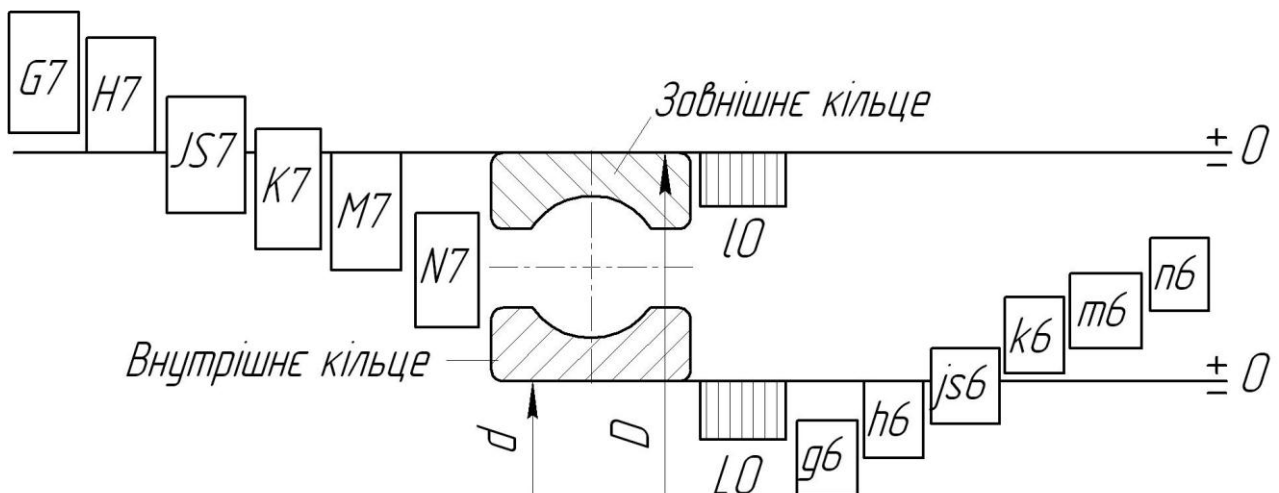


Рисунок 9 – Поля допусків для поширених посадок підшипників

Цим гарантують одержання натягів у з'єднаннях внутрішнього кільця з валами, що мають поля допусків „*k*“, „*m*“, „*n*“.

Поле ж допуску на діаметр зовнішнього кільця розташовують як для звичайних деталей – „в мінус“ тобто „в тіло деталі“. Тому і характер сполучення зовнішнього кільця з корпусом такий же, як у звичайній системі посадок.

На кресленні вказують посадки підшипників за ГОСТ 3325-85. Поля допусків на діаметр отвору позначають *L0, L6, L5, L4, L2* (залежно від класу точності „*нормальний*“, *6, 5, 4, 2*); поля допусків на зовнішній діаметр підшипника позначають відповідно *l0, l6, l5, l4, l2*.

2.2.4 Монтаж і демонтаж підшипників

2.2.4.1 Монтаж

Приступаючи до монтажу, потрібно заздалегідь підготувати усі необхідні деталі, інструменти і технічні інструкції.

Слід упевнитися у відсутності забруднення корпусів, валів, ущільнень і інших деталей, особливо в таких місцях, як різьбові отвори, канали або канавки, де можуть накопичуватися стружка і металеві частки, що залишилися після обробки.

Щоб уникнути впливу забруднень підшипники повинні перебувати в оригінальному упакуванні аж до початку монтажу. Якщо ж упакування порушене, підшипники слід промити і висушити, використовуючи уайт-спірит і гас. Не слід промивати перед монтажем підшипники, попередньо заповнені мастилом.

Залежно від типорозміру підшипника можуть використовуватися механічні, нагрівальні або ж гідравлічні способи монтажу. У кожному разі важливо, щоб кільця підшипника, сепаратори і тіла кочення або ущільнення не зазнавали прямих ударів, і щоб монтажне зусилля ніколи не передавалося через тіла кочення, основний принцип – прикладання зусилля тільки до кільця, яке монтується або демонтується.

При монтажі нерозбірних підшипників першим звичайно монтують кільце, що має більш тугу посадку. Посадкову поверхню перед монтажем слід злегка змазати мастилом.

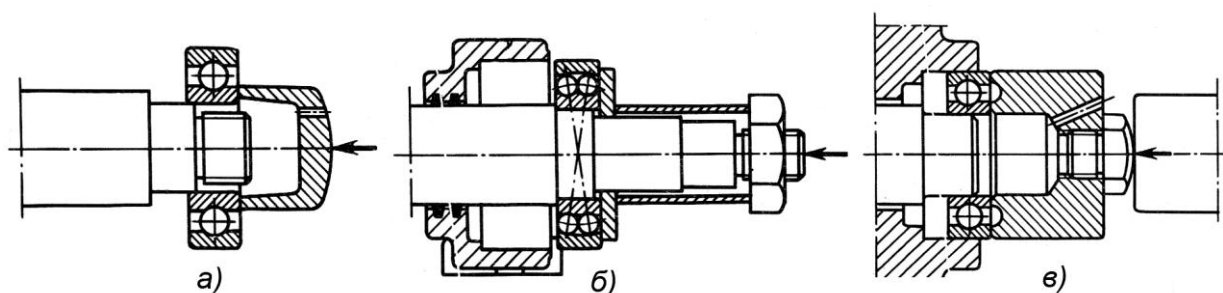


Рисунок 10 – Способи монтажу підшипників

При холодному монтажі і у випадку не дуже тугої посадки напресування малих підшипників проводиться легкими ударами молотка по втулці, притиснутій до торця кільця підшипника (рисунок 10, а). Щоб уникнути перекосу удари повинні рівномірно розподілятися по колу кільця. При одночасному напресуванні нерозбірного підшипника на вал і в отвір корпусу монтажне зусилля повинне бути рівною мірою розподілене між обома кільцями, а опорні поверхні монтажного інструмента повинні лежати в одній площині (рисунок 10, б і в). У цьому випадку слід використовувати інструмент, ударне кільце якого опирається на торці внутрішнього і зовнішнього кілець, а втулка дозволяє направляти монтажне зусилля по центру.

Для монтажу підшипників великих розмірів, як правило, використовуються механічні або гідравлічні преси.

При установці вала із уже встановленим на ньому внутрішнім кільцем у корпус з попередньо запресованим зовнішнім кільцем необхідно уважно стежити за відсутністю перекосу кілець, виникнення якого може викликати задирки на доріжках і тілах кочення.

У більшості випадків монтаж великогабаритних підшипників у холодному стані не представляється можливим, тому що зусилля, необхідне для монтажу підшипника, значно зростає по мірі збільшення його розміру. Тому підшипники, внутрішні кільця або корпуси (наприклад, маточини) перед монтажем нагрівають. Необхідна різниця температур між кільцем підшипника й валом або корпусом залежить від натягу і діаметра посадкового місця підшипника. Підшипники в загальному випадку не можна нагрівати понад 125°C , тому що це може привести до змінення розмірів у результаті змінень структури матеріалу.

Підшипники із захисними шайбами або ущільненнями не можна нагрівати понад 80° С через наявність у них пластичного мастила або неметалевих ущільнень. При нагріванні підшипників слід уникати їх перегріву в окремих місцях. Для рівномірного нагрівання підшипників рекомендується використовувати індукційні нагрівачі та масляні ванни.

Наприклад, якщо монтаж виконується часто, використовують портативний індукційний нагрівач „Scorpio“ ТМВН 1 фірми СКФ, призначений для нагрівання підшипників з діаметром отвору від 20 до 100 мм і масою до 5 кг. У приладі використовується імпульсний високочастотний метод нагрівання. Він безшумний, розмагнічування деталей не потрібне. Маса приладу 5 кг.

Для монтажу внутрішніх кілець циліндричних розбірних роликотітшипників зручно користуватися нагрівальними кільцями ТМВР з алюмінієвого сплаву (рисунок 11). Монтаж з їх допомогою виконується у такий спосіб. Посадкову поверхню вала покривають термостійким маслом, що не окиснюється.



Після цього нагріте до 250 °С кільце ТМВР надягають на внутрішнє кільце підшипника і затискають його за допомогою рукояток.

Рисунок 11 – Застосування кілець ТМВР

Коли температура кільця підшипника досягне 80 °С (температура контролюється приладом), його встановлюють на вал і послабляють нагрівальне кільце. Внутрішнє кільце підшипника утримують у правильному положенні до його щільної посадки на вал. Стандартні нагрівальні кільця випускає фірма СКФ.

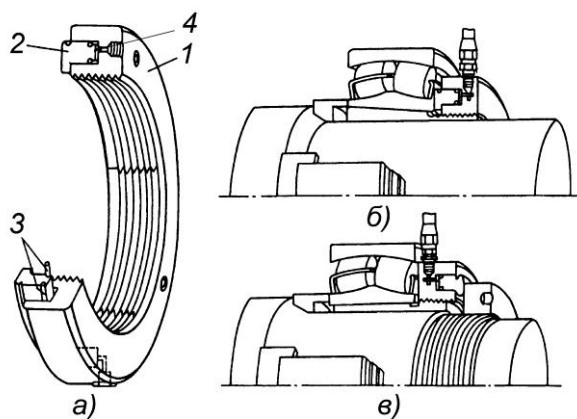
У процесі нагрівання на нагрівальних плитах підшипник повинен бути перевернутий кілька разів. Забороняється використовувати нагрівальні плити для нагрівання підшипників з ущільненнями.

При застосуванні посадок з натягом для спряження корпус-зовнішнє кільце підшипника доцільно не гріти корпус, а охолоджувати кільце до температури 75...77 °С у термостаті з сухим льодом.

Внутрішні кільця підшипників з конічним отвором завжди встановлюються на вал з натягом. При цьому ступінь натягу визначається не величиною допуску вала, як у випадку з підшипниками із циліндричним отвором, а величиною переміщення підшипника при його посадці на конічне посадкове місце на валу, закріпній або стяжній втулці.

Для монтажу великогабаритних підшипників потрібні значно більші зусилля, тому слід використовувати гідравлічні гайки або метод гідророзпору, які дозволяють значно спростити процес монтажу.

Гідравлічна гайка складається з корпусу 1, поршня 2, ущільнення 3, гайка нагвинчується на різьбову частину шийки вала або на різьбу втулки так, щоб її



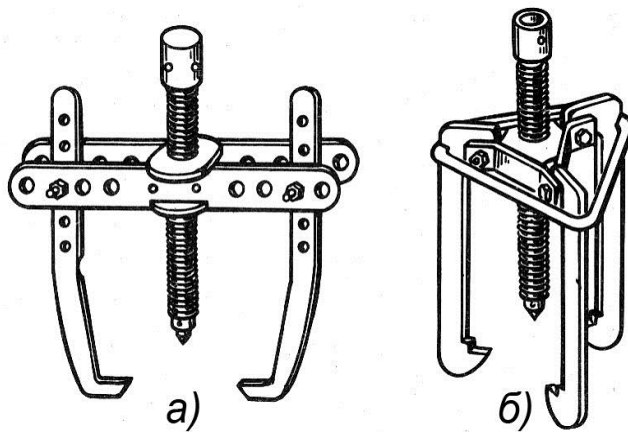
кільцевий поршень упирився у внутрішнє кільце підшипника, гайку на валу або диск, закріплений на торці вала. Під дією мастила, що під тиском подається у порожнину 4, поршень 2 зміщується по осі із зусиллям, достатнім для точного і безпечного монтажу.

Рисунок 12 – Гідравлічна гайка

При використанні методу гідророзпору масло під високим тиском подається між підшипником і його посадковим місцем, утворюючи на поверхні масляну плівку. Ця масляна плівка розділяє сполучені поверхні і значно зменшує тертя між ними. Цей метод звичайно використовується при монтажі підшипників безпосередньо на конічні шийки валів, а також може використовуватися для монтажу підшипників на закріпній і стяжній втулках. Необхідний тиск створюється насосом або інжектором для подачі масла. Масло нагнітається між сполученими поверхнями по каналах і розподільним канавкам на валу або втулці. Необхідні канали і канавки на валу повинні бути передбачені в процесі конструювання підшипникового вузла.

2.2.4.2 Демонтаж підшипникових вузлів

Якщо після демонтажу підшипників передбачається їх повторне використання, зусилля, прикладене для демонтажу, ніколи не повинне передаватися через тіла кочення. При демонтажі розбірних підшипників кільце з комплектом роликів і сепаратором може бути демонтоване окремо від іншого кільця. У випадку з нерозбірними підшипниками першим демонтують кільце, що має більш вільну посадку.



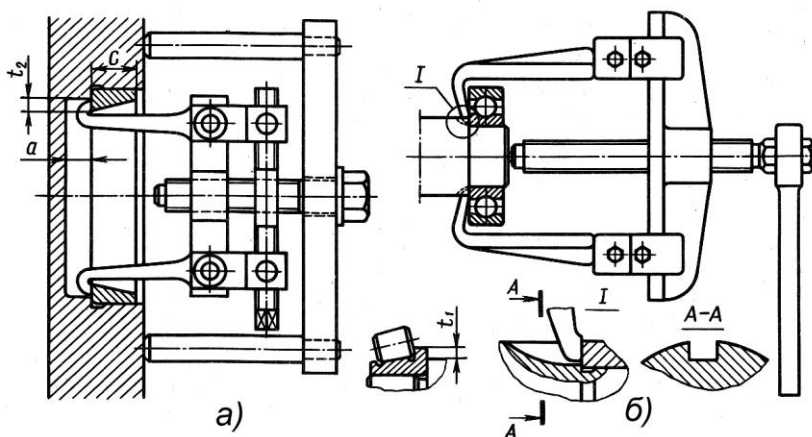
Холодний демонтаж малих підшипників з посадкових місць може проводитися шляхом легких ударів молотка по торцю кільця через оправку відповідного розміру або, що краще, за допомогою знімача (рисунок 13). Захвати знімача охоплюють торець кільця або сполученої деталі.

Рисунок 13 – Гвинтові знімачі:

а) дволапий; б) трилапий

Знімачі подібної конструкції можуть розвивати зусилля від **6** до **50** кН (**0,6...5** т), знімачі з гідروпідсилювачами – до **80...100** кН і широко застосовуються при демонтажі малих ($d < 80$ мм) і середніх (d до **200** мм) типорозмірів підшипників.

При видаленні підшипника з корпуса його потрібно захоплювати за зовніш-



нє кільце (рисунок 14, а), а при знятті з вала – за внутрішнє (рис.14, б). Щоб можна було надійно захопити кільце лапами знімача, потрібно мати достатню висоту заплічків t_1 і t_2 .

Рисунок 14 – Способи установки лап знімача

Мінімальний розмір заплічків залежить від розмірів підшипника. При високих заплічках потрібно передбачати поздовжні пази для розміщення лап знімача (рисунок 14 б вид А-А). При видаленні зовнішнього кільця з глухого отвору передбачають вільний простір шириною $a \approx (0,4..0,5)C$, де C – ширина кільця (рисунок 14 а).

Для демонтажу великих підшипників, установлених з натягом, як правило, потрібне більше зусилля, особливо в тих випадках, коли після довгого періоду роботи на посадкових місцях виникли осередки контактної корозії. У таких випадках використання гідророзпору може значно полегшити демонтаж. Це потребує на стадії проектування включення у конструкцію підшипникового вузла необхідних маслоподаючих каналів і розподільних канавок.

Для демонтажу внутрішніх кілець циліндричних роликотітшипників, що не мають буртів, або мають один бурт, розроблені спеціальні індукційні нагрівачі. Вони швидко нагрівають внутрішнє кільце до температури, при якій кільце, що розширилося, можна легко зняти. Після нагрівання і демонтажу внутрішніх кілець вони повинні бути розмагнічені. Використання електричних приладів для демонтажу економічно вигідно в тих випадках, коли монтаж і демонтаж підшипників того самого розміру проводиться досить часто. Можна також використовувати кільця **TMBR**.

Демонтаж підшипників малих і середніх розмірів з конічної шийки вала може проводитися за допомогою звичайних знімачів шляхом захвату внутрішнього кільця. Щоб уникнути ушкодження посадкового місця підшипника бажано використовувати самоцентрувальний знімач. Демонтаж великих підшипників з конічних шийок валів можна значно спростити, якщо використовувати метод гідророзпору.

Оскільки звільнення підшипників на конічних посадкових місцях відбувається, як правило, дуже швидко – практично миттєво, необхідно передбачити стопор (наприклад, гайку), що не дасть підшипнику злетіти з вала.

Демонтаж підшипників малих і середніх розмірів на закріпній або стяжній втулці і гладкому валу може проводитися ударами молотка через сегментну

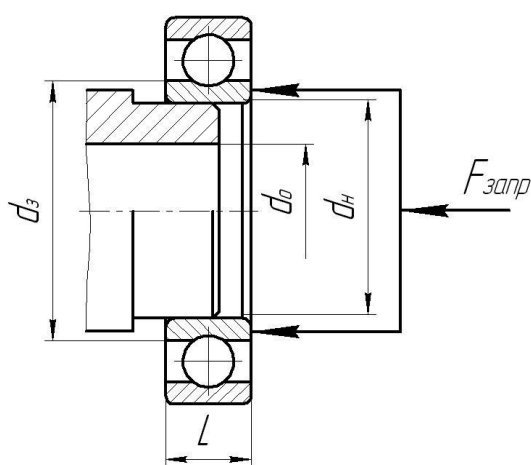
оправку до звільнення підшипника. Але перед цим повинна бути ослаблена на кілька обертів гайка втулки. Демонтаж великогабаритних підшипників із закріпленої втулки за допомогою гідравлічної гайки затруднень, як правило, не викликає. Якщо у втулках є маслоподаючі канали і розподільні канавки, процедура демонтажу буде простіше за рахунок можливості використовувати гідророзпір.

При монтажі та демонтажі підшипників забороняється проводити операції таким чином, щоб зусилля передавалося з одного кільця на інше через тіла кочення; додавати монтажне зусилля до сепаратора, наносити удари безпосередньо по кільцю, допускати перекіс кільця при осьовому переміщенні.

2.2.5 Розрахунки параметрів запресування та розпресування

Для правильного підбору обладнання при монтажі і демонтажі важливо знати зусилля запресування і розпресування.

З курсу ВСТВ відомо, що зусилля запресування при утворенні посадки з натягом можна знайти за виразом:



$$F_{запр} = \pi \cdot f_{запр} \cdot d_n \cdot p \cdot L, \quad (1)$$

де $f_{запр}$ - коефіцієнт тертя між деталями;

d_i - номінальний діаметр спряження, мм;

L - довжина ділянки спряження, мм;

p - тиск на поверхні контакту сполучених деталей, МПа.

Рисунок 15 – Схема напресування

Тиск на поверхні контакту визначається за формулою:

$$p = \frac{0,85 N_{max}}{d \left(\frac{C_d}{E_1} + \frac{C_D}{E_2} \right) \cdot 10^3} \quad (2)$$

де N_{max} - максимальний натяг у спряженні вал-підшипник, мм;

E_1, E_2 - модулі пружності матеріалів вала і кільця підшипника, МПа,

C_d і C_D - об'єднані коефіцієнти.

Для сталевих змащених деталей (вала і кільця) коефіцієнт тертя і модуль пружності $f_{зипр} = 0,08...0,12$, $E_1 = E_2 = (2...2,1) \cdot 10^5$ МПа;

Коефіцієнти, що характеризують розміри і матеріал з'єднання при напрусуванні підшипника на вал, що має осьовий отвір, можна знайти за виразами:

$$C_d = \frac{1 + (d_o/d_n)^2}{1 - (d_o/d_n)^2} - \mu_d \quad C_D = \frac{1 + (d_n/d_3)^2}{1 - (d_n/d_3)^2} + \mu_D \quad (3, 4)$$

де d_o, d_3 - діаметр отвору вала і зовнішній діаметр втулки (кільця);

μ_d, μ_D - коефіцієнт Пуассона матеріалів спряження, $\mu_d = \mu_D = 0,3$

Натяги (максимальний і мінімальний) в спряженні кільце підшипника-вал на прикладі посадки $\varnothing 50L0/k6$ (рисунок 16) визначаються як:

$$N_{max} = d_{max} - D_{min} \quad (5)$$

$$N_{min} = d_{min} - D_{max} \quad (6)$$

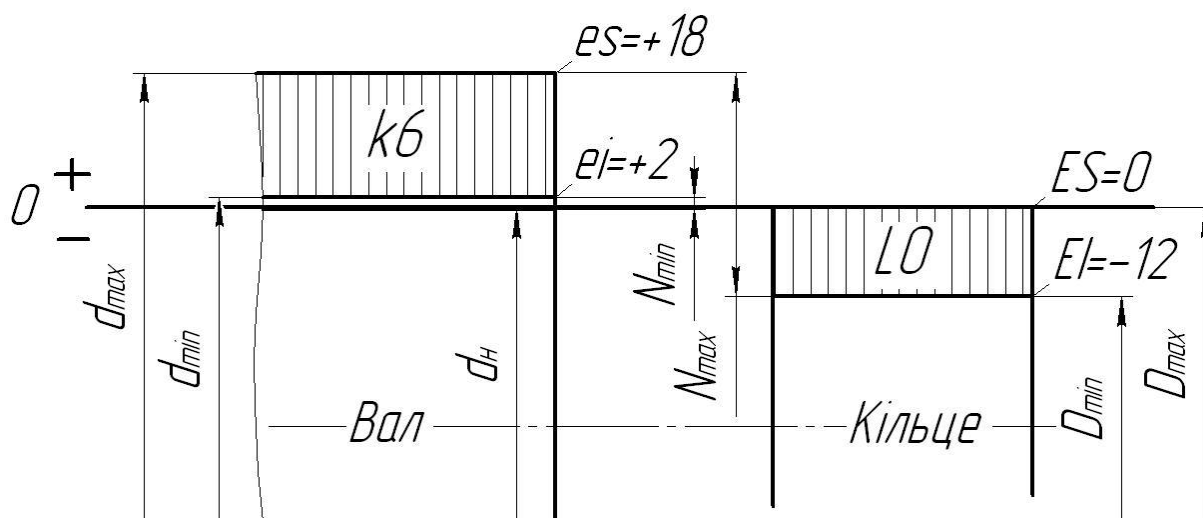


Рисунок 16 – Схема полів допусків посадки $\varnothing 50L0/k6$

Натяги більш зручно визначати з використанням значень граничних відхилень допусків деталей за формулами:

$$N_{max} = es - EI \quad N_{min} = ei - ES \quad (7,8)$$

де es і ES - верхні відхилення полів допусків вала і отвору;

ei і EI - нижні відхилення полів допусків вала і отвору.

При розрахунку потрібно враховувати знаки граничних відхилень

$$N_{max} = es - EI = +18 - (-12) = +30 \text{ мкм.}$$

Для посадок підшипників кочення, для яких $ES = 0$, формула (8) приймає вигляд $N_{min} = ei = +2$ мкм.

При термічному способі складання підшипникових вузлів температуру нагріву (охолодження) визначають за формулою:

$$T = \frac{N_{max} + \delta + \Delta k}{k_{\alpha} \cdot d_n} \pm T_o, \quad (9)$$

де δ - компенсаційне змінення розміру за час подачі деталі на

складальну позицію, мм $\delta \approx 0,01 \cdot \sqrt[3]{d}$;

Δk - термічний складальний зазор, $0,01 \dots 0,02$ мм.

k_{α} - коефіцієнт лінійного розширення, $k_{\alpha} = (11 \dots 12) \cdot 10^{-6} \text{ 1/}^{\circ}\text{C}$;

T_o - температура довкілля, „+“ при нагріві і „-“ при охолодженні.

Якщо розрахункова температура перевищує 120°C слід нагріти кільце до цієї температури і провести складання на пресуванням.

2.3 Обладнання робочих місць

Для кожної ланки (бригади) студентів передбачається два робочих місця: учбове – для виконання розрахунків, роботи з літературою, оформлення документів і спеціалізоване – для виконання технологічних операцій по демонтажу і монтажу підшипників. Роботи по відпрацюванню операцій та прийомів виконуються на робочому місці, оснащеному пресовим і нагрівальним обладнанням.

2.4 Вказівки по виконанню роботи

2.4.1 Прочитати теоретичний розділ 2.2, систематизувати знання по методах і засобах проведення ковальських та пресових робіт.

2.4.2 Ознайомитись з програмою роботи, одержати завдання на виконання тієї чи іншої операції по монтажу-демонтажу підшипників.

2.4.3 Розрахувати зусилля запресування-розпресування відповідних натурних зразків для виконання холодного методу монтажу та температуру нагріву (охолодження) для виконання термічного методу монтажу-демонтажу.

Для визначення натягів рекомендованих посадок підшипників на вал можна користуватися даними таблиць А1 і А2 (додаток А). Розрахункове зусилля розпресування слід приймати на 30...50% більше ніж зусилля запресування.

2.4.4 Підібрати для кожної операції відповідний інструмент та перевірити його справність.

2.4.5 Провести підготовчі роботи, необхідні для виконання вибраної монтажно-демонтажної операції.

2.4.6 Виконати монтажно-демонтажні операції для різних натурних зразків у різних умовах проведення робіт (не менш ніж 3...5 дослідів).

2.4.7 Привести лабораторне обладнання та інструмент у порядок, здати робоче місце лаборантові.

2.4.8 Оформити звіт з лабораторної роботи.

2.4.9 Пред'явити викладачеві оформлений звіт, пояснити результати, отримані при виконанні роботи.

3 ЗВІТНІСТЬ ПО РОБОТІ: згідно з загальними вимогами (с. 6)

4 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

При проведенні роботи слід чітко додержуватись загальної інструкції з охорони праці (с. 7). Додаткові вимоги безпеки при проведенні роботи:

- під час нагрівання підшипників перед складанням зберігати потрібну безпечну відстань від джерела нагріву;

- під час використання знімачів з механічним і гідравлічним приводом слідкувати за фіксацією лап знімачів;

- при роботі на пресі постійно слідкувати за справністю і надійністю кріплення захисних пристроїв.

- при виконанні операцій не заважати один одному, при роботі удвох слідкувати за положенням рук партнера з метою не завдати йому травм;



Рисунок 17 – Фото робочого місця монтажу-демонтажу підшипників

5 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 1 Які типи підшипників кочення ви можете назвати?
- 2 У яких вузлах основного і допоміжного технологічного обладнання застосовують підшипники кочення?
- 3 З якою метою при циркуляційному навантаженні кільця підшипника застосовують посадку з натягом, а при місцевому – перехідні або з зазором?
- 4 Наведіть приклади конструкцій, у яких внутрішнє кільце підшипника навантажується місцево.
- 5 З якою метою застосовують схеми двохопорних валів з однією фіксованою, а з другою плаваючою опорою? Для яких механізмів застосовують вали з обома плаваючими опорами?
- 6 Для яких валів і з якою метою застосовують опори з попереднім натягом?
- 7 Які типи підшипників потребують регулювання? Назвіть основні методи регулювання підшипників кочення.
- 8 Чим відрізняються схеми компонування радіально упорних підшипників „врозпір“ від схем компонування „врозтяг“?
- 9 У чому полягає особливість розташування полів допусків кілець підшипників кочення від загальноприйнятої системи отворів?
- 10 Від чого залежить вибір посадок кілець підшипників? Перерахуйте найбільш уживані посадки кілець підшипників кочення.
- 11 Поясніть сутність методів холодного, термічного монтажу-демонтажу та методу гідророзпору.
- 12 Від яких факторів залежить розрахункове значення зусилля запресування-розпресування?

6 ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ

- 1 Який з наведених класів точності підшипників найбільш низький?
1 „2“; 2 „4“ 3 „6“ 4 „0“.
- 2 Яке максимальне число цифр може включати основна частина умовного позначення підшипника?
1 чотири; 2 п'ять; 3 шість; 4 сім.

3. Діаметр отвору внутрішнього кільця підшипника 66212 складає...:

1 ...2 мм; 2 ...12 мм; 3 ...60 мм; 4 ...120 мм.

4 Що позначає для підшипника №1230 цифра 2?

1 Серію діаметрів; 2 Серію ширини;
3 Тип підшипника; 4 Діаметр внутрішнього кільця.

5 Яка з приведених марок сталей застосовується для виготовлення підшипників кочення?

1 сталь 20ХН; 2 сталь ШХ12; 3 сталь 40ХС; 4 сталь 45.

6 Яка з наведених посадок підшипника гарантує натяг?

1 $L0/k6$; 2 $L0/g6$; 3 $L0/h6$; 4 $L0/js6$.

7 Який фактор, в основному, обмежує застосування схеми встановлення підшипників „врозпір“?

1 Частота обертання вала; 3 Величина навантаження вала;
2 Теплове подовження вала; 4 Динамічні навантаження на вал.

8 Які типи підшипників потребують регулювання зазорів у них?

1 Кулькові радіальні; 2 Роликові радіально-упорні;
3 Кулькові упорні; 4 Роликові радіальні.

9 Який метод монтажу забезпечує застосування кілець ТМВР?

1 Холодний; 2 Тепловий; 3 Кріогенний; 4 Ударний.

10 Максимальна температура нагріву підшипника при тепловому складанні не повинна перевищувати...:

1 ...125 °С; 2 ...250 °С; 3 ...500 °С; 4 ...1250 °С;

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Черменский О.Н. Подшипники качения: Справочник-каталог. / О.Н. Черменский, Н.Н. Федотов - М: Машиностроение, 2003. - 576 с.
2. Технология машиностроения. / [Л.В. Лебедев, В.У. Мнацаканян, А.А. Погонин и др.]. - М.: Изд. центр „Академия“, 2006. - 528 с.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-т. Том 2. / В.И. Анурьев - М.: Машиностроение, 2001. - 912 с.

Додаток А
(довідковий)

Граничні відхилення, натяги і зазори посадок підшипників

Таблиця А1 – Граничні відхилення діаметрів внутрішнього кільця і валів при посадці кулькових і роликів радіальних підшипників 0-го класу точності

Діаметр отвору і вала	Поле допуску								
	L0	n6	m6	k6	js6	j6	h6	g6	f6
	Граничні відхилення діаметра, мкм								
Від 10 до 18	-8	+23/+12	+18/+7	+12/+1	+5,5/-5,5	+8/-3	-11	-6/-17	-16/-27
> 18 до 30	-10	+28/+15	+21/+8	+15/+2	+6,5/-6,5	+9/-4	-13	-7/-20	-20/-33
> 30 до 50	-12	+33/+17	+25/+9	+18/+2	+8,0/-8,0	+11/-5	-16	-9/-25	-25/-41
> 50 до 80	-15	+39/+20	+30/+11	+21/+2	+9,5/-9,5	+12/-7	-19	-10/-29	-30/-49
> 80 до 120	-20	+45/+23	+35/+13	+25/+3	+11,0/-11,0	+13/-9	-22	-12/-34	-36/-58
> 120 до 180	-25	+52/+27	+40/+15	+28/+3	+12,5/-12,5	+14/-11	-25	-14/-39	-43/-68
>180 до 250	-30	+60/+31	+46/+17	+33/+4	+14,5/-14,5	+16/-13	-29	-15/-44	-50/-79
>250 до 315	-35	+66/+34	+52/+20	+36/+4	+16,0/-16,0	+16/-16	-32	-17/-49	-56/-88
> 215 до 400	-40	+73/+37	+57/+21	+40/+4	+18,0/-18,0	+18/-18	-36	-18/-54	-62/-98
> 400 до 500	-45	+80/+40	+63/+23	+45/+5	+20,0/-20,0	+20/-20	-40	-20/-60	-76/-120

Таблиця А2 – Натяги (+) і зазори (-) при посадці на вал кулькових і роликів радіальних підшипників 0-го класу точності

Діаметр отвору і вала	Посадка							
	L0/n6	L0/m6	L0/k6	L0/js6	L0/j6	L0/h6	L0/g6	L0/f6
Від 10 до 18	+31...+12	+26...+7	+20...+1	+13,5...-5,5	+16...-3	+8...-11	+2...-17	-8...-27
> 18 до 30	+38...+15	+31...+8	+25...+2	+16,5...-6,5	+19...-4	+10...-13	+3...-20	-10...-33
> 30 до 50	+45...+17	+37...+9	+30...+2	+20...-8	+23...-5	+12...-16	+3...-25	-13...-41
> 50 до 80	+54...+20	+45...+11	+36...+2	+24,5...-9,5	+27...-7	+15...-19	+5...-29	-15...-49
> 80 до 120	+65...+23	+55...+13	+45...+3	+31...-11	+33...-9	+20...-22	+8...-34	-16...-58
> 120 до 180	+77...+27	+66...+15	+53...+3	+37,5...-12,5	+39...-11	+25...-25	+11...-39	-18...-68
>180 до 250	+90...+31	+76...+17	+63...+4	+44,5...-14,5	+46...-13	+30...-29	+15...-44	-20...-79
>250 до 315	+101...+34	+87...+20	+71...+4	+51...-16	+51...-16	+35...-32	+18...-49	-21...-88
> 215 до 400	+113...+37	+97...+21	+80...+4	+58...-18	+58...-18	+40...-36	+22...-54	-22...-98
> 400 до 500	+125...+40	+108...+23	+90...+5	+65-20	+65...-20	+45...-40	+25...-60	-23...-120

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

БАЛАНСУВАННЯ РОБОЧИХ ОРГАНІВ ОБЛАДНАННЯ

МЕТА РОБОТИ: Закріплення знань по методиці визначення дисбалансу робочих органів обладнання переробної і харчової галузі. Одержання практичних навичок статичного та динамічного балансування окремих видів деталей та вузлів технологічного обладнання.

Час проведення лабораторної роботи: 2 год.

1 ВКАЗІВКИ З ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Під час підготовки до роботи проглянути конспект лекцій, учбову літературу та систематизувати об'єм знань з причин виникнення явища незбалансованості робочих органів, що обертаються, наслідків цього явища і методів боротьби з ним. Усвідомити, у яких випадках для балансування деталей та вузлів застосовують методи статичного або динамічного балансування.

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Назвіть машини, робочі органи яких, на вашу думку, потребують ретельного балансування.

1.2.2 Перерахуйте основні причини виникнення незбалансованості деталі або вузла при його виготовленні або ремонті.

1.2.3 За яких причин робочий орган або інша деталь (вузол), що обертається, може втратити своє балансування – розбалансуватись?

1.2.4 Перелічіть основні ознаки, за якими можна визначити, що робочий орган обладнання розбалансувався.

1.2.5 Чим відрізняються поняття статичного і динамічного балансування деталей та вузлів?

1.2.6 Дайте визначення наступним поняттям: статична невірноваженість ротора, статичний момент невірноваженості, коефіцієнт статичної невірноваженості ротора.

1.2.7 Якими методами можна відновити урівноваженість деталі (вузла) після його балансування?

1.3 Література для самопідготовки

1. Рудик Ф.Я. Монтаж, експлуатація и ремонт обладнання переробляючих підприємств. / Ф.Я. Рудик. СПб.: ГИОРД. - 287 с.

2. Ялпачик В.Ф. Монтаж, експлуатація і ремонт машин та обладнання переробних підприємств: Навчальний посібник: Практикум. / В.Ф. Ялпачик [та ін.] - Мелітополь, 2013. - 234 с.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

- відповісти на питання викладача, одержати допуск до роботи;
- ознайомитись з теоретичними відомостями про процеси статичного і динамічного балансування;
- розглянути конструкції та усвідомити принцип дії лабораторних установок для статичного та динамічного балансування, відпрацювати методику замірів дисбалансу;
- відрегулювати установку для статичного балансування, провести заміри дисбалансу дослідного зразка ротора, поновити роботоздатність зразка шляхом балансування;
- встановити дослідний ротор на установку для динамічного балансування, провести необхідні заміри і усунути дисбаланс;
- зробити висновки по роботі;
- відповісти на контрольні запитання;
- зарахувати лабораторну роботу у викладача.

2.2 Короткі відомості з теорії

Обертальний рух є у сучасній техніці одним з домінуючих. При такому виді руху, як відомо, завжди мають місце сили інерції, тому що обертання того чи іншого елемента машини обов'язково відбувається із прискоренням.

Такі деталі та вузли, як шків, маховики, робочі органи дробарок, центрифуг, сепараторів та інші, які, як правило, мають достатньо велику масу і габарити та обертаються з великими швидкостями, повинні бути добре урівноважені щоб уникнути биття, вібрації, порушення центрування та підвищення навантаження на опорні деталі.

Причиною неврівноваженості (незбалансованості) деталей і вузлів можуть бути неоднорідність матеріалу, з якого виготовлені деталі, неточність їх виготовлення, погрішності в заготовках і обробці, неправильна посадка на вал, нерівномірне зношування у процесі експлуатації. Виникаюча при цьому неврівноваженість зміщає центр ваги від геометричної осі обертання деталі, вузла. При обертанні неврівноваженість викликає значні відцентрові сили, що ведуть до вібрацій і підвищеного зношування усіх деталей, що сполучаються.

Для запобігання цих явищ із метою підвищення довговічності та надійності машин необхідно проводити перевірочне балансування як окремих деталей після їх обробки, так і зібраних вузлів та роторів.

Поняття і терміни в області балансування тіл, що обертаються, регламентовані, діючим державним стандартом [1]. Він називає всі тіла, що обертаються в опорах незалежно від їх призначення, терміном – ротор.

У машинобудуванні більшість роторів є жорсткими, їх швидкість обертання не перевищує критичного значення:

$$\omega_{кр} = \sqrt{c/m} \quad (1)$$

де c - жорсткість вала ротора; m - маса ротора.

Жорсткий ротор розглядається як тверде тіло, при його дослідженні застосовують закони механіки твердого тіла і розрахунки по урівноваженості проводять методами кінетостатики.

Розрізняють три види неурівноваженості:

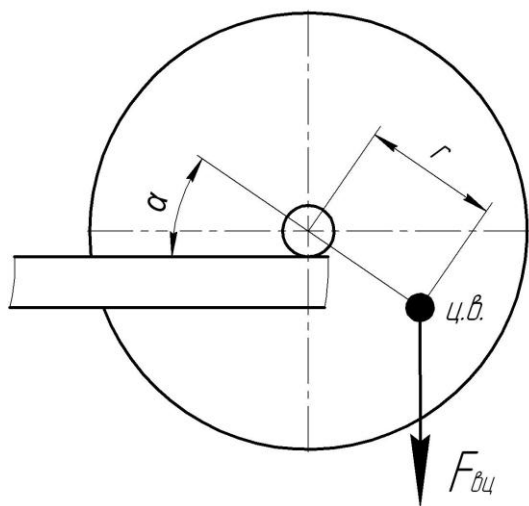
1) неурівноваженість, викликана зміщенням центру ваги деталі відносно осі обертання, при якій сили інерції приводяться до однієї рівнодіючої відцентрової сили. Така неурівноваженість характерна для деталей з незначною осьовою довжиною у порівнянні з діаметром (маховики, шківни, зубчасті колеса) і усувається статичним (одноплосинним) балансуванням;

2) неурівноваженість, при якій сили інерції приводяться до рівнодіючої пари сил, яка створює відцентровий момент інерції відносно осі обертання;

3) неурівноваженість, при якій сили інерції приводяться до рівнодіючої сили і пари сил

Другий і третій види неврiвноваженостi характернi для роторiв, якi мають значну довжину у порiвняннi з дiаметром (барабани, вальцi, тощо) i усуваються динамiчним (двохплощинним) балансуванням.

Статичний дисбаланс викликається змiщенням центру ваги вiд осi обертання (рисунок 1).



Неврiвноважене вiдцентрове зусилля $F_{вц}$, виникаюче при обертаннi ротора, виражається за виразом:

$$F_{вц} = m \cdot r \cdot \omega^2 \quad (2)$$

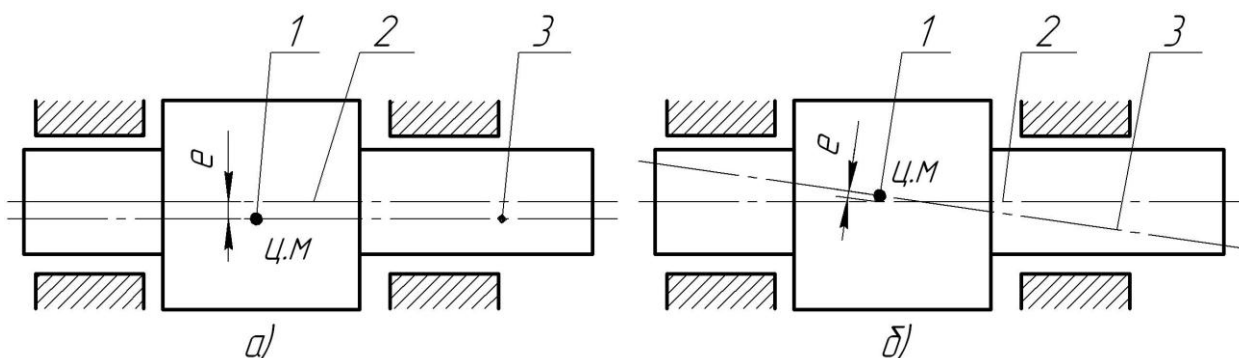
де m - маса деталi, Н;

r - рiдiус змiщення центру ваги вiд осi обертання деталi, м;

ω - кутова швидкiсть обертання, рад/с.

Рисунок 1 – Розрахункова схема

Якщо неврiвноваженi маси ротора можна привести до однiєї маси, центр ваги якої не лежить на осi обертання i створює вiдцентрову силу, то такий ротор називають статично неврiвноваженим (рисунок 2).



1 - центр мас; 2 - вiсь обертання; 3 - вiсь центру мас.

Рисунок 2 – Розташування неврiвноважених мас у просторi

Вiдстань e вiд осi обертання ротора до змiщеного центру мас називають ексцентриситетом.

Наприклад, якщо в процесi експлуатацiї молотки дробарки зношувалися нерiвномiрно i неврiвноважена маса досягла 100 г (0,1 кг) та центр мас перемiс-

тився на 100 мм (0,1 м), то при частоті обертання ротора 1000 об/хв. (104,7 рад/с) відцентрова сила буде складати 109,7 Н, а вже при 3000 об/хв. її величина досягне 987 Н, що може викликати досить суттєві вібрації машини.

Балансування – це технологічний процес приведення центру мас (центру інерції) ротора до його осі обертання. Це означає приведення (зменшення дисбалансів ротора до допустимої величини, тому що задача зведення дисбалансів до нуля є практично недосяжною і її вирішення можливе тільки теоретично.

Допустимі значення дисбалансу того чи іншого ротора призначаються, як правило, підприємством-виробником на підставі вимог міжнародних стандартів та галузевих нормативів.

Система класів точності балансування жорстких роторів встановлена міжнародним стандартом [2], який передбачає 13 ступенів точності – від нульового по дванадцятій.

Формули розрахунків для визначення дисбалансів, а також допустимі дисбаланси при розробці та доводці механізмів наводяться у стандарті [3]. До цього міжнародного стандарту входять також методичні вказівки по балансуванню жорстких роторів, які включають як теоретичні основи та відомості, так і рекомендації для конструктора, розраховувача, технолога.

Допустимий дисбаланс виражають у частках (1...5 %) від сили ваги ротора G і визначають за виразом:

$$m \cdot r \cdot \omega^2 \leq (0,01...0,05) \cdot G \quad (3)$$

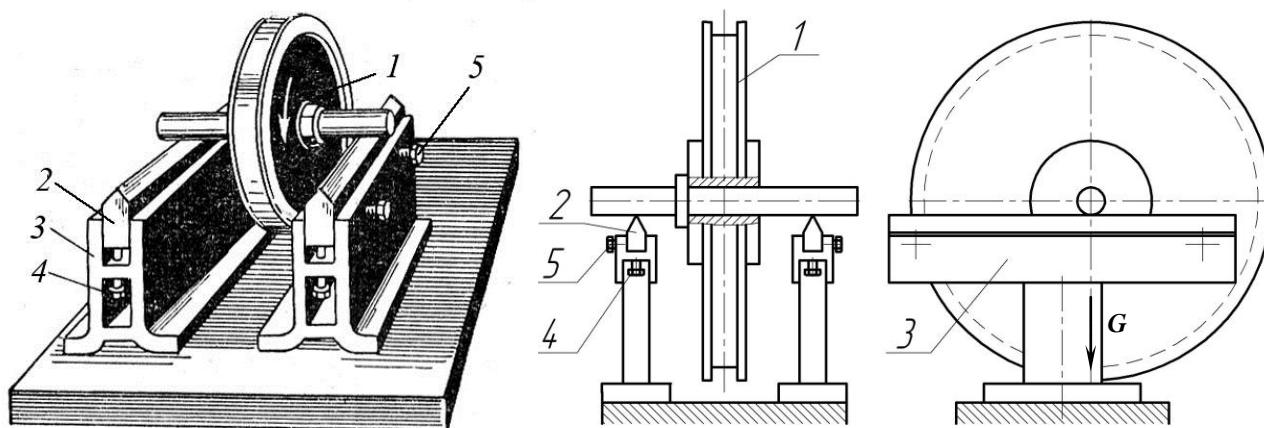
де m - допустима нерівноважена маса.

Статичне або силове балансування засноване на використанні статичного нерівноваженого моменту, під дією якого деталь повертається доти, поки найбільш важка частина не стане вертикально під віссю обертання деталі і з'явиться можливість здійснити балансування шляхом установки додаткових вантажів на діаметрально протилежній стороні деталі або ж шляхом полегшення найбільш важкої частини деталі.

В умовах одиничного і дрібносерійного виробництва та в процесі ремонту обладнання статичну неврівноваженість визначають шляхом установки деталі на призмах (рисунок 3), опорах, що обертаються (рисунок 4), вагах або ж безпосередньо на місці установки деталі.

При необхідності деталь попередньо закріплюють на оправці. Балансувальні призми і ролики, що використовуються у якості опор установок повинні бути виготовлені з великою точністю із якісної сталі з загартуванням і шліфуванням.

Призми та роликові опори встановлюють на балансувальному пристрої паралельно і горизонтально з точністю до 0,02 мм/м.



1- ротор; 2- призми; 3- стійки; 4- гвинт регулювальний; 5- гвинт стопорний.

Рисунок 3 – Загальний вид та схема балансування на призмах

Процес балансування складається із двох операцій.

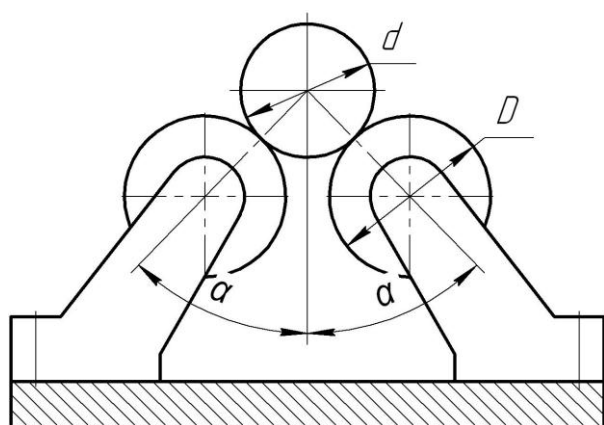


Рисунок 4 – Схема встановлення ротора на опорах, що обертаються

Перша операція полягає в усуненні основного дисбалансу. Для цього окружність торця деталі, яку балансують, ділять на 6...8 частин і, повертаючи деталь на призмах на 45° , раз за разом знаходять і відмічають нижню точку, тобто найбільш важку частину.

Якщо при цьому нижнє положення буде займати та сама точка, то через неї проводять діаметр і, підбираючи вантаж на його протилежному кінці, компенсують дисбаланс, тобто досягають рівноваги. Вантажем може служити замазка або невеликі шматочки металу, що приклеюються до деталі.

Потім тимчасові вантажі заміняють постійними, міцно закріплюючи їх до деталі в потрібному місці, і контролюють правильність балансування.

Іноді, навпаки, більш важкі частини деталі полегшують, висвердлюючи невеликі поглиблення.

Друга операція полягає у визначенні залишкового дисбалансу внаслідок наявності сил тертя між призмиами (роliками) і оправкою, тобто усуненні так званої невиявленої неврiвноваженостi; при цьому на кожному з розмічених поділів по черзі в горизонтальній площині фіксують вантажі у точках, однаково віддалених від центру, поки деталь не почне обертатися на призмах. Маса пробних вантажів заносять у таблицю, і на її підставі будують криву, яка фіксує крайні точки, які відповідають найбільшій різниці вантажів (рисунок 5).

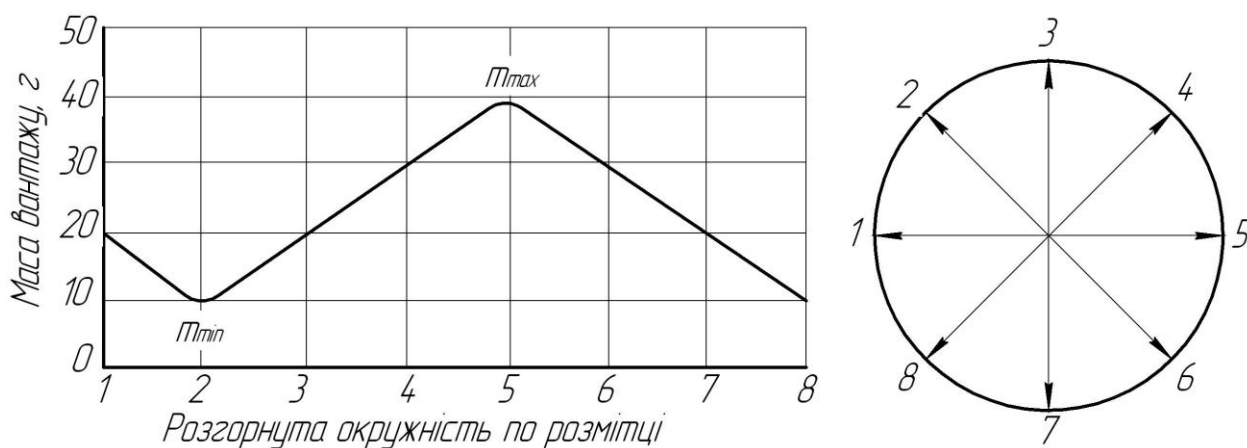


Рисунок 5 – Діаграма контролю балансування

Нижча точка кривої відповідає найбільш важкому місцю деталі. Вантаж, що остаточно врівноважує деталь, слід встановити у діаметрально протилежному місці.

Величину вантажу визначають за формулою:

$$Q = (m_{max} - m_{min}) / 2 \quad (4)$$

де Q - величина вантажу; m_{max} і m_{min} - відповідно максимальна і мінімальна маса вантажів, розташованих на одному діаметрі.

Додатковий вантаж закріплюють на деталі у місці, що відповідає найвищій точці кривої, і роблять остаточну перевірку, визначаючи залишкову невірноваженість. Допустима величина статичної невірноваженості залежить від конструкції машини і режиму її роботи. Точність статичного балансування на призмах дозволяє виявити залишкове зміщення центру ваги деталі від осі обертання на 0,03...0,05 мм, а на балансувальних вагах до 5 мкм.

Динамічна невірноваженість спостерігається у об'єктів, довжина яких значно перевищує розмір діаметра. Динамічна невірноваженість статичним методом невизначена, тому що вона спостерігається тільки при обертанні деталі.

Динамічне балансування звичайно виконують на машинобудівних заводах, тому що в умовах монтажу і ремонту у майстернях підприємств харчової промисловості її технічно важко здійснити.

При обертанні статично збалансованої деталі (центр ваги лежить на осі обертання) в місцях знаходження надлишкових мас m_1 і m_2 утворюється пара відцентрових сил на плечі $l_{\text{дв}}$, яка утворює відносно осі деталі згинаючий момент подвійного вигину. Реакції від моменту навантажують підшипники силами F_{R1} і F_{R2} (рисунок 6).

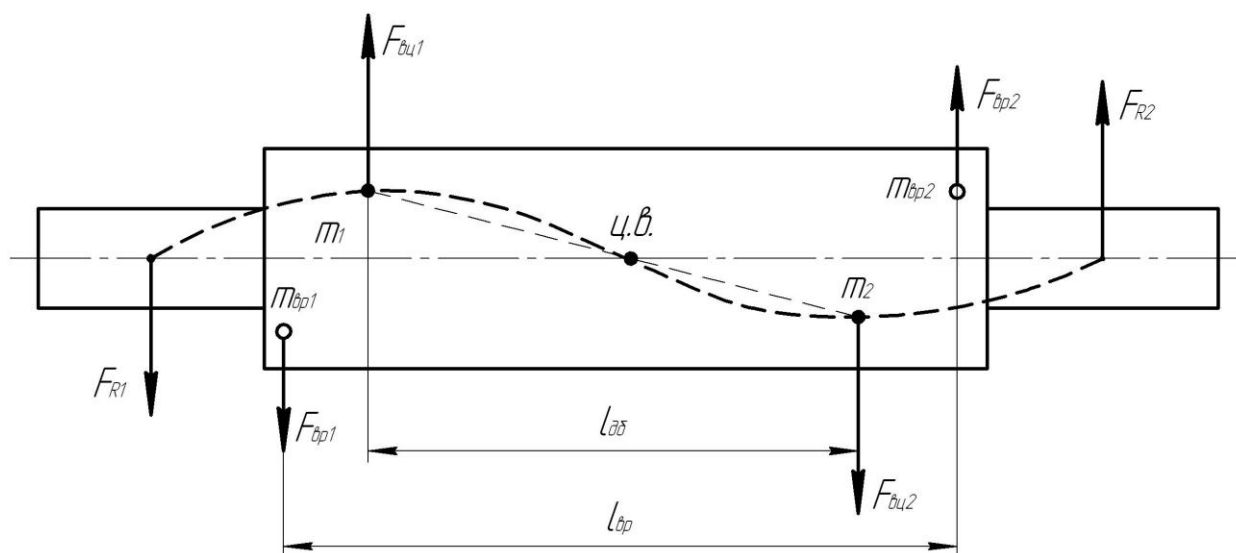


Рисунок 6 – Динамічна невірноваженість ротора

Крім підвищеного зношування підшипників, динамічний дисбаланс при співпадинні частоти коливань від надлишкових мас і частоти власних коливань

деталі викликає небезпечні резонансні явища, які крім підвищених вібрацій можуть привести до підвищених зносів і поломки деталей, що сполучаються.

Неврівноважений момент пари сил дорівнює:

$$M_{об} = m \cdot r \cdot \omega^2 \cdot l_{об} \quad (5)$$

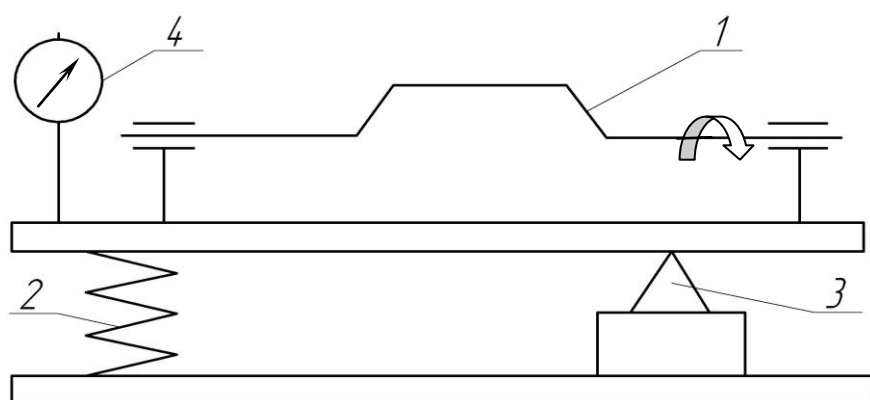
де m - маса однієї з неуврівноважених мас.

Для усунення реакцій на опорах вала пару неуврівноважених сил необхідно урівноважити іншою парою сил F_{ep1} і F_{ep2} , прикладених до вала і діючих у тій же площині.

Дана пара сил урівноважує реакції в опорах за рахунок усунення подвійного вигину. У процесі балансування в місцях прикладання сил F_{ep1} і F_{ep2} закріплюються, вантажі, що врівноважують або у протилежних місцях деталі (при можливості) висвердлюються отвори з масами видаленого матеріалу, що дорівнюють надлишковим масам.

Динамічне балансування виконується на спеціальних стендах з опорами, що коливаються (рисунок 7).

При обертанні деталі на пружних опорах стенда під дією відцентрових сил від надлишкових мас і їх моментів опора 2 починає коливатися; максимальна амплітуда на одній частині деталі замірюється приладом 4. У місцях, протилежних ма-



ксимальній амплітуді закріплюються пробні вантажики і їх підбором усувають коливання опори. Деталь перевертається і з другою частиною проводиться та ж операція

1 - деталь; 2 - пружина; 3 - жорстка призма; 4 - прилад

Рисунок 7 – Схема стенда для динамічного балансування

2.3 Обладнання робочих місць



Роботи по балансуванню виконуються на лабораторному столі, оснащеному установкою для балансування (рисунок 8), комплектом приладів, інструменту і натурних зразків об'єктів для балансування.

Комплект документів і наочних посібників включає у себе: методичні вказівки, плакати, опис комплектності робочого місця, правила техніки безпеки.

Рисунок 8 – Фото установки статичного балансування

2.4 Вказівки по виконанню роботи

2.4.1 Вивчити розділ 2.2, оглянути ротор, який балансується, намітити місця установки коригувальних вантажів і спосіб їх кріплення до тіла ротора.

2.4.2 Протерти чистою ганчіркою поверхні балансувальних паралелей (роликів) і вал (оправку) ротора.

2.4.3 Виставити паралельно балансувальні паралелі-призми (роликові опори), забезпечити за допомогою рівня їх розташування у горизонтальній площині.

2.4.4 Установити ротор на паралелі-призми так, щоб вісь обертання ротора була перпендикулярна паралелям.

2.4.5 Зробити балансування явної неврівноваженості ротора, для чого кілька разів повернути ротор на 90° і відпустити, визначити напрямок важкого місця – ротор установиться важким місцем униз, нанести по цьому напрямкові крейдою риску.

2.4.6 Провернути ротор таким чином, щоб напрямок (радіус), на якому розташовано важке місце, виявилось у горизонтальній площині. У протилежному відносно важкого місця напрямку закріпити вантаж із пластиліну такої величини, щоб ротор зайняв нейтральне положення на паралелях.

Провернути ротор кілька разів – щораз ротор повинен зупинятися у різному (нейтральному) положенні. Виміряти радіус прикладення вантажу, зважити вантаж і знову закріпити.

2.4.7 Зробити балансування неявно вираженої неврівноваженості. Для визначення залишкового дисбалансу, (його причина – наявність сил тертя між валом ротора і поверхнею паралелей) торцеву поверхню ротора розділити на 6...8 частин через 45...60 градусів (рисунок 5), нанести риски крейдою і пронумерувати.

2.4.8 Установити риску № 1 на роторі у горизонтальне положення, прикріпити до неї вантаж на радіусі r з вагою, що виводить ротор з рівноваги, і повертає його на невеликий кут. Зважити цей вантаж і занести вагу в таблицю 1.

2.4.9 Виконати операцію по п. 2.5.8 для кожної з рисок № 2...8, встановлених горизонтально на радіусі r , прикріплюючи вантаж з такою вагою, щоб щораз ротор повертався на той самий невеликий кут. Зважити підібрані вантажі, дані занести в таблицю 1.

Таблиця 1 – Результати вимірів маси вантажів

Номер риски	1	2	3	4	5	6	7	8
Вага вантажу, г								

2.4.10 Побудувати графік згідно рисунка 5 і визначити найбільш важке і легке місця ротора, а також величину неврівноваженої маси за формулою 4.

2.4.11 Визначити та показати на роторі місце закріплення або видалення коригувальної маси для неявно вираженої неврівноваженості.

2.4.12 Привести лабораторну установку у вихідне положення, здати робоче місце лаборантові.

2.4.13 Оформити звіт з лабораторної роботи.

2.4.14 Пред'явити викладачеві оформлений звіт, пояснити результати, отримані при виконанні роботи.

3 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

При проведенні роботи слід чітко додержуватись загальної інструкції з охорони праці (с. 7). Додаткові вимоги безпеки при проведенні роботи:

- перед настроюванням пристрою для балансування зняти з нього ротор, який балансується, і встановити його на спеціальну підставку;
- перед встановленням ротора на установку для балансування упевнитись у надійності запобіжних пристроїв.

4 ЗВІТНІСТЬ ПО РОБОТІ: згідно з загальними вимогами (с. 6)

5 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1 Сформулюйте мету процесу урівноважування кінематичних ланок механізму, що обертаються.

2 Яке фізичне тіло прийнято називати ротором?

3 Назвіть основні умови статичного, динамічного та повного урівноважування ротора.

4 Який ротор називається жорстким? Гнучким? Їх спільні риси і відмінності.

5 За рахунок яких основних факторів виникає неврівноваженість (небалансованість) ротора?

6 Яке балансування ротора називається статичним? Чому?

7 Як називається вісь, що проходить через центр мас ротора?

8 Поясніть у чому полягає фізична суть статичного моменту маси ротора.

9 На якому обладнанні проводиться статичне балансування? Основні вимоги до його конструкції.

10 Назвіть мінімальну кількість противаг, необхідних для статичного врівноважування однієї неврівноваженої маси ротора.

11 Коли при балансуванні роторів можна обмежитися замість повного урівноважування тільки статичним або ж тільки динамічним?

12 Чи буде ротор урівноважений статично одночасно врівноваженим динамічно? Або урівноважений динамічно – одночасно урівноваженим статично?

6 ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ

1 Який вид балансування застосовується при неспівпадінні центру маси деталі з віссю її обертання?

1 Динамічне; 2 Статичне; 3 Статистичне; 4 Технологічне.

2 Який вид балансування застосовується при неспівпадінні осі обертання деталі з головною віссю інерції?

1 Динамічне; 2 Статичне; 3 Статистичне; 4 Технологічне.

3 По відношенню до яких деталей прийнято вживати термін „ротор“?

1 Деталі, які мають круглу форму; 2 Деталі криволінійної форми;

3 Деталі, які не рухаються поступально; 4 Усі деталі, які обертаються.

4 Який вид балансування застосовують при усуненні неврівноваженості деталей, що мають невелику відстань між опорами обертання?

1 Статичне; 2 Динамічне; 3 Статистичне; 4 Технологічне.

5 Який вид балансування звичайно застосовують при усуненні невривноваженості деталей та вузлів, що мають досить велику довжину (типу барабанів, вальців, тощо)?

1 Статичне; 2 Динамічне; 3 Статистичне; 4 Технологічне.

6 У яких межах встановлюють допустимий дисбаланс (у частках від сили ваги ротора G)?

1 1...5 %; 2 5...10 %; 3 10...15 %; 4 15...20%.

7 Скільки класів точності балансування жорстких роторів встановлено міжнародним стандартом?

1 Шість; 2 Десять; 3 Дванадцять; 4 Тринадцять.

8 На якому обладнанні проводять динамічне балансування?

1 На установці з призмами; 2 На установці з роликowymi опорами;
3 На установці з коливальними опорами; 4 На усіх названих установках.

9 На скільки частин рекомендують поділити коло ротора при проведення статичного балансування?

1 Шість; 2 Чотири; 3 Три; 4 Дві.

10 Яке явище виникає при критичній частоті обертання ротора?

1 Підвищеного тертя в опорах; 2 Явище резонансу;
3 Максимальне навантаження на вал; 4 Явище дисбалансу.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ГОСТ 19534-74 Балансировка вращающихся тел. Термины. Изд. стандартов. 1974. - 49 с.

2. ИСО 1940-1:2003 Международный стандарт. Вибрация – Требования к качеству балансировки жестких роторов. Ч.1 Определение допустимого остаточного дисбаланса. Изд. стандартов. 2005. - 30 с.

3. ГОСТ 22061-76* Машины и технологическое оборудование. Система классов точности балансировки. Изд. стандартов. 1984. - 135 с.

4. Илюхин В.В. Монтаж, наладка, диагностика и сервис оборудования предприятий молочной промышленности [Текст] / В.В. Илюхин, И.М. Тамбовцев, М.Я. Бурлев - СПб.: ГИОРД, 2006 - 500 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

МЕТОДИ ВІДНОВЛЕННЯ РОБОТОЗДАТНОСТІ ТИПОВИХ З'ЄДНАНЬ ОБЛАДНАННЯ

МЕТА РОБОТИ: Закріплення знань по застосуванню різних видів ремонтних впливів при відновленні з'єднань вал-маточина вузлів і агрегатів технологічного обладнання галузі. Проведення теоретичного і експериментального визначення несучої спроможності фрикційного безшпонкового з'єднання.

Час проведення лабораторної роботи: 2 год.

1 ВКАЗІВКИ З ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Під час підготовки до роботи проглянути конспект лекцій, учбову літературу та систематизувати об'єм знань з основних положень про методи відновлення роботоздатності вал-маточина. Уявити, які основні способи, прийоми і інструмент застосовують для виконання відповідних відновлювальних робіт.

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Перерахуйте основні види з'єднань вал-маточина, призначені для передачі обертаючих моментів і осьових зусиль.

1.2.2 Наведіть приклади з'єднань двох деталей з циліндричними поверхнями, що передають навантаження за рахунок посадок з натягом.

1.2.3 Які основні види дефектів деталей характерні для циліндричних з'єднань з натягом?

1.2.4 У чому переваги з'єднань з конічними поверхнями в порівнянні з циліндричними з'єднаннями?

1.2.5 Окресліть область застосування нерухомих та рухомих шпонкових і шліцьових з'єднань.

1.2.6 Що вам відомо про конструкції та область застосування безшпонкових з'єднань?

1.3 Література для самопідготовки

1. Пучин Е.А. Технология ремонта машин / [Текст] Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очаковский и др. - М.: КолосС, 2007. - 488 с.
2. Илюхин В.В. Монтаж, наладка, диагностика, ремонт и сервис оборудования предприятий молочной промышленности. / В.В. Илюхин, И.М. Тамбовцев, М.Я. Бурлев. - СПб.: ГИОРД, 2006. - 500 с.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

- відповісти на питання викладача, одержати допуск до роботи;
- ознайомитись з теоретичними відомостями про методи і інструментальне забезпечення відновлення роботоздатності з'єднань вал-маточина вузлів та деталей обладнання;
- розглянути основні дефекти циліндричних з'єднань з натягом, методи відновлення пошкоджених поверхонь та відновлення посадок шляхом запресовування;
- розглянути область застосування, переваги і недоліки, конструкції, основні види дефектів та способи відновлення роботоздатності конічних фрикційних з'єднань;
- розглянути класифікацію шпонкових та шліцьових з'єднань, основні види їх пошкоджень і методи ремонту;
- ознайомитись з деякими конструкціями безшпонкових з'єднань, їх пристосованістю для ремонту шпонкових і шліцьових з'єднань;
- провести теоретичні визначення і експериментальну перевірку несучої спроможності фрикційних безшпонкових з'єднань;
- зробити загальні висновки по роботі;
- відповісти на контрольні запитання;
- зарахувати лабораторну роботу у викладача.

2.2 Короткі відомості з теорії

2.2.1 Загальні положення

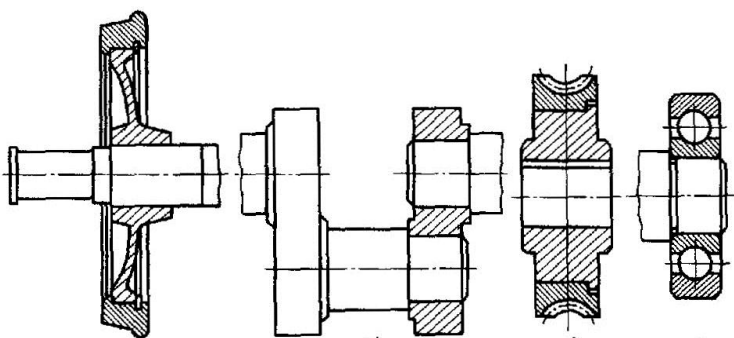
Вироби машинобудування, зокрема обладнання переробної галузі, складаються із з'єднаних одна з одною деталей та вузлів. Машини складаються приблизно з 35...40% з'єднань типу циліндричний вал-втулка, 15...20% площинних з'єднань, 15...25% різьбових, 6...7% конусних, 2...3 % сферичних та ін.

Кожне з'єднання характеризується різними конструктивними, технологічними, експлуатаційними і економічними показниками. До таких показників відносяться ступінь відносної рухливості, вид контакту поверхонь, що сполучаються, міцність, можливість розбирання, технологічність складання і розбирання, характер і величина зношування поверхонь, витрати праці та засобів на технічне обслуговування і ремонт.

Практика експлуатації машин показує, що переважна більшість несправностей, за винятком ушкоджень аварійного характеру та викликаних хіміко-тепловим впливом, виникає у з'єднаннях деталей. При цьому відмова в роботі кожного з'єднання настає при виникненні певних, властивих тільки даному з'єднанню несправностей.

2.2.2 Ремонт циліндричних пресових з'єднань

Пресові з'єднання – з'єднання циліндричних деталей з гарантованим натягом. Натяг створюється завдяки тому, що охоплювана деталь має зовнішній діаметр дещо більший, ніж діаметр отвору деталі, що охоплює. Загальною перевагою цих з'єднань є можливість їх використання для дуже великих навантажень і кращого сприймання ними ударів.



щого сприймання ними ударів.

З'єднання прості у виготовленні, забезпечують ефективне центрування, не потребують спеціальних кріпильних деталей.

Рисунок 1 – Види пресових з'єднань

Недоліки пресових з'єднань: 1) відносна складність складання і розбирання, можливе ослаблення посадки і пошкодження посадочних поверхонь при розбиранні; 2) велика розбіжність сил зчеплення у межах допусків розмірів і коефіцієнтів тертя; 3) труднощі не руйнуючого контролю.

Втрата працездатності пресового з'єднання викликається ослабленням деталей у посадці і найчастіше це характерно для з'єднань, деталі яких працюють при ударних або циклічних навантаженнях. При ослабленні посадки деталей у sprzęженні відбувається наклеп, або ж провертання однієї деталі відносно іншої, що супроводжується зношуванням деталей, а в окремих випадках і задиркою контактуючих поверхонь.

Ослаблення деталей у посадці можна визначити як по зовнішніх ознаках, так і іншими способами. Зовнішніми ознаками іноді служить зсув контрольних рисок, наприклад, рисок на бандажі і маточині, скупчення бруду у вигляді валика або іржі в місцях з'єднання.

У деяких випадках ефективним виявляється обстукування молотком (акустичний спосіб). У процесі розбирання ослаблення посадки деталей можна помітити по зусиллю розпресовки, а після роз'єднання – по наявності наклепу, корозії, а також шляхом обмірювання діаметрів деталей.

Нормальну посадку деталей відновлюють наданням посадковій поверхні однієї з деталей циліндричної форми, якщо в цьому є необхідність, нарощуванням посадкової поверхні іншої деталі до розміру, що забезпечує необхідний натяг, а також нарощуванням посадкових поверхонь обох деталей і обробкою їх до нормальних розмірів. Як правило, дефектні поверхні нарощують методами наплавки.

Міцність пресового з'єднання деталей залежить від правильності циліндричної форми і величин мікронерівностей поверхонь, що сполучаються, величини натягу і способу складання. При неправильній формі поверхонь, що сполучаються (овальності і конусності), напруження, які виникають при посадці, будуть розподілені нерівномірно по колу деталей, що негативно позначиться на міцності з'єднання.

Розрізняють два основних види з'єднань: поздовжньо-пресові і поперечно-пресові. Складання пресових з'єднань можна вести холодним запресовуванням без нагрівання деталей, з нагріванням деталі, що охоплює, або охолодженням деталі, що охоплюється, та одночасним нагріванням і охолодженням цих деталей.

Переважно складання ведуть останнім способом. З'єднання деталей при цьому є більш міцними, тому що мікронерівності поверхонь, що сполучаються, не згладжуються, як при холодному запресовуванні, а зчіплюються одні з одними. Крім того, потрібно менше часу на складання і більш просте устаткування.

Залежно від конструкції, матеріалу і необхідного натягу деталі можна нагрівати в рідкому середовищі, в газових або електричних печах та індукційним способом. До нагрівання в рідкому середовищі (у масляній або водяній ванні) удаються у тих випадках, коли потрібна температура близько 110 °С. При нагріванні в содовій воді (10 г соди на 1 л води) деталь додатково очищують і знежирюють. Після нагрівання індукційним способом деталь розмагнічують.

Деталь до температури – 75 °С охолоджують у середовищі твердої вуглекислоти (сухого льоду). Для цього деталь поміщають у дерев'яний або металевий ящик з теплоізоляцією, заповнений твердою вуглекислою. Рідким азотом деталь можна остудити до – 195 °С. Для охолодження потрібно менше часу, ніж для нагрівання деталі. Крім того, охолодження виключає температурні напруження, місцеві деформації і окиснення поверхонь деталей, особливо складної форми. Час витримки при нагріванні або охолодженні залежить від форми, маси і матеріалу деталі.

Міцність з'єднання зростає при покритті посадкових поверхонь деталей проміжним шаром металу (мідь, нікель, цинк та ін.) або полімерних матеріалів – клею ГЕН-150В, смоли ВДУ і т.п. Такі покриття товщиною не більш ніж 20 мкм захищають поверхні деталей, що сполучаються, як при складанні, так і при розбиранні, а також від корозії. Для усунення задирок при холодному запресовуванні посадкові поверхні деталей покривають тонким шаром мастила, застосовують пристосування, що забезпечують дію зусилля точно по осі деталі, що запресовується.

2.2.3 Ремонт нерухомих конічних з'єднань

У з'єднаннях, що також відносяться до фрикційних, дві деталі з конічними поверхнями взаємно фіксуються нерухомо натягом. Натяг створюється за рахунок напресування конуса, що охоплює, на конус, що охоплюється. Роботоздатність цього типу з'єднання найчастіше порушується у результаті ослаблення посадки деталей.

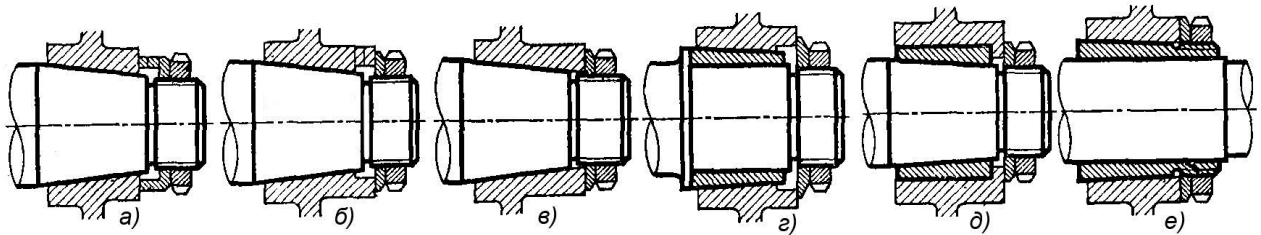


Рисунок 2 – Види конічних фрикційних з'єднань

а), б), в) з безпосереднім контактом; г), д), е) з застосуванням втулок.

Ослаблення посадок виявляють за тими ж ознаками і шляхом тих же перевірок, що й ослаблення деталей циліндричного з'єднання. Зусилля, необхідне для роз'єднання, залежить від величини конуса поверхонь, що сполучаються. По мірі збільшення кута конуса сила, потрібна для розпресовки, зменшується.

Працездатність такого з'єднання залежно від характеру пошкодження деталей можна відновити такими способами:

- при незначних дефектах – наданням поверхням сполучених деталей правильної конічної форми і необхідної шорсткості шліфуванням, проточкою, обробкою конусними розгортками з наступним взаємним притиранням поверхонь, що сполучаються;

- при значних ушкодженнях – нарощуванням конусів (вібродуговою наплавкою, осталюванням, металізацією), постановкою додаткової деталі в отвір, що охоплює, або заміною конусної частини кінця вала з наступною механічною обробкою і взаємним притиранням поверхонь, що сполучаються.

При виборі способу ремонту слід урахувувати характер зусиль, які сприймаються з'єднанням (ударне, знакозмінне, тощо), конструкцію і матеріал деталей, економічну доцільність обраного способу та наявність устаткування.

Досить важливо при обробці розглянутих деталей забезпечити співвісність їх конусних і циліндричних поверхонь. Хоча в даному з'єднанні неспіввісність і не впливає на процес взаємного притирання деталей, однак значно погіршує роботу суміжних вузлів. Справа в тому, що навіть при правильному центруванні валів має місце биття фланців муфт, насаджених на ці вали.

При неспіввісності конусів фланців (а, отже, і валів) биття валів набагато збільшується, а це, як відомо, сприяє швидкому виходу з ладу деталей сполучних муфт, підшипників і т.п.

Для нормальної посадки необхідно, щоб конічна поверхня деталі, що охоплює, щільно прилягала до конуса вала. Прилягання перевіряють по фарбі. Якщо відбиток фарби нерівномірний і займає менш ніж 75 % площі сполучення, то проводять взаємне притирання деталей. Щоб деталь, що охоплює, займала правильне положення, а також для можливості використання її маси, притирання ведуть при вертикальному положенні осей конусів. Площу сполучення можна приблизно визначити по ширині і висоті притирочного сліду.

Складання ведуть холодним напресуванням, нагріванням деталі, що охоплює або охолодженням деталі, яка охоплюється. Холодне напресування здійснюють за рахунок зусилля, створеного поворотом гайки на кінці вала, яку затягують граничним або динамометричним ключем.

Можливі дві основні помилки, які найчастіше зустрічаються при складанні нерухомих конусних з'єднань.

Перша помилка – утворення на конічних поверхнях деталей непомітних на око уступів на конусі вала з боку більшої основи, а в отворі з боку меншої основи конуса. Вони виникають при притиранні маточини на валу. Якщо ж ці маленькі уступчики не помітити і вчасно не видалити, маточина після насадки буде втримуватися на валу лише в місцях сполучення з уступами і в процесі експлуатації повернеться на валу.

Друга помилка – відсутність зазору між зовнішніми торцями вала і маточини. Наявність зазору свідчить про те, що в з'єднанні є гарантований натяг, який при потребі можна збільшити за рахунок додаткового затягування гайки.

2.2.4 Ремонт шпонкових та шліцьових з'єднань

Шпонкові з'єднання служать для передачі обертаючого моменту від вала до маточини елемента передачі (зубчастого колеса, шків, напівмуфти та ін.) або, навпаки, від маточини до вала. Крім передачі моменту шпонки можуть фіксувати насаджені на вал деталі в осьовому напрямку. Розрізняють (рисунок 3) ненапружені і напружені з'єднання. Ненапружені нерухомі з'єднання здійснюються за допомогою призматичних та сегментних шпонок, ненапружені рухомі – направляючих і ковзаючих, а напружені за допомогою клинових шпонок.

У шпонкових з'єднаннях найбільш часто зустрічаються наступні дефекти: пошкодження робочих поверхонь і граней; зріз шпонки під дією недопустимих обертаючих моментів, зминання і викришування робочих поверхонь шпонкових канавок; знос шпонкових канавок і самої шпонки в з'єднаннях з направляючими та ковзаючими шпонками.

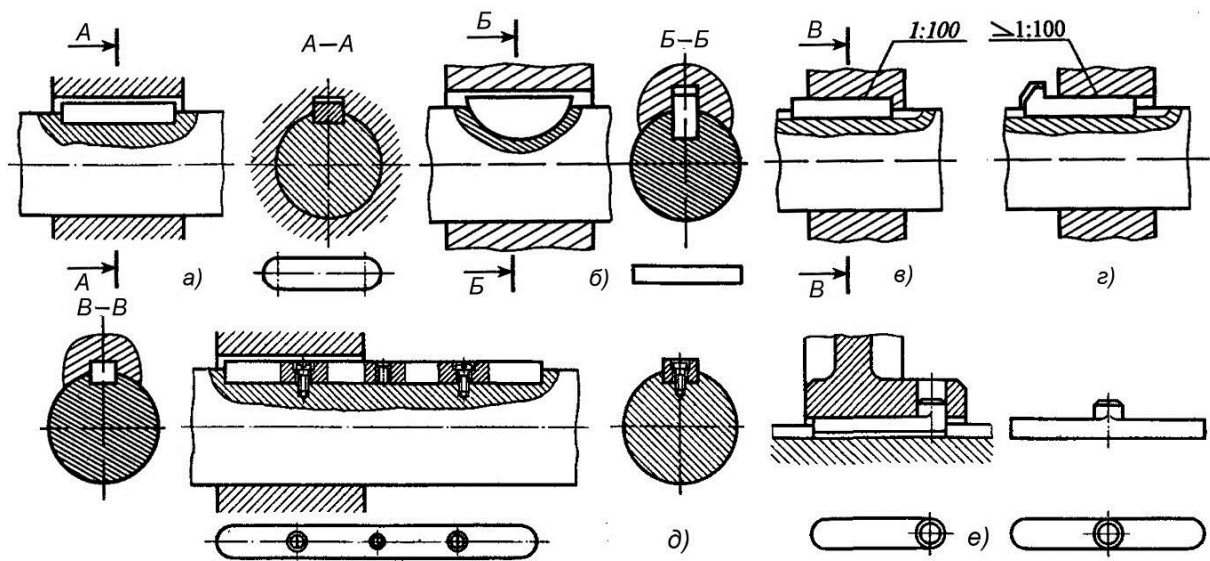


Рисунок 3 – Основні види нерухомих і рухомих шпонкових з'єднань

Шпонка: а) призматична; б) сегментна; в) конічна закладна;
г) конічна забивна; д) направляюча; е) ковзаюча.

Пошкоджені шпонки (зігнуті, з зім'ятими кутами, поверхнями, з ослабленою посадкою) замінюють новими.

Шпонкові канавки відновлюють наплавленням металу на зношені поверхні з послідувочою механічною обробкою або ж при невеликих зносах у межах 0,1...0,15 мм розширенням і поглибленням канавки з послідувочим виготовленням нової шпонки.

Шпонкові канавки розширюють і поглиблюють, як правило, на 15...20 % від їх початкових розмірів.

Шар металу наплавляють на грані паза при їх зносі 2...3 мм, при більших зносах канавку повністю заплавляють і нарізають її на новому місці.

При цьому обов'язково слід враховувати небезпеку ослаблення міцності перерізу вала. Нові шпонкові канавки розташовують відносно старих під кутами 90, 135 або 180°.

Пази в маточині (особливо з чавуну або кольорових металів) не заплавляють, а просто збільшують їх розміри, як правило, до виведення слідів зносу. Інколи в розточений отвір маточини ставлять і кріплять додаткову втулку з новим шпонковим пазом.

Якщо шпонкові канавки вала та отвору в результаті відновлення виготовлені різної ширини, то застосовують ступінчасті шпонки, виготовлені по розмірах відновлених пазів. Бажано такі шпонки робити симетричними.

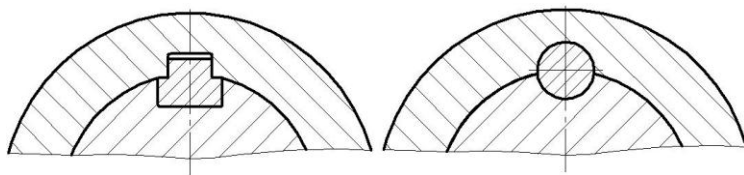


Рисунок 4 – Ступінчаста і кругла шпонки

Для з'єднань вал-маточина або вал-втулка, які мають спільний відкритий торець, можна застосовувати так звані „гужони“. Суть методу полягає у тому, що на торці проводиться свердління поздовжнього отвору по лінії розділення вала і деталі, яка його охоплює, (як для круглої шпонки) з послідуочим нарізанням в цьому отворі різьби та закручування у різьбовий отвір гужона. У якості цієї деталі використовують гвинт (болт), частину якого, що виступає над торцем, урізають у площині торця. З'єднання стає нероз'ємним, добре сприймає динамічні навантаження і має високу жорсткість.

Подібні з'єднання можуть застосовуватися як для відновлення шпонкових з'єднань так і для фіксації втулки на шийці вала при застосуванні методу відновлення за допомогою постановки додаткової деталі. До недоліків методів можна віднести технологічні труднощі пов'язані з обробкою (свердлінням та нарізанням різьби) сумісних поверхонь вала і маточини.

Застосовують також круглі

шпонки, які можуть встановлюватись тільки при доступному торці з'єднання.

На рисунку 5 показано фото робочого місця для виконання обробки отворів для постановки круглих шпонок і гужонів.

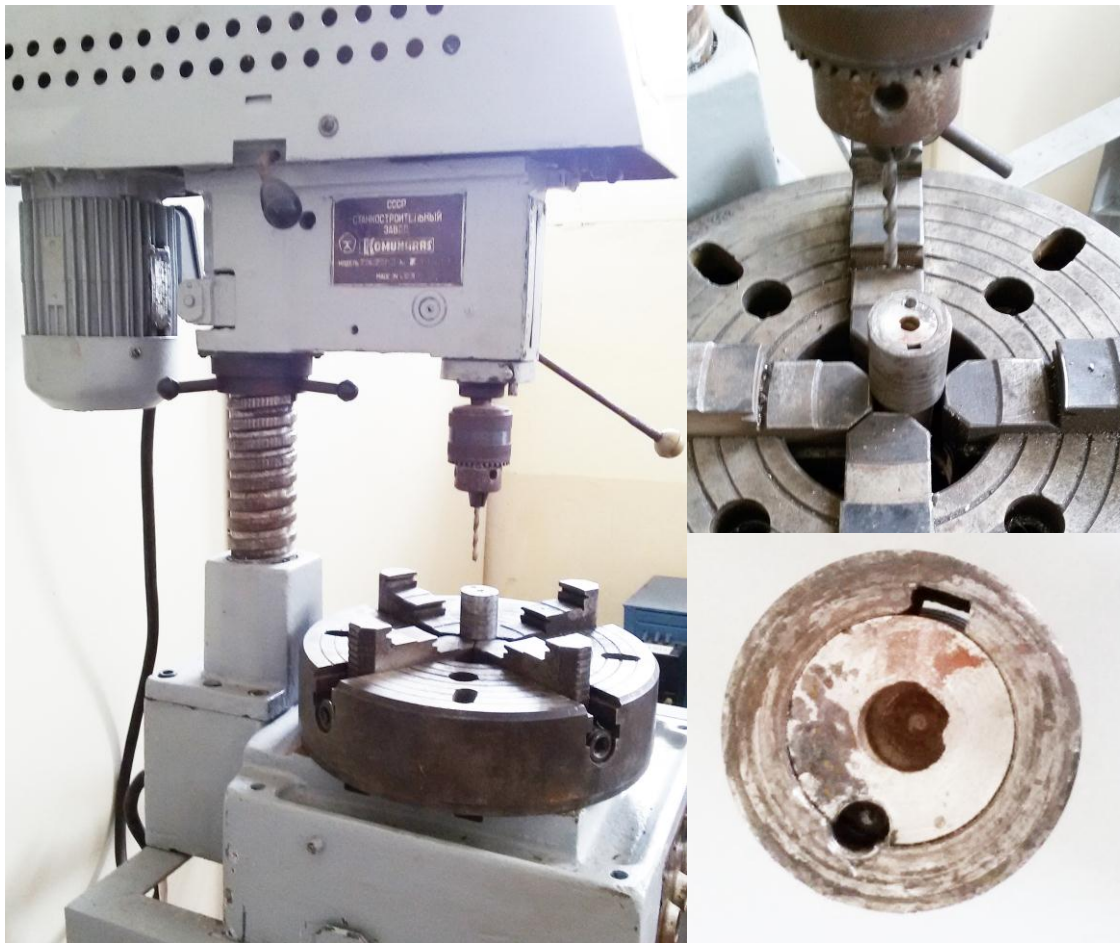
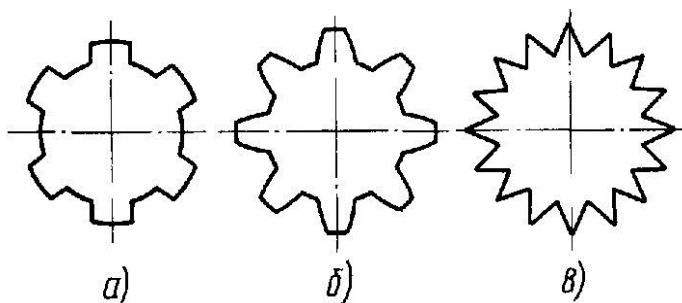


Рисунок 5 – Робоче місце обробки отворів під круглі шпонки і гужони

Одним зі способів відновлення шпонкових з'єднань є застосування безшпонкових пристроїв деякі конструкції яких розглянемо в підрозділі 2.2.5.

Шліцьові з'єднання забезпечують передачу великих обертаючих моментів



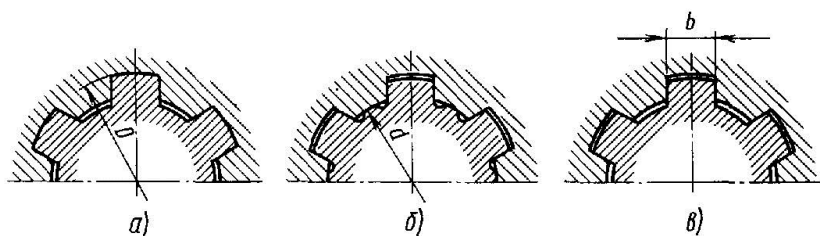
при ефективному centruванні деталей на валу. За формою профілю шліца вони можуть бути прямобічні (рисунок 6 а), евольвентні б) і трикутні (рисунок 6 в).

Рисунок 6 – Профілі шліців

Найбільше розповсюдження, завдяки простоті і технологічності, у вітчизняних машинах одержали прямобічні шліцьові з'єднання, друге місце займають евольвентні з кутом профілю 30° і найменше – трикутні з кутами 60 , 72 та 90° .

І прямобічні і евольвентні з'єднання застосовують як рухомі, так і нерухомі, трикутні з'єднання, в основному, як нерухомі (часто в кріпленнях різноманітних важелів керування).

Прямобічні з'єднання поділяють також за методом їх центрування (рисун



нок 7): по зовнішньому діаметру a), по внутрішньому діаметру $б$) і по ширині шліца $в$).

Рисунок 7 – Методи центрування шліцьових з'єднань

Подібний поділ методів центрування базується на особливостях обробки елементів з'єднань – коли вал загартований, а маточина нормалізована, застосовують метод (а), при якому простіше обробляти зовнішній діаметр вала шліфуванням. При загартованій маточині і нормалізованому валу отвір маточини обробляють внутрішнім шліфуванням. Найбільш складний і трудомісткий метод (в), при застосуванні якого потрібно забезпечити підвищену точність одночасно всіх бокових поверхонь зубів, тому цей метод застосовують тільки для відповідальних важко навантажених з'єднань.

Найбільш часто в шліцьових з'єднаннях виникають наступні дефекти: знос робочих поверхонь шліців від переміщення маточини по валу (для ковзаючих з'єднань); змінання робочих поверхонь шліців у результаті дії на з'єднання понад допустимих обертаючих моментів; тріщини та викришування робочих поверхонь під дією динамічних навантажень; поламка окремих зубів профілю.

Повне руйнування шліцьового з'єднання спостерігається дуже рідко, тому що понаднормовий знос викликає великі вібрації і підвищений шум і машину своєчасно зупиняють.

Наведені вище дефекти відновлюють наступними способами:

- 1) ручною або механізованою дуговою наплавкою;
- 2) пластичним деформуванням;
- 3) електроконтактним наплавленням з одночасною осадкою;
- 4) заміною шліцьової частини деталі.

Коротко розглянемо реалізацію цих способів:

1) При механізованій наплавці віддають перевагу наплавці в середовищі CO_2 , під шаром флюсу, вібродуговій наплавці. Ручна наплавка малопродуктивна і використовується тільки для відновлення поодиноких деталей.

Наплавку проводять поздовжніми валиками або ж по гвинтовій лінії. При поздовжній наплавці шліців шириною 5...6 мм западину повністю заправляють, а для крупних шліців наплавляють тільки зношену сторону шліца. Щоб зменшити деформацію вала, валики вкладають у западини по черзі з діаметрально протилежних сторін. Наплавку по гвинтовій лінії звичайно застосовують при відновленні мілких шліців, при такій наплавці в 2...3 рази збільшується витрата дроту і електроенергії, збільшується трудомісткість наплавки і механічної обробки, виникають небажані деформації деталі.

Наплавочні матеріали і режими наплавки вибирають за довідниками виходячи з технічних вимог на конкретну деталь. Наприклад, вали виготовлені з середньовуглецевих сталей 30, 35, 45 часто наплавляють у середовищі вуглекислого газу дротом Нп-30ХГСА діаметром 0,6...2,0 мм струмом зі зворотною полярністю 220...240 А, при напрузі 22...24 В.

При наплавці по гвинтовій лінії крок наплавки (поздовжня подача дуги) 3,5...4,0 мм/об; частота обертання деталі 3...4 об/хв.

Після наплавки вал при необхідності правлять, проточують по зовнішньому діаметру, фрезерують і шліфують шліци. При базуванні по зовнішньому діаметру після обточування його шліфують. Для валів підвищеної твердості їх загартовують при температурі до 850 °С в маслі, відпускають при 200...250 °С, після термообробки шліфують.

Наплавка шліців приводить до деформацій вала і термічній дії на сусідні з ними ділянки вала.

2) При невеликих зносах застосовують спосіб пластичного деформування – роздачу з одночасним або послідуєчим калібруванням. Мало зношені шліци деформують без нагріву, при зносі більш ніж 0,6 мм проводять попередню нормалізацію при нагріві до 800...850 °С.

В одиничному ремонтному виробництві роздачу можна проводити вручну (рисунок 8) зубилом та чеканом також на токарному, фрезерному або стругальному верстатах, використовуючи ролик, що обертається, закріплений на різцетримачі і застосовуючи пряму поздовжню подачу. При серійному виробництві роздачу проводять прошовхуванням вала на гідравлічному пресі з зусиллям до 50 кН (5 т) через ролики спеціальної багатороликової головки.

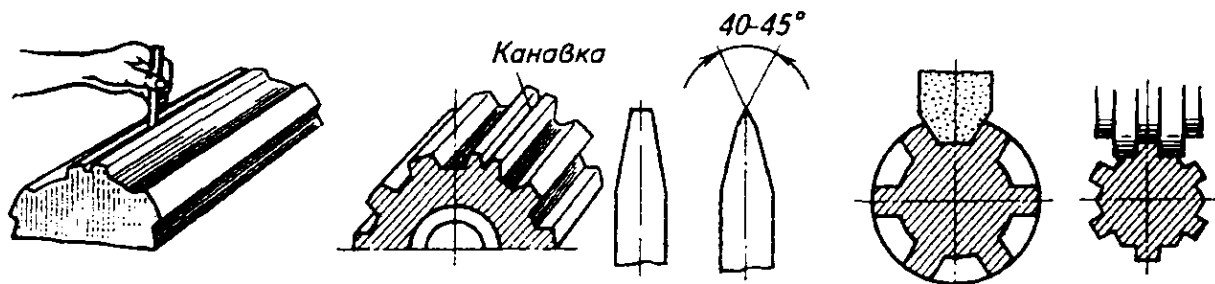


Рисунок 8 – Відновлення шліців вала способом роздачі

Після роздачі проводиться обробка шліців під номінальний розмір. При великих зносах, усунення яких потребує утворення глибоких канавок, їх заварюють, вал додатково нормалізують, рихтують, обробляють шліци під номінальний розмір і піддають кінцевій термообробці.

Шліци у маточинах (посадка по зовнішньому діаметру) з невеликим зносом можна також ремонтувати роздачею; для цього застосовують спеціальну прошивку, яку прошовхують через отвір за допомогою гідравлічного преса. Після роздачі отвір калібрують протяжкою.

3) Третій спосіб полягає у тому, що уздовж шліців електроконтактним способом приварюють сталеву полосу або дріт. Одночасно наварюють два протилежних шліца. Наварені шліци піддають механічній обробці.

4) По четвертому способу ремонтують внутрішні шліци. Шліцьовий отвір розточують до діаметра, більшого на 0,5...1,5 висоти шліца, виготовляють шліцьову втулку, запресовують у розточений отвір і фіксують штифтами або приварюють у кількох місцях.

2.2.5 Використання безшпонкових з'єднань при ремонті обладнання

Одним з перспективних напрямів розвитку конструкцій з'єднань типу вал-маточина з передачею обертаючого моменту і осьового зусилля є застосування т. з. безшпонкових з'єднань.

Згідно з загальною класифікацією, безшпонкові з'єднання поділяють на фасонно-профільні з'єднання і з'єднання тертям.

Сутність першої групи – передача навантажень за рахунок зчеплення двох некруглих профільованих поверхонь (рисунок 9).

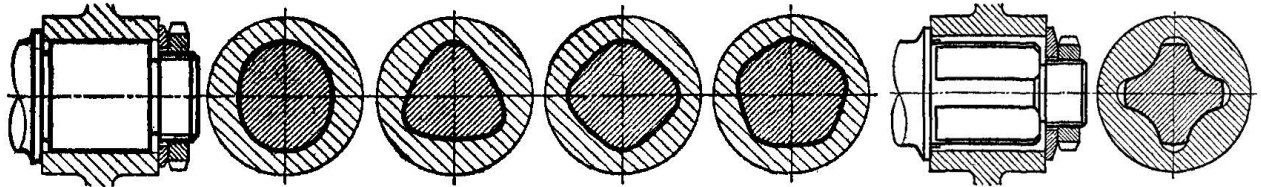


Рисунок 9 – Приклади деяких видів профільних з'єднань

Застосування подібних з'єднань обмежується їх достатньо низькою технологічністю – складністю виготовлення без застосування спеціального обладнання некруглого профілю з'єднання.

Друга група – фрикційні безшпонкові з'єднання, одержала більш широке застосування і характеризується великим різноманіттям конструкцій. На рисунку 10 показані деякі з видів цих з'єднань.

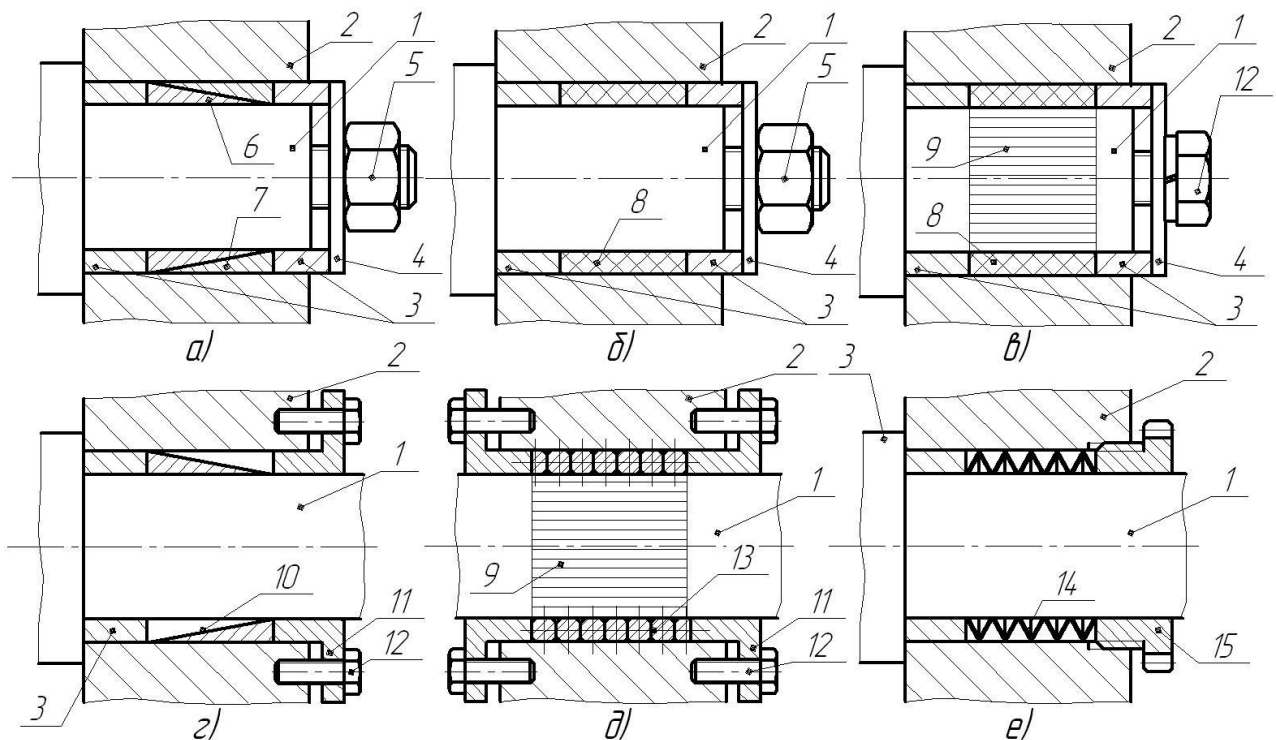


Рисунок 10 – Деякі з конструкцій безшпонкових з'єднань

- а) з суцільними конічними кільцями; б) з пружно-пластичною втулкою;
- в) з пружно-пластичною втулкою і рифлями; г) з розрізними конічними кільцями;
- д) з навитим м'яким дротом і рифлями; е) з пружними шайбами.

Слід відзначити, що наведені схеми розкривають принципи дії і відображають конструкції лише невеликої частини від існуючих безшпонкових з'єднань. Коротко розглянемо особливості зображених конструкцій.

У варіанті *a)* обертаючий момент передається за рахунок зусиль тертя, що виникають внаслідок пружних деформацій конічних кілець 6 і 7, розташованих у зазорі між валом 1 і маточиною 2; з торців кільця затиснуті між дистанційними втулками 3, по яких і відбувається центрування з'єднання. Зусилля затискання конічних кілець створюється гайкою 5 через шайбу 4. З'єднання потребує високої точності виготовлення усіх деталей, що спрягаються, тому що пружні деформації нерозрізних кілець мають досить невеликий діапазон значень. Для усунення цього недоліку часто застосовують розрізні кільця, наприклад, як у варіанті *з)*.

Варіант *б)* відрізняється від варіанту *a)* тим, що замість конічних кілець використовують втулку 8 виконану з пружно-пластичного матеріалу, як правило, фрикційного, (капрон, гума, асбогума та ін.). Існують конструкції з втулкою, виготовленою з м'яких пластичних металів і сплавів (алюмінію, свинцю, бабіту і т. п.).

У варіанті *в)* на поверхню вала і маточини наносяться рифлення 9, як правило, накаткою або ж протяжкою; (можливі конструкції з рифленням на поверхні однієї з деталей). Обертаючий момент передається не тільки за рахунок сил тертя, а також завдяки силам опору зрізу виступів втулки, видавлених у западини рифлень.

Розглянуті конструкції безшпонкових з'єднань передбачають кріплення маточини на крайній шийці вала, а варіанти *з)*, *д)* і *е)* – на проміжних шийках або навіть на гладкій частині вала.

На рисунку *з)* показана конструкція з розрізними конічними кільцями 10, які затискаються за допомогою фланця 11 і гвинтів 12, що загвинчують у різьбові отвори в маточині.

У схемі *д)* з'єднання здійснюється навитим на вал м'яким пластичним дротом (наприклад алюмінієвим) затисненим між рифленими поверхнями за допомогою фланців 11 і гвинтів 12, а в схемі *е)* пружинними шайбами, затисненими спеціальною гайкою 15.

При виборі того чи іншого виду з'єднань для відновлення роботоздатності того чи іншого вузла обладнання потрібно враховувати усі конструктивні особливості цього вузла і вибирати найбільш раціональні конструктивні рішення.

Слід відмітити, що шляхом застосування безшпонкових з'єднань замість зношених шпонкових і шліцьових можна відновлювати тільки нерухомі напружені або ненапружені з'єднання.

У цілому, технологія ремонту шпонкових з'єднань досить проста і зводиться до наступних заходів:

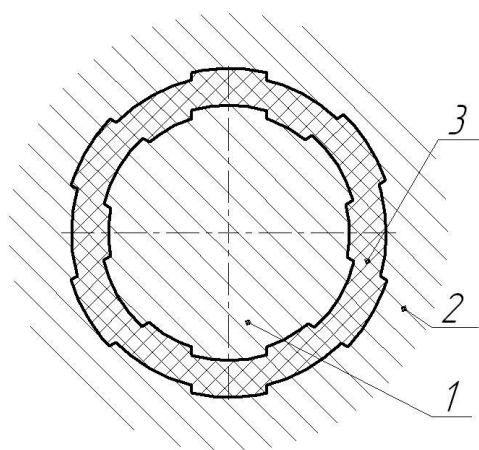
- а) створення зазору між валом і отвором маточини, потрібного для розміщення у ньому елементів безшпонкового з'єднання;
- б) забезпечення потрібної сили затягу з'єднання шляхом використання існуючих або створенням нових затяжних пристроїв.

При невеликих зносах шпонкових пазів вала проводиться відновлення геометрії відповідної шийки вала шляхом проточування або шліфування поверхні шийки. Шпонковий паз при цьому можна залишити, або, якщо це можливо, заварити. Щоб не ослаблювати переріз вала, припуски при обробці повинні бути мінімальними (до виведення слідів зносу).

Для створення зазору $\delta = (0,1 \dots 0,15) d_g$, як правило, розточують отвір маточини, шпонковий паз маточини при цьому видаляється.

Зусилля затиску створюють за допомогою різних різьбових пристроїв, деякі з них показані на рисунку 12.

При ремонті шліцьових з'єднань, як правило, застосовують пластмасові



пружно-пластичні втулки. Шліци при цьому видаляють (вал 1 проточують, а отвір 2 розточують) але не повністю – залишають виступи висотою від 0,4 до 1,0 мм (у залежності від фізико-механічних властивостей втулки).

Після затиску втулка 3 деформується і заповнює западини вала і маточини (рисунок 11).

Рисунок 11 – Переріз з'єднання

Довжина пружно-пластичної втулки приймається у межах від 0,3 до 0,5 від довжини маточини. Втулки виготовляють литтям, екструзією, точінням та іншими технологічними прийомами.; інколи їх просто скручують з полоси відповідного листового матеріалу

Існує технологія, коли замість готової втулки в кільцеву порожнину між валом і маточиною заливають під тиском рідку масу (розплавлений полімер, метал або суміш, що легко твердне). Ця технологія ефективна для відновлення з'єднань великого діаметра, зтяг яких потребує дуже значних зусиль.

При застосуванні наведених способів відновлення шліцьових сполучень втулки працюють на зріз, застосування ж гладких фрикційних безшпонкових конструкцій при ремонті шліцьових з'єднань є недоцільним, тому що зусилля тертя, як правило, менші за зусилля зрізу.

2.2.6 Несуча спроможність безшпонкових з'єднань

Розглянемо співвідношення силових факторів і геометричних параметрів для двох найпоширеніших з'єднань.

Для з'єднання з металевими конічними кільцями обертаючий момент можна визначити за виразом:

$$T_k = 0,25 F_z \cdot d_g \cdot f \left[\frac{1}{\operatorname{tg} \alpha} + \frac{1}{f + \operatorname{tg}(\alpha + \rho)} \right] \quad (1)$$

де F_z - зусилля зтягу з'єднання, Н;

d_g - діаметр вала, м;

f - коефіцієнт тертя між спряженими поверхнями;

α - кут конусності кілець, град.;

ρ - кут тертя, град., $\rho = \operatorname{arctg} f$.

Для розрахунку можна прийняти кут $\alpha = 18^\circ$ для нерозрізних кілець і $\alpha = 12...20^\circ$ – для розрізних; коефіцієнт тертя для сталевих деталей приймається у межах $f = 0,12...0,15$.

Для з'єднання полімерною втулкою обертаючий момент становить:

$$T_{не} = 1,57 \frac{K_f \cdot F_3 \cdot d_e^2 \cdot l \cdot f}{A \cdot \left(\frac{l - \mu}{\mu} + \frac{l \cdot f}{\delta} \right)}, \quad (2)$$

де K_f - відношення площі поверхні тертя до всієї площі втулки;

l - довжина пружно-пластичної втулки, м;

δ - товщина стінки втулки, м;

A - площа поперечного перерізу кільця, м²;

μ - коефіцієнт Пуассона;

Для з'єднання з гладкою поверхнею вала і отвору маточини $K_f = 1$, для гумової або полімерної втулки $f = 0,25 \dots 0,35$, $\mu = 0,5$.

$$A = 0,25\pi(d_{em}^2 - d_e^2) \quad (3)$$

Допустиме граничне зусилля затягу з'єднання можна визначити з умови міцності на розтяг різьбового пристрою, призначеного для створення необхідної осьової сили затягу з'єднання:

$$F_{з.зр} \leq 0,192\pi \cdot d_1^2 \cdot [\sigma]_p, \quad (4)$$

де d_1 - внутрішній діаметр різьби, мм;

$[\sigma]_p$ - допустимі напруження розтягу матеріалу гвинта, МПа.

Внутрішній діаметр різьби визначається за відповідним довідником, допустимі напруження розтягу для нормалізованої середньовуглецевої сталі можна прийняти $[\sigma]_p = 175 \dots 200$ МПа.

Потрібне зусилля затягу забезпечується за допомогою контролю моменту закручування динамометричним ключем.

Обертаючий момент закручування на ключі різьбового з'єднання визначається за формулою:

$$T_{закр.} = 0,5F_3d_2[\operatorname{tg}(\psi + \varphi_1) + f \cdot d_{cp}/d_2], \quad (5)$$

де d_2 - середній діаметр різьби, мм;

ψ - кут підйому витка різьби, град.;

φ_1 - кут тертя у різьбі, град.;

f - коефіцієнт тертя у різьбі та на опорній поверхні гайки;

d_{cp} - середній діаметр опорної поверхні гайки, мм.

Для стандартної метричної сталеві різьби можна прийняти значення:
 $d_2 \approx 0,9d$, $d_{cp} \approx 1,4d$, $\psi \approx 2^\circ 30'$; $f = 0,15$; $\varphi = \operatorname{arctg} 0,15 = 8^\circ 30'$.

Досліди з визначення несучої спроможності безшпонкових з'єднань проводяться на лабораторній установці (рисунок 12).

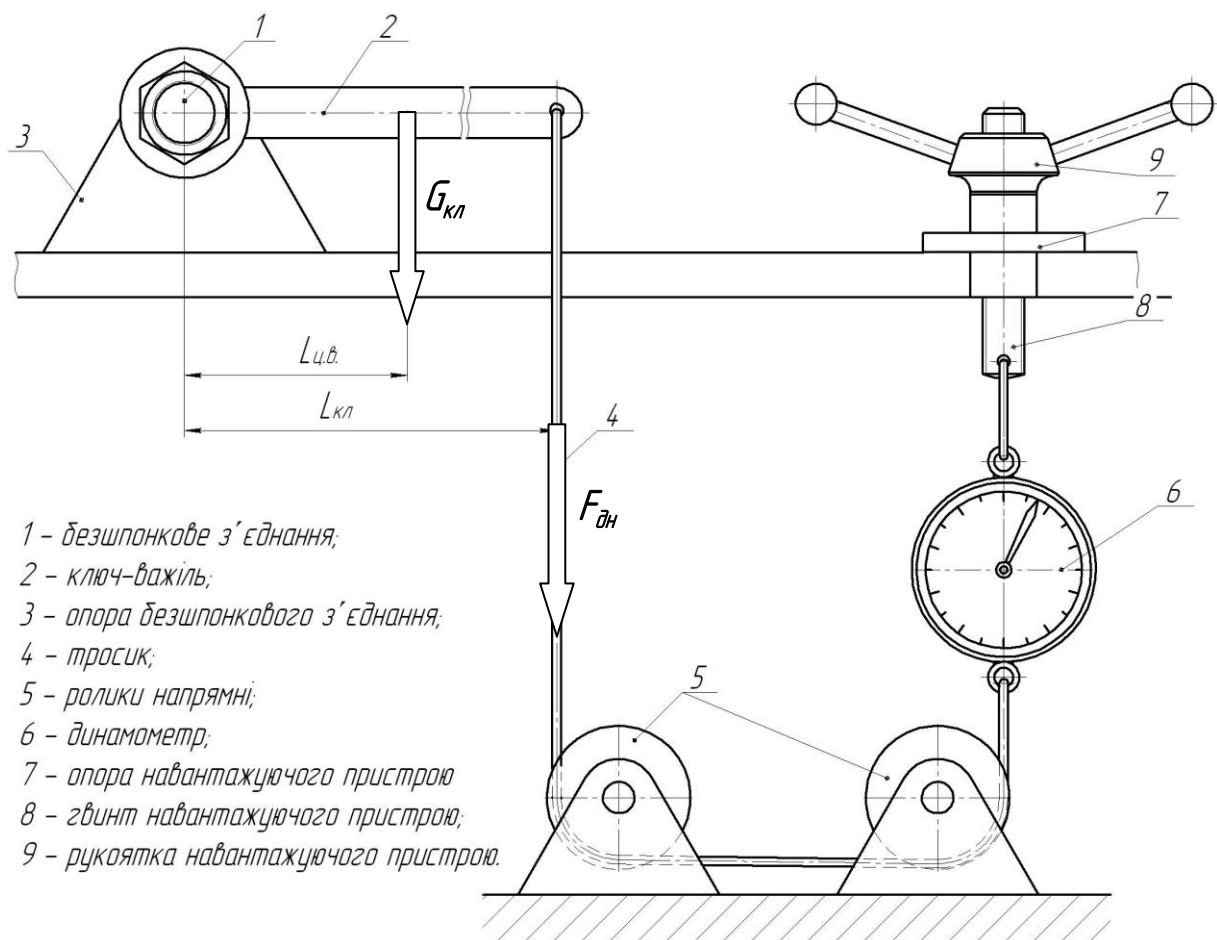


Рисунок 12 – Схема експериментальної установки визначення несучої спроможності безшпонкових з'єднань

Експериментальне значення обертаючого моменту, який передає безшпонкове з'єднання, заміряне на лабораторній установці, визначається за формулою:

$$T_{експ} = \frac{1}{\eta_p^2} F_{дн} \cdot L_{кл} + G_{кл} \cdot L_{ц.в.}, \quad (6)$$

де $F_{дн}$ - зусилля, заміряне динамометром, Н;

$L_{кл}$ - довжина плеча важеля-ключа установки, м;

$G_{кл}$ - сила ваги важеля-ключа, Н;

$L_{ц.в.}$ - відстань від осі обертання важеля до його центра ваги, м;

η_p - коефіцієнт корисної дії ролика, прийняти $\eta_p = 0,96$.

Сила ваги ключа визначиться з виразу:

$$G_{кл} = m \cdot g, \quad (7)$$

де m - маса важеля-ключа, кг (визначається зважуванням);

g - прискорення вільного падіння, м/с².

Положення центра ваги важеля визначається експериментально шляхом підвішування або балансування на гострій опорі.

Експериментальна частина роботи проводиться у послідовності:

1) Визначити обміром потрібні для розрахунків розміри елементів моделей безшпонкових з'єднань;

2) Виходячи з розмірів різьби, розрахувати за формулою (4) граничне значення зусилля зтягу;

3) В інтервалі значень від $0,5F_{з.зр}$ до $F_{з.зр}$ призначити не менше п'яти значень зусилля зтягу для проведення експериментальної перевірки. Точки замірів слід призначати через однакові інтервали;

4) Визначити за формулами (1) і (2) гранично допустимий обертаючий момент, який може передати кожна з представлених моделей безшпонкових з'єднань;

5) За формулами (1) і (2) визначити теоретичні значення обертаючого моменту для кожної точки заміру;

- 6) Визначити за формулою (5) значення для кожної точки заміру обертаючого моменту закручування на динамометричному ключі;
- 7) Зібрати і закріпити модель на експериментальній установці;
- 8) Провести заміри експериментального моменту для кожної точки;
- 9) Побудувати графіки залежностей теоретичного і експериментального моментів від зусилля зтягу кожного з з'єднань.

2.3 Обладнання робочих місць

Для кожної ланки (бригади) студентів передбачається два робочих місця: учбове – для виконання розрахунків, роботи з літературою, оформлення документів і спеціалізоване – для виконання експериментальної частини роботи (рисунок 13). Документи і наочні посібники включають: методичні вказівки, плакати, опис комплектності робочого місця, правила техніки безпеки.

2.4 Вказівки по виконанню роботи

2.4.1 Прочитати теоретичний розділ 2.2, систематизувати знання по методах і засобах відновлення роботоздатності типових з'єднань типу вал-маточина.

2.4.2 Ознайомитись з програмою роботи, одержати завдання на виконання тієї чи іншої операції по відновленню.

2.4.3 Ознайомитись з конструктивними особливостями представлених натурних зразків і моделей з'єднань вал-маточина.

2.4.4 Розглянути і описати технологічну послідовність ремонту того чи іншого виду з'єднання.

2.4.5 Ознайомитись з будовою експериментальної лабораторної установки для визначення несучої спроможності безшпонкових фрикційних з'єднань.

2.4.6 Провести підготовчі роботи, необхідні для виконання експериментальної частини роботи.

2.4.7 Провести розрахунки і експеримент згідно з методикою, наведеною у п. 2.2.6 даних методичних вказівок, обробити результати, побудувати графіки.

2.4.8 Привести лабораторне обладнання у порядок, здати робоче місце.

2.4.9 Оформити звіт з лабораторної роботи.

2.4.10 Пред'явити викладачеві оформлений звіт, пояснити результати, отримані при виконанні роботи.

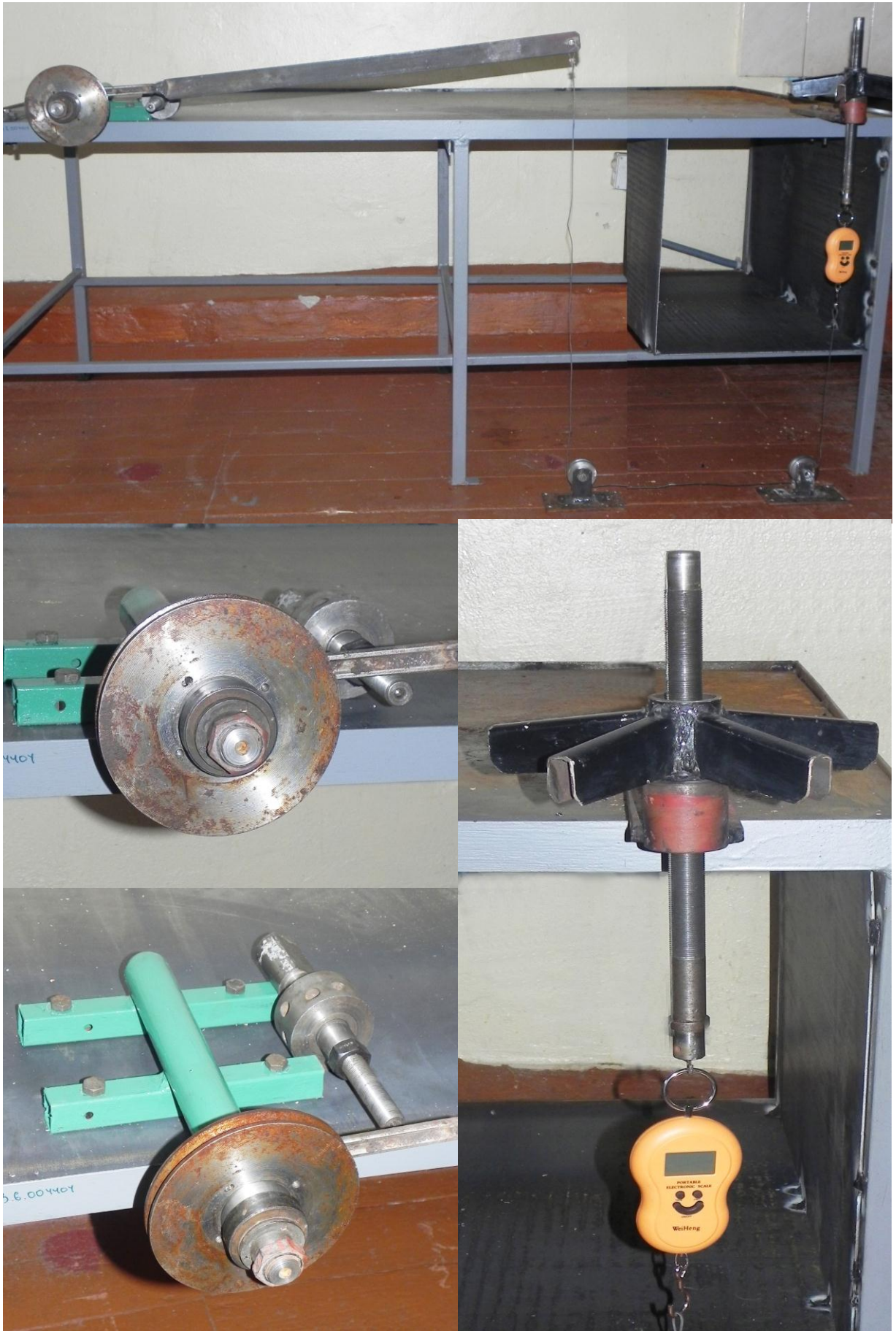


Рисунок 13 – Фото установки для визначення несучої спроможності безшпонкових з'єднань

3 ВИМОГИ БЕЗПЕКИ

При проведенні роботи слід чітко додержуватись загальної інструкції з охорони праці (с. 6). Додаткові вимоги безпеки при проведенні роботи:

- перед проведенням експерименту пересвідчитись у надійному кріпленні моделі з'єднання, що випробовується у затискному пристрої установки;
- навантаження зразка проводити повільно і плавно без різких рухів гвинта.

4 ЗВІТНІСТЬ ПО РОБОТІ

Звіт з лабораторної роботи оформлюється у наступному порядку:

- тема і мета лабораторної роботи;
- опис оснащення лабораторної роботи натурними зразками, пристосуванням, оснасткою, інструментом;
- послідовність проведення операцій з відновлення деталей з'єднань вал-маточина;
- схема і опис експериментальної лабораторної установки;
- теоретичні розрахунки і результати проведених експериментів, графіки залежностей, їх порівняння, аналіз;
- загальні висновки по роботі.

5 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1 У чому переваги і недоліки циліндричних з'єднань з натягом? Окресліть область застосування цього виду з'єднань.

2 Які дефекти виникають у процесі експлуатації з'єднань з натягом?

3 Назвіть основні методи відновлення деталей з'єднань з натягом.

4 Зробіть порівняльний аналіз напружених і ненапружених шпонкових з'єднань, різниця у їх навантаженнях.

5 Назвіть основні методи ремонту шпонкових з'єднань.

6 Які критерії впливають на метод центрування шліцьових з'єднань?

7 Перерахуйте методи відновлення роботоздатності шліцьових з'єднань.

8 Які види безшпонкових з'єднань ви знаєте?

9 Назвіть переваги і недоліки методу заміни безшпонковими з'єднаннями шпонкових при їх ремонті.

10 Від яких чинників залежить несуча спроможність профільних і фрикційних безшпонкових з'єднань?

6 ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ

1 Який спосіб запресування дає більш якісні показники з'єднань?

- 1 Поздовжній; 2 Поперечний; 3 Не має значення.

2 Які дефекти є найбільш характерним для нерухомих шпонкових з'єднань призматичними шпонками?

- 1 Чистий зріз; 2 Зминання; 3 Абразивний знос.

3 Який профіль шліців є найбільш поширеним у силових шліцьових з'єднаннях вітчизняної техніки?

- 1 Прямобічний; 2 Евольвентний; 3 Трикутний.

4 Який з названих чинників у більшій мірі стримує розповсюдження профільних безшпонкових з'єднань?

- 1 Мала несуча спроможність; 2 Технологічні труднощі при виготовленні;
3 Низька міцність при знакоперемінних навантаженнях.

5 Який з названих чинників у більшій мірі стримує розповсюдження безшпонкових з'єднань з пружно-пластичними втулками?

- 1 Потреба у зусиллях затягу; 2 Підвищена точність при виготовленні;
3 Потреба в спеціальному інструменті.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ульман И.Е. Ремонт машин / [Текст] И.Е. Ульман, Г.А. Тонн, И.М. Герштейн и др. - М.: Колос, 1982. - 446 с.

2. Воронкин Ю.Н. Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования. / Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков. - М.: Изд. центр „Академия“, 2005. - 240 с.

3. Аранзон В.А. Ремонт неподвижных шлицевых и шпоночных соединений тракторов и сельхозмашин с применением пластмасс. / В.А. Аранзон, Г.С. Ялпачик, В.И. Котенко, Ф.Е. Ялпачик. Экспресс информация ЦНИИТЭИ Тракторосельхозмаш, М.: 1982, - 54 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

ЗВАРЮВАЛЬНІ РОБОТИ ПРИ РЕМОНТІ ОБЛАДНАННЯ

МЕТА РОБОТИ: Закріплення знань по застосуванню методів зварювання при відновленні деталей технологічного обладнання галузі. Одержання практичних навичок ручного зварювання.

Час проведення лабораторної роботи: 2 год.

1 ВКАЗІВКИ З ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Під час підготовки до роботи проглянути конспект лекцій, учбову літературу та систематизувати об'єм знань з основних положень проведення зварювальних та ковальських робіт. Уявити, які основні способи і інструмент застосовують для виконання цих видів відновлювальних робіт.

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Перерахуйте основні види та методи зварювання.

1.2.2 За якими ознаками можна скласти загальну класифікацію методів зварювання?

1.2.3 Які основні види дефектів деталей технологічного обладнання усуваються за допомогою зварювання?

1.2.4 Які основні чинники впливають на вибір того чи іншого способу зварювання для поновлення роботоздатності конструктивних елементів обладнання?

1.2.5 Які основні чинники впливають на зварюваність сталей, чавунів, алюмінію та його сплавів?

1.2.6 Перерахуйте обладнання, потрібне для виконання того чи іншого виду зварювальних робіт.

1.3 Література для самопідготовки

1. Рудик Ф.Я. Монтаж, експлуатація и ремонт оборудования перерабатывающих предприятий. / Ф.Я. Рудик. СПб.: ГИОРД. 2006 - 287 с.

2. Пучин Е.А. Технология ремонта машин / [Текст] Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очаковский и др. - М.: КолосС, 2007. - 488 с.

3. Храмов Н.В. Металлы и сварка (лекционный курс): Учебное пособие, / Н.В. Храмов, Тюмень: Изд. ТГУ, 2001. - 138 с.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

- відповісти на питання викладача, одержати допуск до роботи;
- ознайомитись з теоретичними відомостями про методи і інструментальне забезпечення зварювальних робіт, які застосовуються при відновленні роботоздатності вузлів та деталей обладнання галузі;
- ознайомитись з комплектацією робочого місця зварника та засобами охорони праці на ньому;
- розглянути конструкції, уявити принцип дії, характеристики установок, які застосовують для зварювальних робіт при ремонті обладнання;
- провести практичне зварювання натурних зразків елементів обладнання тим або іншим способом, змінюючи параметри джерела теплоти;
- дати рекомендації по придатності того чи іншого способу для усунення конкретних дефектів при відновленні деталей;
- зробити загальні висновки по роботі;
- відповісти на контрольні запитання;
- зарахувати лабораторну роботу у викладача.

2.2 Короткі відомості з теорії

2.2.1 Загальна класифікація процесів зварювання

У сучасній техніці застосовується величезна кількість способів одержання нероз'ємних з'єднань шляхом зварювання. Розробка нових і вдосконалення існуючих процесів відбувається і на цей день. Повна класифікація способів зварювання базується на безлічі ознак і особливостей, що часто притаманні як одному, так і кільком способам. Розглянемо загальну класифікацію, яка характеризує основні ознаки процесів зварювання металів.

Процеси зварювання поділені на три групи за такими ознаками:

- 1 Фізичні ознаки, що характеризують форму енергії, яка використовується для утворення з'єднання (рисунок 1);
- 2 Технічні, які поєднують способи захисту металу у зоні зварювання, безперервність та ступінь механізації зварювання;

3 Технологічні, які характеризують особливості кожного з видів та способів зварювання.

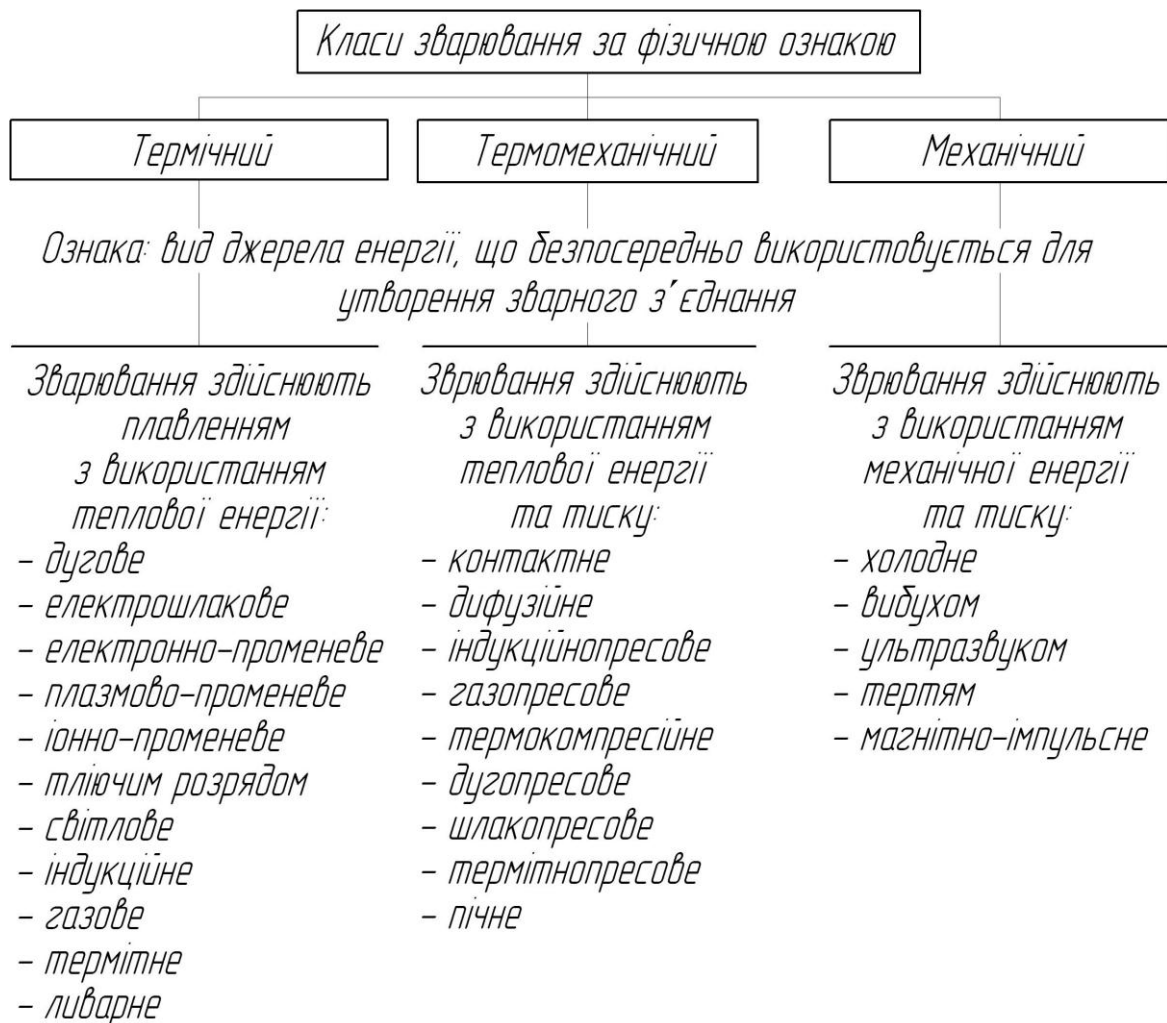


Рисунок 1 – Класи зварювання за фізичною ознакою

У ремонтному виробництві для відновлення сталевих деталей технологічного обладнання з наведених видів найбільш поширеними є процеси дугового та газового зварювання. В основному це ручні або ж напівавтоматичні способи.

Номенклатура дефектів, які усуваються за допомогою наведених видів зварювання – це усунення руйнувань (тріщин, полумок, розривів) в конструкціях рам, корпусних деталей та ємностей технологічного обладнання.

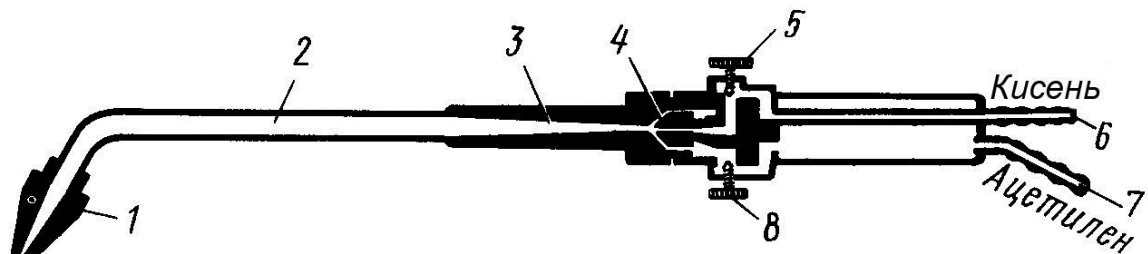
У деяких випадках використовують зварювальні пристрої для ручного наплавлення поверхонь деталей з метою збільшення їх розмірів, підвищення зносостійкості робочих поверхонь та кромek, тощо. Часто зварювальне обладнання при встановленні відповідних режимів застосовують для різання при видаленні дефектних та пошкоджених частин машини. Розглянемо більш детально ці способи.

2.2.2 Газове зварювання

Газове зварювання використовують при відновленні тонкостінних деталей з конструкційних сталей (труб, облицювань, баків, тощо).

За видом горючих компонентів процесу розрізняють гази: ацетилен, водень, пропан-бутан та рідини: гас і бензин. У якості окиснювача використовують кисень. Найбільше поширення одержали ацетиленокисневе і пропан-бутано-кисневе зварювання.

Зварювальне обладнання включає ацетиленовий генератор або балон, кисневий балон, редуктори балонні (кисневий та ацетиленовий), зварювальний пальник з набором змінних наконечників, шланги. Зварник працює у спецодязі, очі захищені темними окулярами.



1 - мундштук; 2 - трубка наконечника; 3 - змішувальна камера;
4 - інжектор; 5, 8 - вентиля; 6, 7 - ніпелі

Рисунок 2 – Схема пальника ацетиленокисневого зварювання

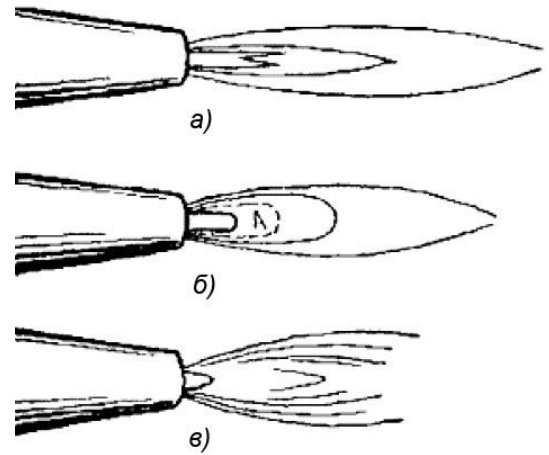
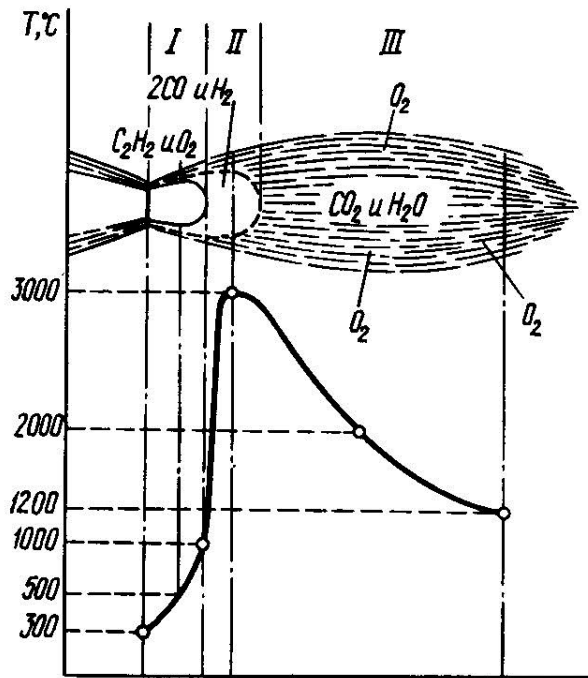
У залежності від потрібної теплової потужності полум'я пальники різних типів і марок комплектують змінними наконечниками (від чотирьох до дев'яти).

У залежності від співвідношення кисню та ацетилену в горючій суміші змінюється вид та характер полум'я (рисунок 3).

Найбільш раціональним є застосування нормального (відновлюючого) полум'я, яке підтримується при теоретичному співвідношенні газів $\beta = O_2/C_2H_2 = 1$, але внаслідок забрудненості кисню, цей вид полум'я практично виникає при $\beta = 1,1..1,3$. Нормальне полум'я сприяє розкисленню металу зварної ванни і одержанню якісного зварного шва, тому більшість металів і сплавів зварюють нормальним полум'ям.

Окиснююче полум'я утворюється при надлишку кисню $\beta \geq 1,3$, ядро його менше по довжині з недостатньо різким обрисом і більш бліде.

Температура дещо вища за нормальну, але таким полум'ям сталі зварювати не можна, тому що надлишок кисню приводить до окиснення розплавленого металу шва, а сам шов стає пористим і ламким.



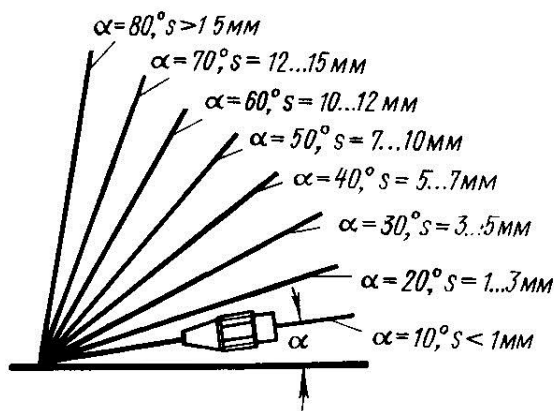
Види полум'я пальника

- а) насичуюче вуглецем;
- б) нормальне (відновлююче);
- в) окиснююче.

Рисунок 3 – Види полум'я і розподіл температури по його зонах

Насичуюче полум'я утворюється при надлишку ацетилену $\beta \leq 1,1$, який легко розкладається на вуглець і водень. Вуглець легко поглинається розплавленим металом шва і такий режим використовують для насичення вуглецем металу шва для компенсації вуглецю, що вигорів.

Регулювання зварювального полум'я оцінюють за його формою і кольо-



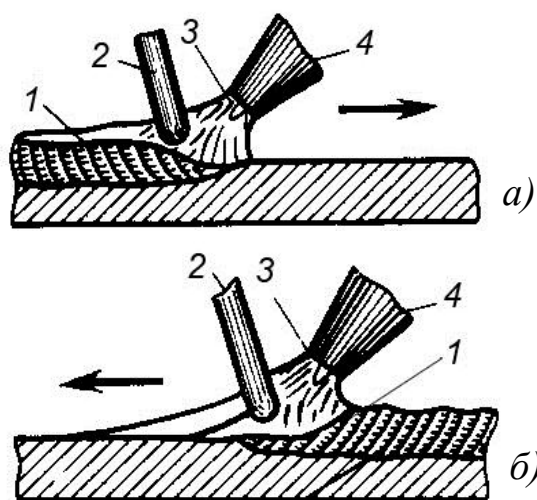
ром. Важливе значення має правильний вибір тиску кисню у відповідності до паспорта пальника і номера змінного наконечника. Характер полум'я вибирають у залежності від металу, що зварюється, наприклад, при зварюванні чавуну і наплавці твердими сплавами застосовують відновлююче, а при зварюванні латуні – окиснююче.

Рисунок 4 – Кут нахилу пальника в залежності від товщини кромок виробу

Положення пальника – кут нахилу його мундштука до поверхні металу залежить від товщини кромки виробу і теплопровідності металу. Чим товщий метал і чим більша його теплопровідність, тим кут нахилу мундштука більший (рисунок 4). На початку зварювання для швидкого та кращого прогріву металу встановлюють найбільший кут нахилу.

Потім у процесі зварювання цей кут зменшують до норми, а в кінці знову поступово зменшують, щоб краще заповнити кратер шва і попередити небажане перепалювання металу.

Розрізняють два основних способи газового зварювання: правий і лівий.



При правому способі (рисунок 5, а) процес зварювання проводиться зліва направо. Пальник 4 переміщується попереду присадкового прутка 2, а полум'я направлене на шов 1. Цим забезпечується надійний захист зварювальної ванни від дії атмосферного повітря та повільне охолодження шва. Такий спосіб дозволяє одержувати шви високої якості.

Рисунок 5 – Способи зварювання

При лівому способі пальник переміщується за присадковим прутком і полум'я підігріває кромки, які ще не зварені, готуючи їх до зварювання. Цей спосіб зменшує небезпеку перегріву шва і застосовується переважно для зварювання тонкостінних заготовок.

Низьковуглецеві сталі зварюються без особливих проблем, застосовують нормальне полум'я і присадковий пруток з зварювального дроту Св-08, Св-08А. Відповідальні конструкції з низьковуглецевих сталей зварюють з застосуванням низьколегованого дроту Св-08ГА, Св-10Г2, Св-08ГС, Св-08Г2С.

При зварюванні середньовуглецевих сталей можливе утворення у шві і зоні термічного впливу загартованих структур і тріщин.

Зварювання проводять при злегка насичуючому полум'ї, щоб запобігти вигорянню вуглецю. Рекомендують лівий спосіб, щоб знизити перегрів металу. При товщині більш 3 мм слід проводити попередній загальний підігрів до 250...300 °С або місцевий до 650...700 °С. Використовують вищенаведені марки дроту і дріт марки Св-12ГС.

Зварювання чавуну проводять як при загальному, так і місцевому нагріві. Присадкові прутки з чавуну марок ПЧ 1, ПЧ 2, ПЧ 3 і ПЧВ, флюс ФСЧ-1 (23% бури, 27% безводного вуглекислого натрію і 50% азотнокислого натрію) періодично підсипають у розплавлений шов. Полум'я нейтральне або з незначним надлишком ацетилену.

Газове зварювання алюмінію та його сплавів дає якісні результати при правильному виборі режимів і застосуванні флюсів. Кромки з'єднання та присадковий дріт попередньо очищують механічно і хімічно. Зварюють лівим способом нормальним полум'ям з невеликим надлишком ацетилену. Залишки флюсу та шлаки ретельно видаляють.

2.2.3 Дугове зварювання

Дугове зварювання класифікується за основними ознаками:

- за видом електрода (таким, що плавиться або не плавиться);
- за видом дуги (вільна або стиснена дуга);
- за характером дії дуги (прямої або побічної дії, трифазна дуга);

Електроди, що плавляться, підрозділяють на штучні, дротяні і стрічкові. Вони можуть бути як суцільного перерізу, так і порошкові. Електроди, що не плавляться – вольфрамові, вугільні і графітові.

Дугове зварювання проводять постійним струмом прямої (плюс на виріб, мінус на електрод) та зворотної полярності, перемінним струмом промислової і підвищеної частоти та пульсуючим струмом. При цьому зварювання може виконуватись як одним, двома, так і більшою кількістю електродів з роздільною або спільною подачею струму.

У ремонтному виробництві найбільше застосування одержали такі способи:

Ручне дугове зварювання проводиться двома способами: електродами, що не плавляться, і плавляться. За першим способом (рисунок 6, а) дуга 4, що збуджується між електродом 3 і виробом нагріває частини виробу і присадковий матеріал 2 до температури плавлення, які утворюють ванну розплавленого металу, який після затвердіння перетворюється у зварний шов.

Цей вид зварювання на даний час використовують для з'єднання кольорових металів та сплавів і наплавки твердих сплавів.

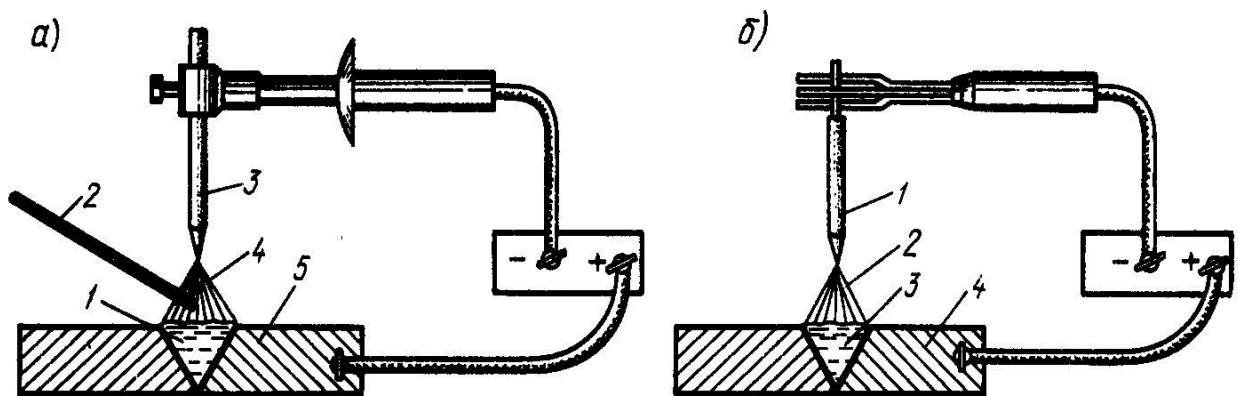
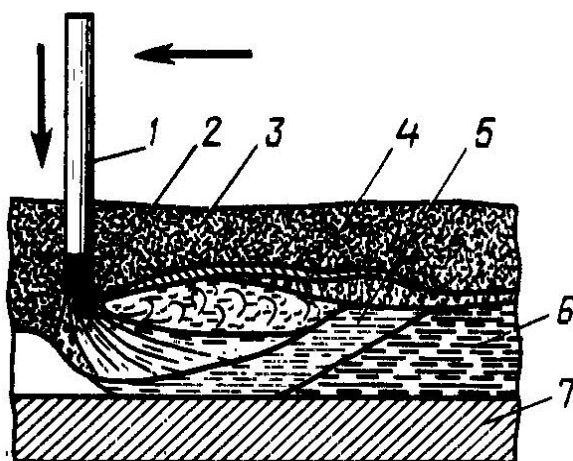


Рисунок 6 – Основні способи ручного дугового зварювання

Другий спосіб (рисунок 6, б) є основним способом ручного дугового зварювання. Електрична дуга збуджується між металевим електродом, що плавиться 1, і кромками виробу 4, який з'єднується.

Загальна ванна перетворюється у зварний шов 3.



Зварювання під шаром флюсу (рисунок 7) характеризується захистом рідкого металу ванни 5 від кисню і азоту повітря розплавленим шлаком 4, що утворився від плавлення флюсу 3, який подається у зону дуги.

Рисунок 7 – Зварювання під флюсом

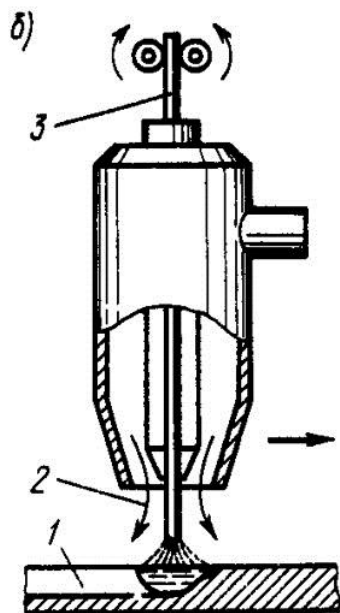
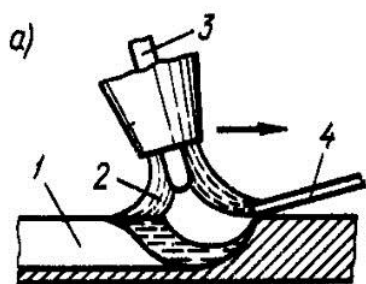
Після остигання шва кірка шлаку, яка утворилася на його поверхні, легко видаляється механічно. Зварний шов 6 має високу якість.

Основним недоліком даного способу є великі вкладення теплоти в тіло виробу 7, що суттєво обмежує використання способу для з'єднання тонкостінних виробів. Напівавтоматичне зварювання передбачає механізовану подачу електрода 1 (у виді дроту) в зону дуги, а автоматичне – механізовану подачу уздовж шва.

Дугове зварювання у середовищі захисного газу може виконуватись електродами 3, що не плавиться (рисунки 8 а) і електродами 3, що плавиться (рисунки 8, б).

У першому випадку зварювальний шов утворюється за рахунок оплавлення кромки виробу, що з'єднується (при необхідності в зону подається присадковий матеріал).

У другому випадку в зону дії дуги подається електродний дріт 3, який, розплавляючись бере участь у формуванні шва.



Запобігає окисненню та азотуванню розплавленого металу струмінь захисного газу 2, який відтісняє атмосферне повітря від зони дії дуги. У якості захисного газового середовища найчастіше використовуються інертні гази аргон і гелій, а також вуглекислий газ (зварювальна вуглекислота).

При відновленні деталей електрозварюванням для одержання якісного зварного з'єднання або наплавленого шару важливе значення має правильний вибір електрода і дотримання технології зварювання. Вибір електрода залежить від характеру дефекту, що усувається, марки сталі, з якої виготовлена деталь, вимог до зварного шва.

Рисунок 8 – Схеми зварювання у середовищі захисних газів.

У ремонтному виробництві при заварюванні тріщин або полумок використовують зварювальні електроди загального призначення.

Стержні електродів виготовляють з дроту Св-08 діаметром від 1,6 до 15 мм. Покриття електродів крім компонентів, що стабілізують горіння дуги,

включають захисні шлако- та газоутворюючі, розкиснюючі, а інколи легуючі елементи, що поліпшують якість зварного шва.

Як відомо, за зварюваністю сталі поділяють на чотири групи: добре зварювані – сталі з невеликим вмістом вуглецю (до 0,3 %), задовільно зварювані (0,3...0,4 % С), обмежено зварювані (0,45...0,50 % С) та погано зварювані з вмістом вуглецю більш ніж 0,55 %.

Для кожної з вказаних груп сталей підбирають відповідні марки електродів, умовні позначення яких досить складні і включають у себе велику кількість характеристик і показників.

Наприклад, для зварювання легованих теплотривких сталей можна застосовувати наступну марку електрода:

Э-09Х1 МФ-ЦЛЗ9-4, 0-ТГ)/(Е-Е- 27 - Б20) ГОСТ 9466-75, ГОСТ 9467-75.

Розшифрування: тип Э-09Х1МФ ГОСТ 9467; марки ЦЛЗ9, діаметром 4 мм; для зварювання вуглецевих і низьколегованих сталей (Т); з особливо товстим покриттям (Г); характеристики наплавленого металу і металу шва - (27); з основним покриттям (Б); для зварювання у всіх просторових положеннях, крім зверху вниз (2) на постійному струмі зворотної полярності (0).

Діаметр електрода приймається у залежності від товщини листового матеріалу або стінки виробу.

Полярність постійного струму приймають у залежності від характеристик деталі, що відновлюється. Масивні деталі зварюють або на перемінному струмі, або на постійному прямої полярності („+“ на деталь), вибираючи відповідну марку електрода, тому що на „+“ температура на 500...600 °С вища ніж на „-“. Тонкостінні деталі зварюють струмом зворотної полярності.

За вибраним діаметром електрода встановлюють значення зварювального струму. Звичайно для кожної марки електродів значення струму вказане на заводській етикетці.

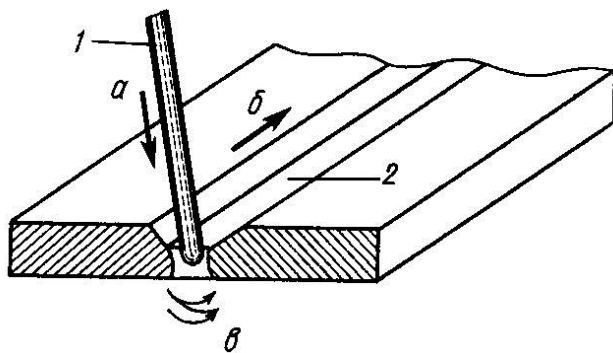
Також силу зварювального струму можна визначити за формулами:

$$I = (40...50)d_e \text{ при } d_e = 4...6 \text{ мм};$$

$$I = (20 + 6d_e)d_e \text{ при } d_e < 4 \text{ мм і } d_e > 6 \text{ мм.}$$

Одержане значення зварювального струму коректують, враховуючи товщину металу і положення зварного шва. При товщині кромки ($1,3...1,6$) d_e розрахункове значення струму зменшують на $10...15$ %, при товщині кромки більше $3d_e$ – збільшують на $10...15$ %. Зварювання вертикальних і стельових швів виконують струмом на $10...15$ % меншим ніж розрахунковий.

У процесі зварювання електрод здійснює наступні рухи (рисунок 9, *a*) – у напрямі осі електрода 1 у зону дуги (швидкість переміщення повинна відповідати швидкості плавлення електрода для підтримання постійної довжини дуги; *рух б* – уздовж лінії зварного шва 2. При великій швидкості переміщення



метал електрода може не встигати з'єднуватися з основним металом (непровар), а при малій – можливі перегрів і згоряння металу шва. Шов стає широким і товстим, продуктивність зварювання знижується.

Рисунок 9 – Рухи електрода

Рух *в* – поперечні коливання застосовують для одержання валика шириною $3...4 d_e$. Подібні коливання уповільнюють остигання металу, полегшують вихід газів та шлаків, сприяють найкращому сплавленню основного і електродного металу та одержанню якісного шва. Кратер, що утворюється у кінці валика, необхідно ретельно заварити.

Техніка виконання зварних швів залежить від виду і просторового положення шва (рисунок 10).

Нижні шви найбільш зручні для виконання, тому треба, по можливості, вести зварювання у нижньому положенні. Кутіві шви краще виконувати у положенні „човник“ (рисунок 10, *a*). Зварювання слід починати з поверхні нижньої кромки і потім переходити на вертикальну кромку (рисунок 10, *б*).

Вертикальні шви менш зручні для зварювання, тому їх потрібно виконувати короткою дугою знизу догори (рисунок 10, *в*), при цьому краплі металу легше переходять у шов, а поличка, яка утворюється, утримує краплі від стікання донизу.

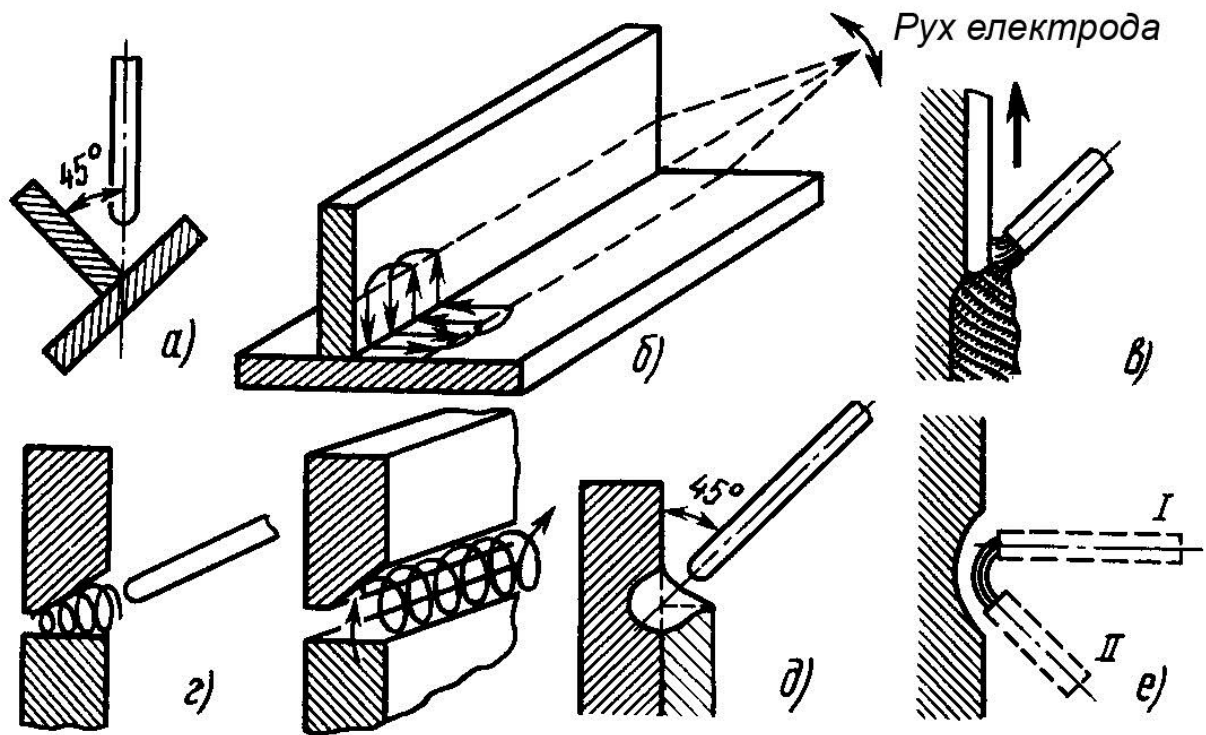


Рисунок 10 – Види просторового положення зварних швів

Можна також вести зварювання і зверху донизу, але при цьому дугу запалюють при положенні електрода, перпендикулярному площині виробу (положення I рисунок 10 e). Після утворення перших крапель електрод нахиляють вниз до положення II.

Горизонтальні шви – для їх виконання підготовлюють кромки з одним ско- сом верхнього листа (рисунок 10 з), дугу запалюють на нижній кромці і пере- водять на поверхню скосу. Горизонтальні шви „внахліст“ більш зручні, тому що нижня кромка утворює полицку, яка утримує краплі металу шва (рисунок 10, д).

Стельові зварні шви – найбільш важкі для їх виконання і потребують висо- кої кваліфікації зварника. Застосовують електроди діаметром не більш 5 мм при зменшеному значенні зварювального струму. Дуга повинна бути по можливості дуже короткою для полегшення переходу крапель металу електрода в кратер шва.

У ремонтному виробництві ручне дугове зварювання використовується, в основному, для заварювання тріщин у сталевих рамних несучих конструкціях обладнання, тріщин у корпусних деталях, заварювання пошкоджених шпонко- вих пазів, відновлення шліців.

Зварювання чавунних деталей пов'язане з значними труднощами. З-за швидкого охолодження шва відбувається відбілювання чавуну, тобто значна частина вуглецю не встигає виділитися у виді графіту і чавун кристалізується у виді білого чавуну – цементиту (Fe_3C).

Нерівномірність нагріву і охолодження деталі при зварюванні, різниця коефіцієнтів усадки матеріалу деталі та зварювального шва створюють значні внутрішні напруження, які є причиною для утворення нових тріщин у процесі зварювання і після нього.

Внаслідок вигорання вуглецю і кремнію шов виходить пористим і забрудненим неметалічними включеннями.

Підготовка до зварювання починається з виявлення дефектних ділянок і границь тріщин. Кінці тріщин засвердлюють свердлом діаметром 3...4 мм, поверхню металу навколо тріщини зачищають до блиску.

Основними методами усунення тріщин у чавунних деталях є гаряче і холодне зварювання.

При гарячому зварюванні деталь нагрівають у печі до 650...700°C і поміщають у спеціальний термос, обладнаний відповідними люками, через які і проводять зварювання. Заварюють тріщину електродами ОЗЧ-1, МНЧ-1, МНЧ-2, ПАНЧ-11 та ін. з чавунних прутків з покриттям, значну частку якого (до 40...50%) складає графіт.

Після зварювання проводять відпал при 600...650°C і повільно охолоджують зі швидкістю 50...100 °C/год.

Подібне зварювання дозволяє одержувати міцний, щільний і однорідний з металом деталі шов. Недоліки – у складності обладнання, малій продуктивності, високій вартості відновлення деталей.

Холодне зварювання рекомендують вести на заниженому значенні постійного струму $I = (25...30)d_e$ і зворотній полярності, застосовуючи електроди діаметром 3...4 мм врозкид короткими швами з проміжним охолодженням до 50...60 °C. Такий спосіб називають методом відпалюючих валиків.

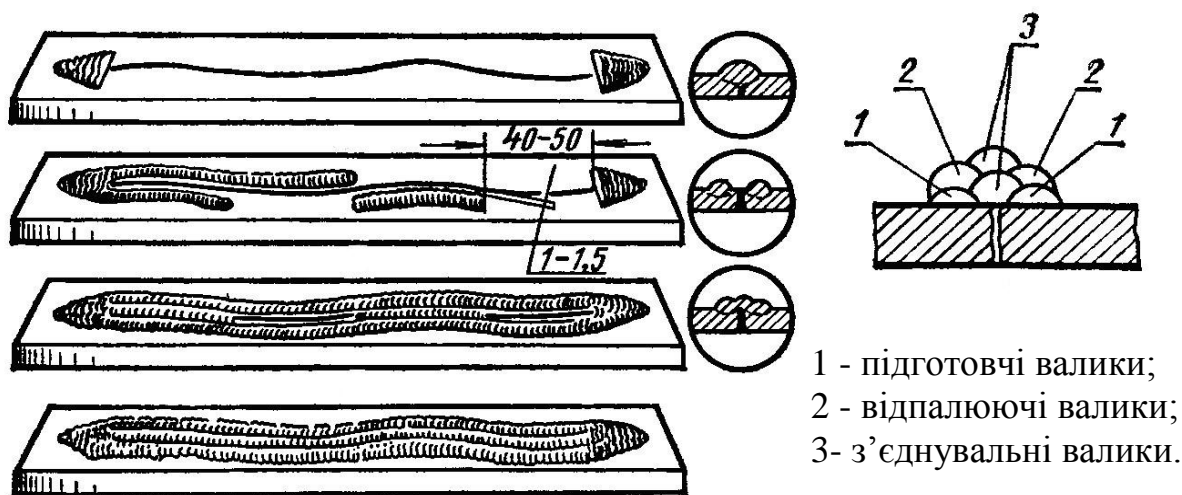


Рисунок 11 – Заварювання тріщини методом відпалюючих валиків

Зварювання у середовищі вуглекислого газу проводять практично в усіх просторових положеннях дуги. Процес застосовує постійний струм зворотної полярності. Перед зварюванням кромки виробу повинні бути ретельно очищені від бруду, фарби, оксидної плівки та окалини. Найкращі результати дає зварювання при великій щільності струму не менш ніж 80 А/мм^2 .

Часто використовується електродний дріт з низьковуглецевої сталі марки

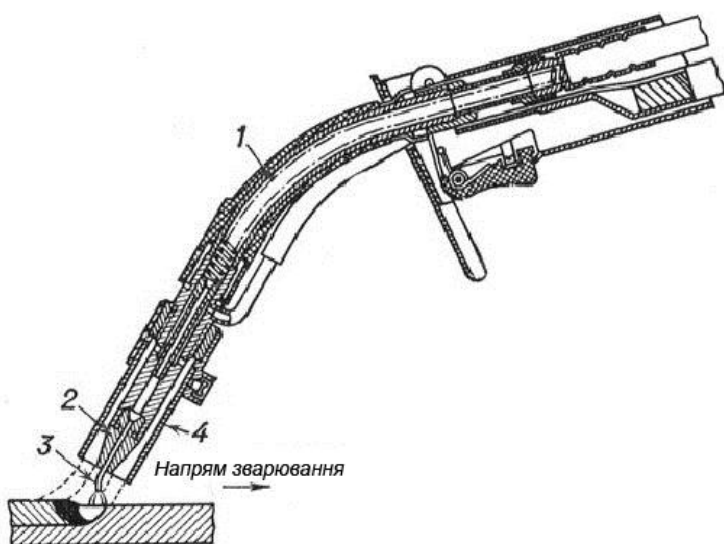


Рисунок 12 – Пальник для зварювання у CO_2

1 - гнучкий шланг; 2 - наконечник; 3 - дріт; 4 – сопло.

Величина зварювального струму установлюється залежно від обраного діаметра електродного дроту. Основні режими зварювання напівавтоматом у середовищі CO_2 наведені в таблиці 1.

Св-08ГС, Св-08Г2С діаметром 0,8...2,0 мм (діаметр дроту вибирають залежно від товщини металу, що зварюється). Звичайно застосовують напівавтомати різних конструкцій з механічною подачею електрода, пальник одного з них показаний на рисунку 12.

Таблиця 1 – Режими зварювання у середовищі вуглекислого газу

Товщина металу, мм	Діаметр дроту, мм	Сила струму, А	Напруга дуги, В	Швидкість подачі дроту, м/год.	Витрати газу, л/хв.	Виліт дроту, мм
1,5	0,8...1,0	95...125	19...20	150...220	6...7	6...10
1,5	1,2	130...150	20...21	150...200		10...13
2,0	1,2	130...170	21...21,5	150...250		
3,0	1,2...1,4	200...300	22...25	380...490	8...11	10...20
4...5	1,2...1,6		25...30	490...680	11...16	
6 і більш	1,2...1,6					

Зі збільшенням сили зварювального струму збільшується глибина провару і підвищується продуктивність процесу зварювання. Напруга дуги залежить від довжини дуги. Чим довша дуга, тим більша напруга на ній. Зі збільшенням напруги дуги збільшується ширина шва і зменшується глибина його провару. Напруга дуги встановлюється залежно від вибраної сили зварювального струму.

Аргоно-дугове зварювання ведеться на постійному і перемінному струмі. Установки для ручного зварювання неплавким і плавким електродами (рисунок 13) складаються з зварювального генератора або випрямляча 1, баластного реостата 2, газоелектричного пальника 3, балона з редуктором для газу та контрольних приладів (амперметра, вольтметра, витратоміра газу).

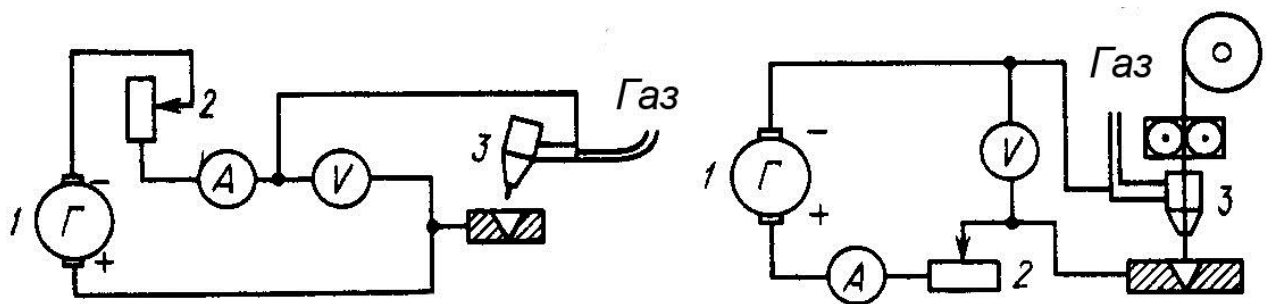
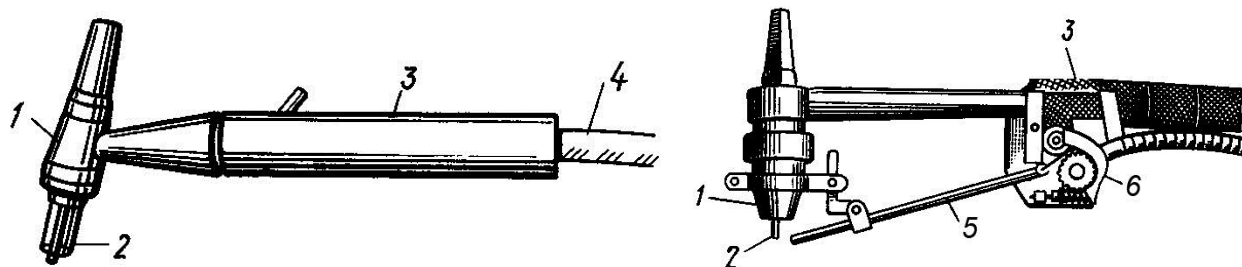


Рисунок 13 – Схеми установок для аргоно-дугового зварювання

На рисунку 14 показані пальники для аргоно-дугового зварювання неплавким вольфрамовим електродом, перший пальник розрахований на ручну подачу присадкового прутка в зону дуги, а другий забезпечує механічну подачу зварювального дроту.



1 - корпус; 2 - вольфрамовий електрод; 3 - ручка; 4 - шланг електрогазовий;
5 - напрямна; 6 - механізм подачі дроту.

Рисунок 14 – Пальники для аргано-дугового зварювання

Найбільше застосування аргано-дуговий спосіб одержав при зварюванні алюмінію та його сплавів. Процес протікає без використання складних флюсів і допоміжних речовин.

Алюміній зварюють постійним струмом зворотної полярності (можна і перемінним струмом) з обов'язковим застосуванням осцилятора (приладу, що підтримує горіння дуги). При товщині кромки до 6 мм використовують електроди діаметром до 4 мм.

Величину струму визначають з розрахунку **30...45** А на 1 мм діаметра електрода, витрати аргону становлять від **6** до **15** л/хв. Зварюють при мінімальній довжині дуги (менш ніж 2 мм), що забезпечує енергійне руйнування оксидної плівки внаслідок катодного розпилення і покращені умови захисту зони горіння дуги аргоном.

2.3 Обладнання робочих місць

Для кожної ланки (бригади) студентів передбачається два робочих місця: учбове – для виконання розрахунків, роботи з літературою, оформлення документів і спеціалізоване – для виконання технологічних операцій. Роботи виконуються на зварювальному столі, оснащеному відповідним обладнанням та захисними пристроями.

Комплект документів і наочних посібників включає: методичні вказівки, плакати, опис комплектності робочого місця, правила техніки безпеки.



а) зварювальний шліл; б) джерело живлення; в) балон з вуглекислотою
 Рисунок 15 – Фото поста для зварювання у середовищі CO₂

2.4 Вимоги безпеки

При проведенні роботи слід чітко додержуватись загальної інструкції з охорони праці (с. 7). Додаткові вимоги безпеки при проведенні роботи:

- під час усунення дефектів важких та габаритних деталей надійно їх кріпити на робочому місці зварювальника;
- операції по зварюванню проводити під пильним наглядом лаборанта, при роботі удвох не заважати один одному.

2.5 Вказівки по виконанню роботи

2.5.1 Прочитати теоретичний розділ 2.2, систематизувати знання по методах і засобах проведення зварювальних робіт.

2.5.2 Ознайомитись з програмою роботи, одержати завдання на усунення дефектів конкретних деталей та натурних зразків.

2.5.3 Розглянути та оцінити дефекти представленого зразка, проаналізувати ймовірні способи усунення кожного з них, вибрати найбільш раціональний спосіб.

2.5.4 Визначити і прийняти певний діапазон режимів, у яких можливе успішне виконання операції зварювання .

2.5.5 Провести підготовчі роботи, необхідні для вибраного способу усунення дефекту зварюванням.

2.5.6 Провести зварювальні роботи, змінюючи ступінчасто режими зварювання у попередньо вибраному діапазоні режимів (не менш ніж 3...4 змінень).

2.5.7 Провести огляд, необхідні виміри одержаних зварних швів, визначити раціональний режим зварювання.

2.5.8 Привести лабораторне обладнання у порядок, здати робоче місце.

2.5.9 Оформити звіт з лабораторної роботи.

2.5.10 Пред'явити викладачеві оформлений звіт, пояснити результати, отримані при виконанні роботи.

3 ЗВІТНІСТЬ ПО РОБОТІ:

Згідно з загальними вимогами (с. 6).

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1 За якими ознаками можна класифікувати способи зварювання?

2 Перерахуйте основні дефекти деталей технологічного обладнання, які можуть бути усунені завдяки застосуванню методів зварювання.

3 Які основні способи зварювання застосовують при ремонті технологічного обладнання галузі?

4 За якими показниками оцінюють зварюваність сталей та інших сплавів на основі заліза?

5 Для усунення якої номенклатури дефектів застосовують методи газового зварювання? Приведіть приклади.

6 Для усунення якої номенклатури дефектів застосовують методи дугового зварювання? Приведіть приклади.

7 Які горючі речовини застосовують для газового зварювання?

8 За якими параметрами розрізняють види зварювального полум'я при газовому зварюванні?

9 Переваги та недоліки газового зварювання.

10 Які способи дугового зварювання ви знаєте, які з них є традиційними в ремонтному виробництві?

11 Дайте порівняльну характеристику основних методів зварювання чавуну.

12 Дайте порівняльну характеристику основних методів зварювання алюмінію та його сплавів.

13 Назвіть основні переваги і недоліки зварювання під шаром флюсу.

14 Переваги та недоліки зварювання у середовищі CO₂ і аргону.

5 ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ

1 Надлишок якого газу потрібен для формування окиснюючого полум'я при газовому зварюванні.

1 Кисню; 2 Ацетилену; 2 Азоту; 4 Аргону.

2 Якщо при дуговому зварюванні постійним струмом деталь з'єднують з клемою „+“, а електрод з „-“, то таку полярність називають...:

1 ...зворотною; 2 ...прямою; 3 ...позитивною; 4 ...негативною.

3 При гарячому зварюванні чавуну деталь нагрівають до...:

1 150...200 °C; 2 400...500 °C; 1 650...700 °C; 1 1150...1200 °C.

4 Яку величину наплавленого шару можна одержати способом наплавки під шаром флюсу?

1 0,1...0,3 мм; 0,3...0,5 мм; 0,5...1,0 мм; 1,5...3 мм.

5 Виконання яких зварних швів (по просторовому положенню) потребує найбільш високу кваліфікацію зварювальника?

1 Горизонтальних; 2 Вертикальних; 3 Бокових; 4 Стельових.

6 Силу зварювального струму при ручному зварюванні електродом $d_e = 4...6$ мм можна визначити за формулою:

1 $I = (10...20)d_e$; 2 $I = (20...30)d_e$; 3 $I = (40...50)d_e$; 4 $I = (60...70)d_e$.

7 Який фактор є найбільш впливовим при виборі діаметра електрода при ручному дуговому зварюванні?

1 Матеріал об'єктів зварювання; 2 Полярність струму;
2 Товщина матеріалу, що зварюється; 4 Матеріал електрода.

8 Яку полярність струму застосовують при дуговому зварюванні алюмінію у середовищі аргону?

1 Пряму; 2 Зворотну; 3 Позитивну; 4 Негативну.

9 У процесі дугового зварювання низьковуглецеві сталі зварюються:

1 ...добре; 2 ...погано; 3 ...задовільно; 4 ...не зварюються.

10 Які функції виконує CO_2 при зварюванні в його середовищі?

1 Підтримує горіння дуги; 2 Захищає дугу і шов від газів повітря;
3 Іонізує дуговий проміжок; 4 Зменшує теплові вкладення у деталь.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ульман И.Е. Ремонт машин / [Текст] И.Е. Ульман, Г.А. Тонн, И.М. Герштейн и др. - М.: Колос, 1982. - 446 с.

2. Чебан В.А. Сварочные работы: учеб. пособие / В.А. Чебан. - Ростов на Дону: Феникс, 2006. - 412 с.

3. Геворкян В. Г. Основы сварочного дела. / В.Г. Геворкян. - М.: Высш. школа, 2001. - 168 с.

4. Колганов Л.А. Сварочное производство. Учебное пособие. / Л.А. Колганов. Ростов н/Д: Феникс, 2002, - 512 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА
МЕТОДИ ОБРОБКИ ТИСКОМ ПРИ РЕМОНТІ ОБЛАДНАННЯ
(Ковальські та пресові роботи)

МЕТА РОБОТИ: Закріплення знань по застосуванню ковальських методів при відновленні деталей технологічного обладнання галузі. Одержання практичних навичок та прийомів ручних ковальських робіт.

Час проведення лабораторної роботи: 2 год.

1 ВКАЗІВКИ З ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Під час підготовки до роботи проглянути конспект лекцій, учбову літературу та систематизувати об'єм знань з основних положень про проведення ковальських та пресових робіт. Усвідомити, які основні способи, прийоми, інструмент застосовують для виконання цих видів заготівельних та відновлювальних робіт.

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Перерахуйте основні види робіт, які можна проводити у ковальському відділенні ремонтного підрозділу підприємства.

1.2.2 Які основні види дефектів деталей технологічного обладнання усуваються за допомогою ковальських робіт?

1.2.3 Наведіть типові дефекти вузлів та деталей обладнання, які усувають за допомогою пресових робіт.

1.2.4 Які конструкційні матеріали звичайно застосовують для виконання ковальських робіт?

1.2.5 Назвіть основні операції ковальських робіт, які використовують у ремонтному процесі.

1.2.6 Перерахуйте основне і допоміжне обладнання, потрібне для виконання того чи іншого виду ковальських робіт.

1.3 Література для самопідготовки

1. Пучин Е.А. Технология ремонта машин / [Текст] Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очаковский и др. - М.: КолосС, 2007. - 488 с.
2. Шмаков В.Г. Кузница в современном хозяйстве. / В.Г. Шмаков. - М.: Машиностроение 1990. - 288 с.
3. Ухин С.В. Кузнечное дело. / С.В. Ухин. Донецк: „Сталкер“, 2004, - 79 с.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

- відповісти на питання викладача, одержати допуск до роботи;
- ознайомитись з теоретичними відомостями про методи і інструментальне забезпечення ковальських та пресових робіт при відновленні роботоздатності вузлів та деталей обладнання;
- розглянути конструкції обладнання, пристосувань та інструменту, які використовують при проведенні основних ковальських операцій у процесі ремонту обладнання;
- розглянути конструкції обладнання для проведення робіт по холодному деформуванню деталей машин;
- провести практичне відпрацювання ковальських прийомів по гарячому деформуванню натурних зразків деталей, вивчаючи одночасно вплив температури нагріву на ступінь деформування;
- провести практичні операції по холодному деформуванню при усуненні дефектів деталі, пов'язаних з втратою її форми.
- дати рекомендації по придатності того чи іншого способу для усунення конкретних дефектів при відновленні деталей;
- зробити загальні висновки по роботі;
- відповісти на контрольні запитання;
- зарахувати лабораторну роботу у викладача.

2.2 Короткі відомості з теорії

2.2.1 Загальні відомості про обробку тиском

Обробкою деталей тиском називають групу технологічних операцій, у результаті яких під впливом прикладених зовнішніх зусиль відбувається змінення форми заготовок без порушення їх суцільності.

Основною ознакою обробки тиском є пластичне деформування металу, що обробляється, у результаті якого змінюється не тільки форма і розміри заготовки, але й вихідні властивості металу.

У сучасній техніці застосовують шість основних видів обробки тиском: прокатку, пресування, волочіння, кування, об'ємне штампування, листове штампування (рисунок 1).

При **прокатці** деформацію металу проводять за допомогою валків 2, що обертаються. Заготовка 1 втягується у зазор між валками, деформується ними і набуває потрібну форму перерізу. При прокатці площа поперечного перерізу заготовки зменшується, а довжина збільшується.

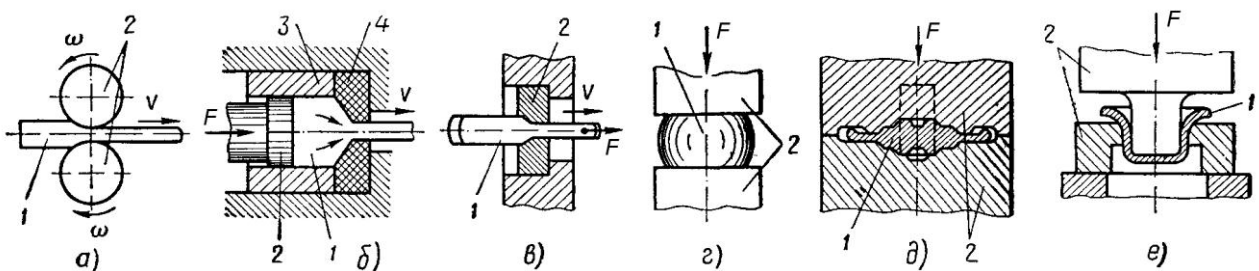


Рисунок 1 – Види обробки металів тиском

- а) - прокатка; б) - пресування; в) - волочіння; г) - кування;
д) - об'ємне штампування; е) - листове штампування.

Пресування полягає у видавлюванні заготовки 1 пуансоном 2 через матрицю 4 з отвором, який по формі відповідає потрібному профілю. Пресуванням виготовляють прості і складні, суцільні та пустотілі профілі.

Волочінням одержують дрід, високоякісні тонкостінні труби та інші пустотілі профілі, калібровані прутки. Цей вид обробки полягає у протягуванні заготовки 1 через отвір у волоці 2. При волочінні зменшується площа поперечного перерізу і збільшується довжина, в процесі досягається висока точність та якісна шорсткість поверхонь.

Кування – це вид обробки тиском, при якому заготовка 1 деформується універсальними інструментами 2 достатньо простої форми, наприклад, плоскими бойками. Нагріту до кувальної температури заготовку встановлюють на нижній бойок, ударами верхнього бойка її деформують до потрібних розмірів. Невеликі поковки виготовляють ручним, великі – машинним куванням.

Об'ємне штампування полягає у деформуванні заготовки 1 у порожнині між двома половинами штампу 2. Форма порожнини відповідає формі майбутньої поковки, що забезпечує високу її точність. Об'ємне штампування здійснюють на молотах, пресах та на спеціалізованих штампувальних машинах.

Листове штампування характеризується тим, що в якості вихідної заготовки 1 використовують лист, полосу, стрічку, яку деформують у спеціальному інструменті – штампі 2, який складається з пуансону та матриці. Штампування проводять на кривошипних, листоштампувальних, рідше на гідравлічних пресах, у більшості штампування проводиться без нагріву металу.

У ремонтному виробництві частка загальної трудомісткості, яка припадає на виконання робіт, пов'язаних з обробкою тиском, у залежності від виду обладнання, яке ремонтується, складає від 5 до 10%.

Холодне та гаряче деформування застосовують також для змінення розмірів зношених елементів деталей перед їх механічною обробкою з метою відновлення номінальних розмірів.

2.2.2 Характеристика ковальських робіт

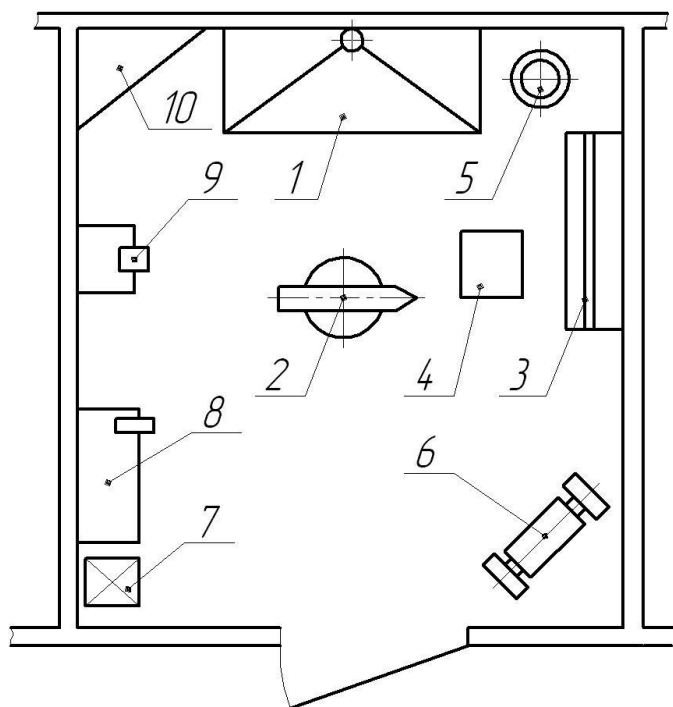
У ремонтних службах переробних підприємств, як правило, організують ковальсько-зварювальні, ковальсько-пресові або ковальсько-зварювально-слюсарні виробничі дільниці. На них проводяться роботи по усуненню дефектів, пов'язаних з втратою первісної форми деталі (внаслідок згину та закручування вала, згин, перекошування та скручування елементів несучих металоконструкцій, рам, тощо), змінення розмірів внаслідок зносу. Крім вказаного, на ковальсько-слюсарній дільниці можна виготовляти заготовки деталей та проводити термообробку.

Для ковальських робіт характерним є вільне або майже вільне перетікання металу в напрямі, перпендикулярному до напрямку руху інструмента. Куванням можна одержувати заготовки практично з усіх сталей та сплавів, що здатні деформуватись.

Розглянемо засоби та способи ручного кування.

Ручне кування виконується безпосередньо ударами молотів коваля і його помічників молотобійців вручну, без застосування ковальських машин. Метал нагрітої заготовки, покладеної на ковадло, переміщується (тече) під ударами **ручника** (малого молота) і великого молота (**кувалди**). Удари наносять безпосередньо по поверхні заготовки або по поверхні підкладного інструмента.

План типової ковальсько-слюсарної дільниці ремонтної служби невеликого переробного підприємства показаний на рисунку 2.



Основним обладнанням дільниці є джерело теплоти для нагріву заготовок – ковальське горно 1 і опорний інструмент – ковадло 2. Ударний та допоміжний інструмент різного виду та форми розташовується на стелажі (стійці для інструменту) 3.

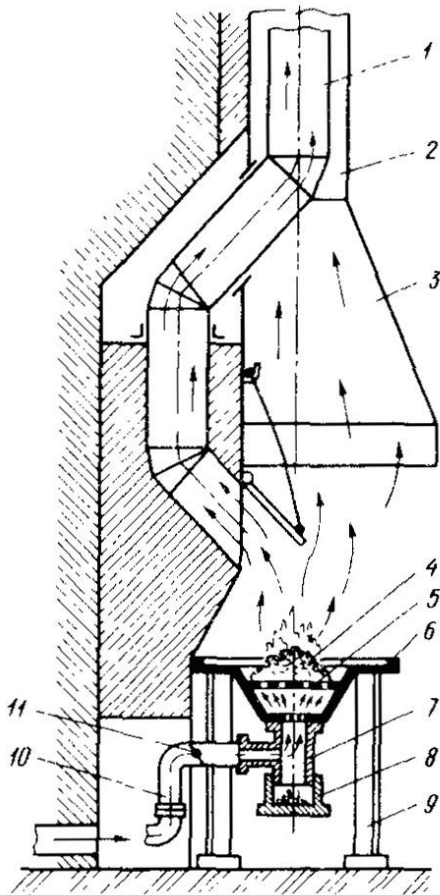
Для проміжного розміщення інструменту та деталей передбачений пересувний столик 4.

Рисунок 2 – План ковальської дільниці

На дільниці розташовують також ємність для води 5, електричне точило 6 з набором кругів, зварювальний апарат 7, слюсарний верстак 8, стільцеві лещата 9 і ящик для вугілля 10 (якщо горно працює на вугіллі).

Часто дільницю укомплектовують гідравлічним пресом (зусиллям не менш 50 кН (5 т), пристосуваннями для правки, свердлильним верстатом, ваннами для термообробки, тощо.

Горно служить для розігріву заготовки; його слід встановлювати так, щоб для зручності в роботі до нього був доступ з трьох сторін. Існує багато конструкцій: стаціонарні і переносні, відкритого і закритого типу, на твердому, газоподібному, або рідкому паливі та ін.



На рисунку 3 показана конструкція стаціонарного відкритого горна, виготовленого з цегли і металу. Чавунна горнова чаша 6 з колосниковою решіткою 5 і фурма 7 з кришкою 8 кріпляться на зварній сталевій рамі 9. Повітря від вентилятора подається через фурму в вогнище горна по трубопроводу 10 і регулюється заслінкою 11. Паливо (вугілля) 4 закладають на чавунну решітку, основна частина його продуктів горіння видаляється через внутрішню трубу 1. Решта диму вловлюється зонтом 3 і видаляється через зовнішню трубу 2. Тверді продукти згоряння (зола і шлак), що просипалися через решітку, накопичуються на кришці 8, яку при необхідності відкривають і очищують від відходів.

Рисунок 3 – Стаціонарне горно

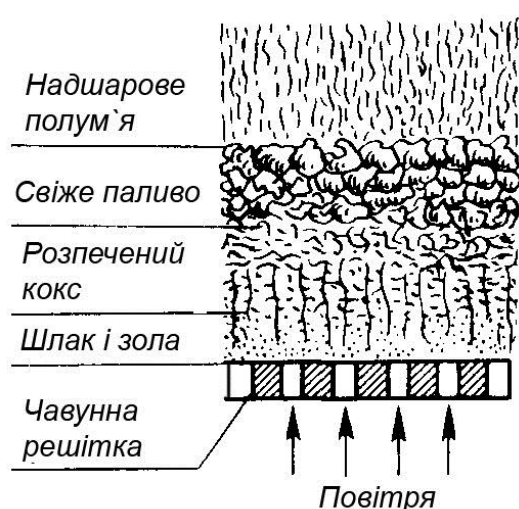
Для підвищення продуктивності горна інколи на рамі встановлюють два або три джерела вогню. Таке горно називають багатомісним.

Переносне горно має більш спрощену і легшу конструкцію самого горна і димоходів (на відкритому майданчику обходяться і без них) та вентилятор, що приводиться у рух мускульною силою робітника рукою – (міхи) або ногою (педальний механізм).

Основне паливо – кам'яне вугілля марки К або ПЖ (напівжирне), що характеризується малим вмістом сірки, яка при високому нагріві переходить у верхні шари металу заготовки, що нагрівається, і знижує його механічні властивості. Для запобігання цьому заготовку закладають у горно тоді, коли вогонь повністю розгориться і сірка вигорить.

При сталому режимі горіння шар вогняної суміші поділяється на три зони (рисунок 4). У верхній свіже вугілля підігрівається під дією гарячих газів, які проходять крізь нього, і волога з вугілля випаровується.

При нагріві паливо розпадається на летючі горючі речовини і кокс. Летючі



речовини згоряють, утворюючи над шаром палива полум'я, а кокс горить з утворенням вуглекислого газу ($C + O_2 = CO_2$).

У верхній зоні палива з вуглекислого газу під дією високої температури відновлюється оксид вуглецю – угарний газ CO ($CO_2 + C = 2CO$), який догоряє над шаром палива ($2CO + O_2 = 2CO_2$).

Рисунок 4 – Зони горіння у горні

Заготовку, що нагрівається, або її частину поміщають у гаряче вугілля, а зверху насипають свіже, яке, спікаючись над заготовкою, утворює склепіння, під яким розвивається достатньо висока температура; регулюють температуру зміненням інтенсивності дуття вентилятора.

Вибір режиму нагріву полягає у обґрунтованому виборі температури нагріву заготовки з урахуванням температурного інтервалу її обробки, а також визначенню тривалості нагріву. Нижня границя температурного інтервалу повинна перевищувати 725 °С, верхня повинна бути на $100...150$ °С нижчою за температуру плавлення. Для більшості марок сталі кувальна температура складає $1200...1250$ °С. При нагріві до більш високих температур у металі з'являються два види дефектів – перегрів і перепалювання. При перегріві збільшуються розміри зерен, зменшується пластичність матеріалу, погіршуються його механічні властивості, цей дефект усувається додатковим куванням або термообробкою. Нагрів до $1350...1400$ °С веде до невиправного браку – перепалювання, коли метал окислюється по границях зерен, зв'язок між зернами порушується і метал при куванні руйнується.

Крім горнів нагрів може здійснюватися у печах різних конструкцій та в електронагрівальних пристроях.

Температуру вимірюють за допомогою спеціальних приладів – пірометрів або ж візуально за кольором розжарювання (додаток А). Пірометри поділяють на термоелектричні (термопарні), оптичні, радіційні (ардометри), фотоелектричні.

2.2.3 Ковальський інструмент

Інструмент, що використовується при куванні, поділяють на основний, допоміжний і контрольно-вимірювальний.

До основного інструменту відносять опорний, ударний і підкладний.

При ручному куванні основним опорним інструментом є *ковадло* – масивна опора великої маси специфічної форми, на якій виконують практично усі ковальські операції (рисунок 5).

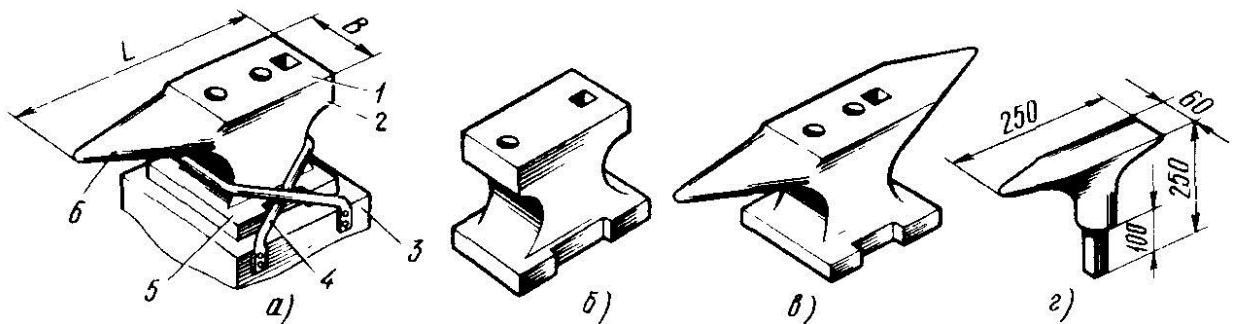


Рисунок 5 – Опорний інструмент (ковадла) для ручного кування

а) - однороге; б) - безроге; в) - двороге; г) – шперак.

Однороге ковадло (найбільш розповсюджене і універсальне) має наступні робочі поверхні: наличник 1, хвіст 2 і ріг 6. Наличник чисто оброблений і загартований до НВ 340...477, на ньому розташовані три отвори – два круглих діаметром 15 мм для пробивання отворів і квадратне 35×35 для встановлення у нього підкладного інструменту та пристосувань. Довжина від 480 до 800 мм і ширина 170...240 мм, матеріал – ливарна сталь 45Л, маса від 70 до 210 кг залежно від габаритів.

Один ріг **дворогого ковадла** має форму конуса, а другий – напівконуса, зрізаного уздовж осі площиною наличника, такий ріг зручний для гнуття заготовок на кути менші за 90 °. Дворогі ковадла випускають довжиною від 670 до 1060 мм і масою 100...270 кг.

Ковадло встановлене на міцній, закопаній у землю дерев'яній основі і надійно кріпиться до неї хомутами або костиллями, що охоплюють ноги 5 ковадла.

Різновидом опорних інструментів є **шперак** (рисунок 5, г), маленьке ковадло довільної форми масою до 4 кг, яке застосовують для кування мілких

специфічних поковок. Він вставляється у квадратний отвір наличника стандартного ковадла, виготовляється куванням зі сталі 45 з загартуванням опорної поверхні до твердості **HRC, 40...45**.

Перед початком роботи ковадло слід перевірити на відсутність тріщин. Перевірку здійснюють легкими ударами ковальського молотка по наличнику ковадла; молоток при цьому повинен відскакувати, а ковадло видавати чистий і дзвінкий звук високого тону.

До **ударного інструменту** відносять **кувалди** (бойові молоти) і **ручники** (ковальські молотки). За допомогою перших виконують основну роботу деформації металу, другі застосовують для нанесення слабких ударів і керування потужними ударами молотобійця.

Використовують три види кувалд (рисунок 6) – тупоносі 1, гостроносі поздовжні 2 і гостроносі поперечні 3.

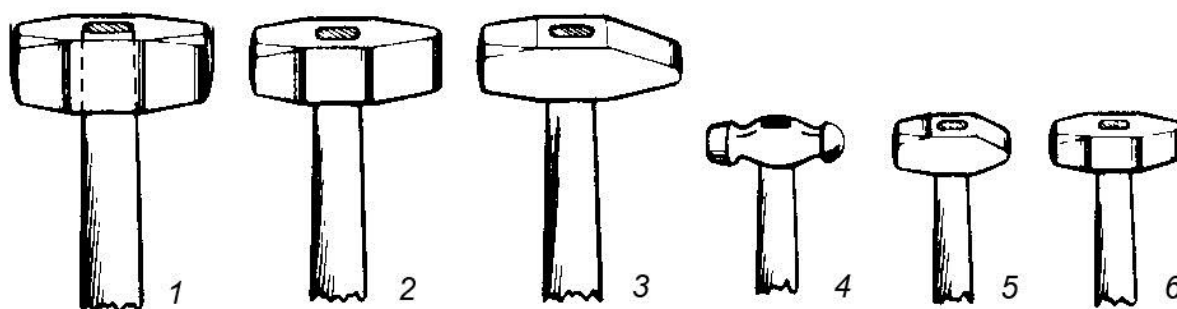
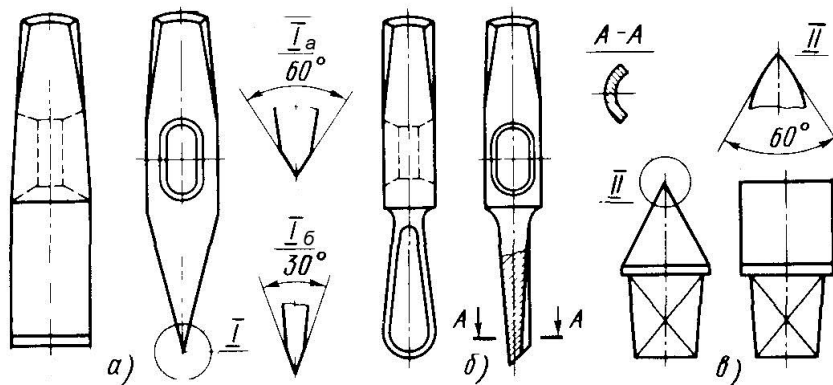


Рисунок 6 – Основні види ударного ковальського інструменту

Згідно стандарту кувалду виготовляють куванням зі сталі 50, робочі поверхні обробляють механічно до **Ra 320...400** і термообробляють до твердості **HRC, 48...52** на глибину 30 мм. Маса кувалд від 2 до 16 кг, довжина лежить у межах 128...212 мм, рукоятки дерев'яні з міцних мілковолокнистих порід, довжиною 750...900 мм.

Ручники крім показу ковалем молотобійцю місця і сили удару та подачі команд з темпу нанесення ударів, можуть застосовуватись також для виконання дрібних робіт. На рисунку 6 показані: молоток-ручник 4 з кулястими кінцями, ручники з поперечним 5 і поздовжнім 6 задками. Виготовляють їх зі сталі У7 масою 0,5...1,5 кг. Рукоятки довжиною 250...600 мм.

Підкладний інструмент встановлюють або на заготовку, або на ковадло (під заготовку). У першому випадку удари кувалдою наносять по підкладному інструменту, в другому – по заготовці і вона при ударі деформується знизу. До



підкладного інструменту відносять ковальські зубила, підсікачки, підбійки, гладилки, розкатки, гвоздильні, форми, перетискачки, прошивки і оправки.

Рисунок 7 – Ковальські зубила:

а) просте; б) фасонне; в) підсікачка.

Ковальські зубила мають три основних частини: головку зі злегка опуклою поверхнею, по якій наносять удари, середню частину з отвором для рукоятки і лезо. На рисунку 7 в) показана **підсікачка**, її квадратний хвостовик вставляють у відповідний отвір ковадла. Заточка зубил проводиться під різними кутами: для холодного рубання I_a і для гарячого рубання I_b .

На рисунку 8 показані **підбійки** – інструмент, що служить для інтенсифікації процесу протягування.

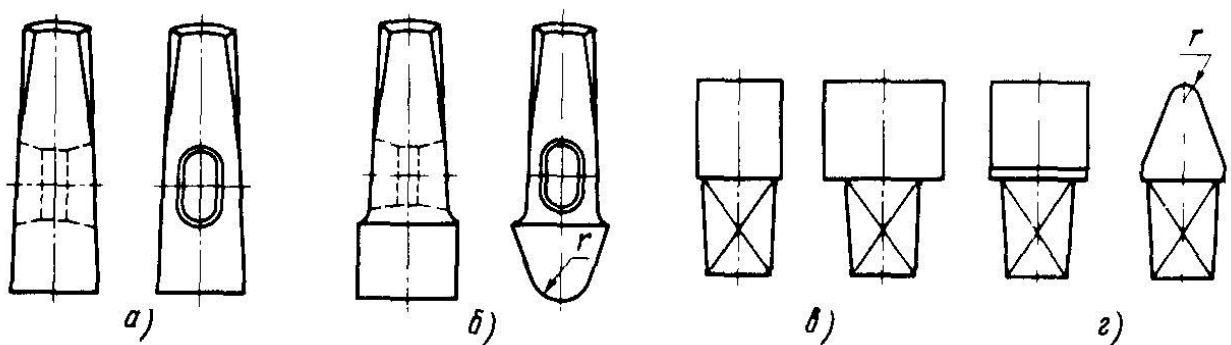


Рисунок 8 – Підбійки а) і б) - верхні та в) і г) - нижні

Ці інструменти мають конструкції подібні до ковальських зубил, але мають плоску або сферичну робочу поверхню.

Обтискачки (рисунок 9 а і б) служать для згладжування круглих або прямокутних та інших фасонних поверхонь і підвищення їх точності форми і розмірів.

Гладилки (рисунок 9, в і г) плоскі та напівкруглі згладжують поверхні після ударів кувалд.

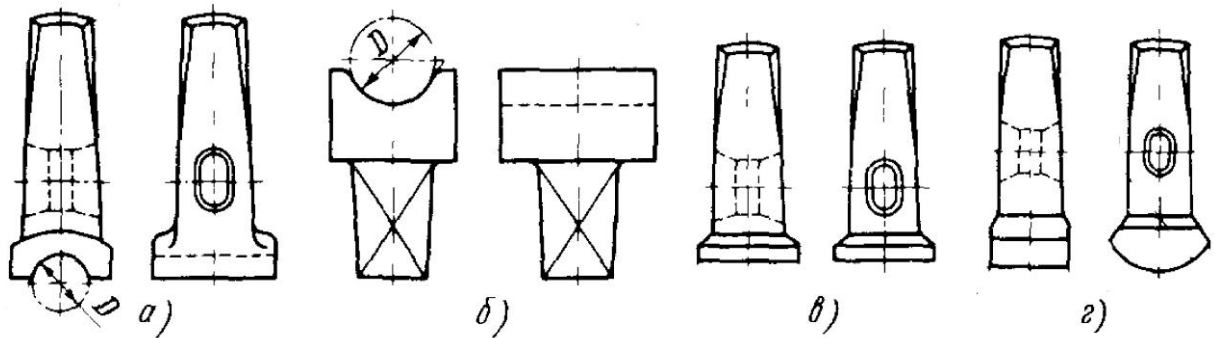


Рисунок 9 – Обтискачки верхні та нижні і гладилки плоскі та сферичні

Пробійники (борідки) служать для пробивання у поковках отворів круглої або ж фасонної форми.

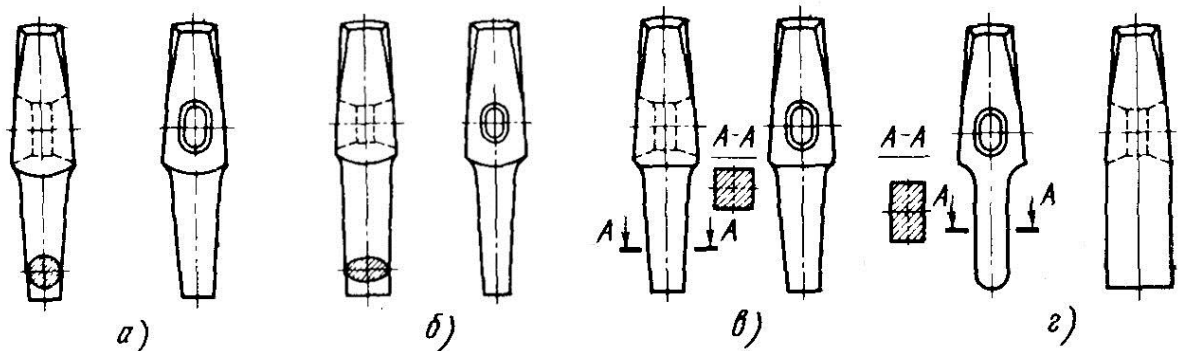
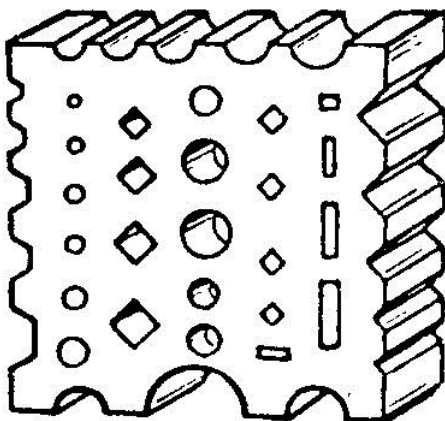


Рисунок 10 – Ковальські пробійники різної форми

Гвоздильня – пристосування для виготовлення методом осадки потовщених



а)



б)

головок у поковках типу стержнів з головками (болти, заклепки, тощо), застосовують прості (рисунок 11 а) та багаторядні гвоздильні.

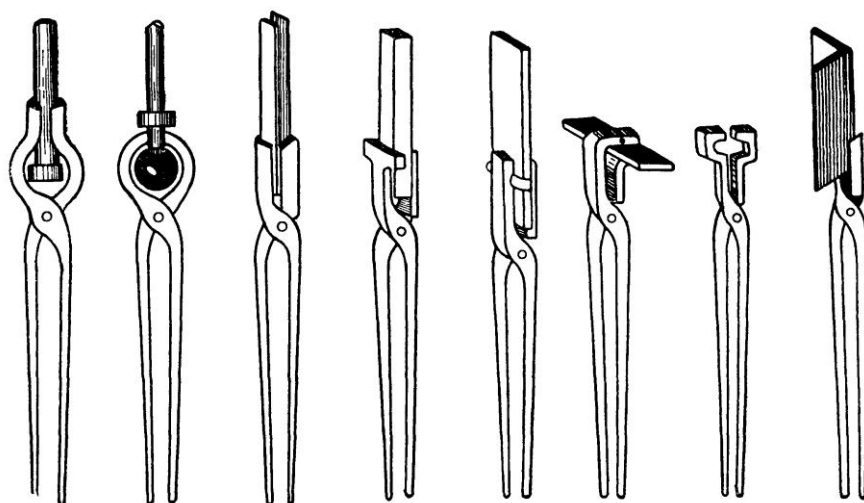
Форма (рисунок 11 б) являє собою масивну металеву плиту, яка має різноманітні за конфігурацією та розмірами отвори, а на бокових своїх гранях виїмки. Перші служать для пробивання у поковках отворів відповідної форми, а виїмки, аналогічно обтискачкам, використовуються при протягуванні заготовок та обробці поковок круглого, квадратного, шестигранного та інших перерізів.

Рисунок 11 – Гвоздильня (а) і форма (б)

Всі види підкладного ковальського інструменту виготовляють з високовуглецевих сталей марок **У7, 6ХС, 50** та інших з обов'язковим загартуванням до високої твердості.

Ковальські кліщі служать для надійного і жорсткого утримування заготовок у потрібному положенні під час кування, вони складаються з двох фігурних стержнів, накладених один на одний і скріплених заклепкою. У губках закріплюється заготовка або ж поковка. Загальна довжина кліщів від **400** до **700** мм, а довжина губок від **75** до **150** мм.

У залежності від конфігурації заготовки та виду роботи, що виконується,



губки кліщів мають різноманітну форму. Розрізняють поздовжні, поперечні та комбіновані губки. Кліщі уніфіковані, але для обробки специфічних деталей використовують спеціальні їх види.

Рисунок 12 – Конструкції ковальських кліщів

При куванні застосовують **стандартний універсальний вимірювальний інструмент** (лінійки, штангенциркулі, кутоміри, тощо), але при знятті розмірів з гарячих заготовок користуються більш простими приладами: вимірювальними циркулями, кронциркулями, шаблонами, та ін.

2.2.4 Основні операції та прийоми ковальських робіт

Технологічний процес кування включає у себе виконання однієї або кількох (у певній послідовності) операцій. Число операцій і тривалість їх виконання залежать від ступеня складності, форми поковки, розмірів останньої і типу матеріалу. Усі операції кування підрозділяють на чотири групи: **попередні, основні, допоміжні і оздоблювальні**.

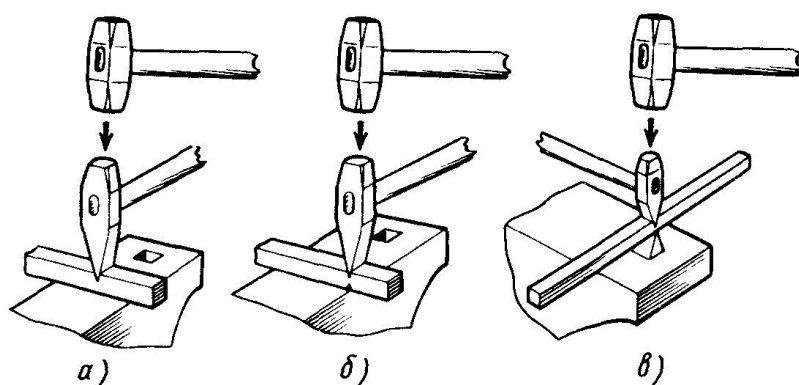
До *попередніх операцій*, об'єднаних під загальною назвою *відрубка*, відносяться *надрубка, намітка, розрубка і вирубка*. Ці операції застосовують для відділення однієї частини заготовки від іншої по незамкненому або замкненому контуру.

Основні операції (осадка, протяжка, гнуття, прошивання отворів, ін.) характеризуються тим, що при їх виконанні заготовка зазнає пластичної деформації. За допомогою цих операцій одержують поковку необхідної форми і розмірів.

Допоміжною операцією є *ковальське зварювання*, яке застосовують для з'єднання різних частин однієї заготовки або заготовок одна з одною.

До *оздоблювальної* операції відносять виправлення, яке виконується для усунення викривлень форми поковки і підвищення точності розмірів.

Відрубкою називається ковальська операція відділення по незамкненому контуру частини заготовки шляхом занурення в останню деформуючого інструмента. Цю операцію застосовують для відділення від сортового прокату заготовок



потрібної довжини в процесі виготовлення складних фасонних поковок, а також для видалення кінцевих надлишків готової поковки і дефектів з поверхні заготовки або поковки.

Рисунок 13 – Відрубка квадратного прутка:

а) і б) зубилом на ковадлі; в) на підсікачці

При *надрубці* деформуючий інструмент занурюють у заготовку на неповну її товщину. Неглибока надрубка називається *наміткою*.

Розрубкою досягають розділення заготовки або поковки на частини, а *вирубка* відрізняється від *відрубки і розрубки* у повному відділенні заготовки від листа або профільного матеріалу по замкненому контуру. Операції з відрубки проводять як у холодному, так і у гарячому (при температурі $700...800$ °С) стані заготовки.

Осадження (осадка) це ковальська операція, у результаті якої збільшується площа поперечного перерізу всієї або частини заготовки за рахунок зменшення її довжини.

Осадка є однією з найпоширеніших операцій кування, яку застосовують:

- для збільшення діаметра або площі поперечного перерізу вихідної заготовки (при відсутності заготовки потрібного розміру) круглої, прямокутної або фасонної форми;

- для збільшення діаметра або площі поперечного перерізу кінцевої або серединної частини заготовки, наприклад, при виготовленні деталі типу болта з фасонною головкою;

- для підготовки заготовки до наступного прошивання в ній отворів;

- для одержання поковок із необхідною мікроструктурою і з певним напрямком волокон;

- для ліквідації анізотропії механічних властивостей і одержання рівномірної структури металу по усьому об'єму заготовки.

Заготовки перед обробкою слід нагріти до максимально допустимої для металу, що обробляється, температури.

Розрізняють **два види осадки** – **повну** (для збільшення перетину заготовки по усій її довжині) і **неповну**. До останньої, у свою чергу, відносять осадку кінцеву і серединну, яку називають також **висадкою**.

При неповній осадці нагрівають тільки те місце заготовки, яке потрібно осадити. Для виконання осадки застосовують ковадло, кувалди, кліщі, ручники, гвоздильні. Виправлення форми і обробку осадженої поковки здійснюють за допомогою гладилок, обтискачів та ін.

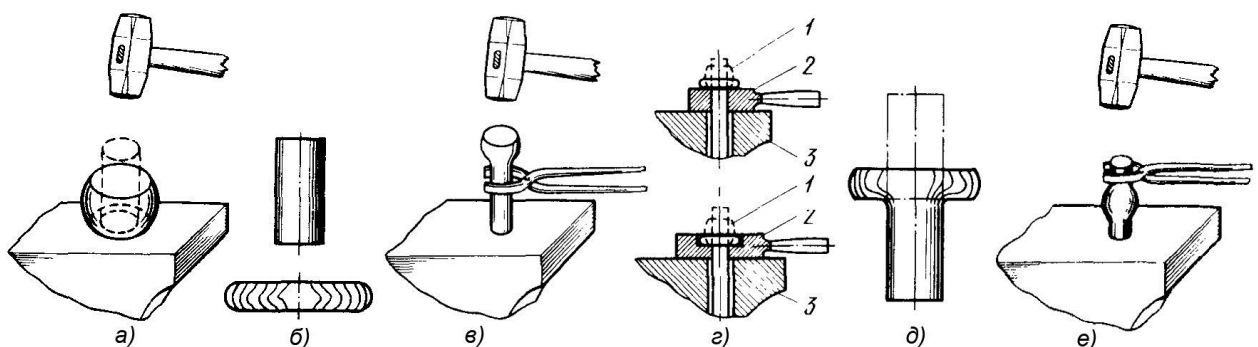


Рисунок 14 – Основні види застосування операції осадження:

а) повне; б) заготовка і поковка; в) кінцеве; г) осадження у гвоздильнях; д) заготовка і поковка; е) серединне.

1 - заготовка; 2 - гвоздильні (плоска і з гніздом); 3 - ковадло.

До основних дефектів осадки відносять: поздовжній згин, косогранність, несиметричність, рюмкоподібність та ін. спотворення форми.

Протяжка – операція, при якій збільшують довжину всієї заготовки або її частини за рахунок зменшення площі поперечного перерізу.

Виконують протяжку ударами молотка, кувалди з подачею заготовки уздовж поздовжньої осі і поворотом (**кантуванням**) після кожного удару.

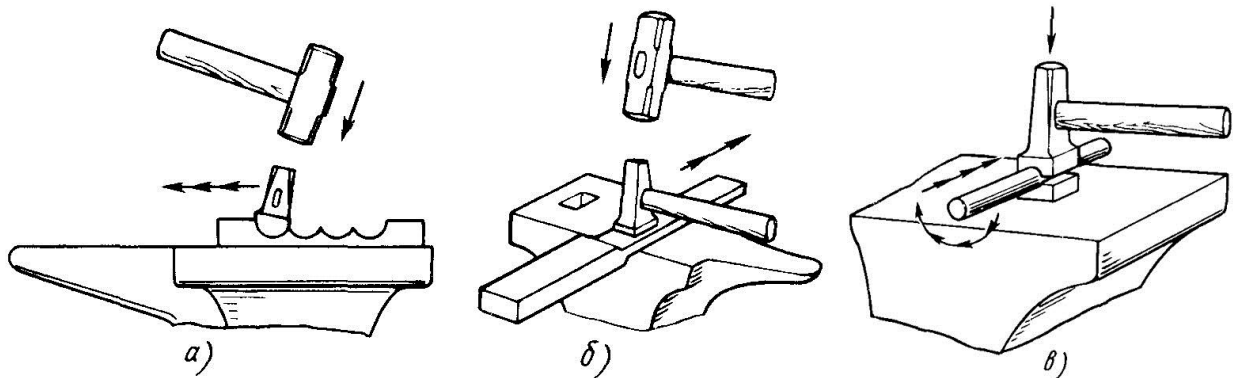
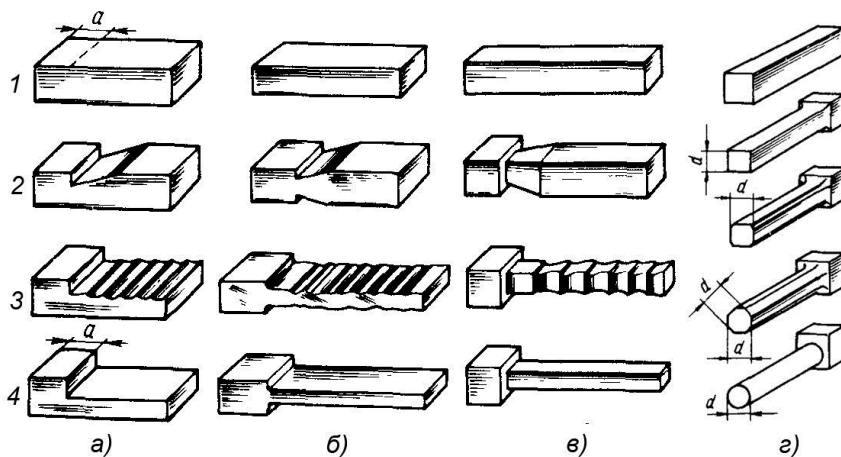


Рисунок 15 – Способи протяжки з застосуванням:

а) підбійки; б) гладилки; в) обтискачки.

Прийомами ковальської операції **протяжки** кують також поковки типу стержня з головкою.

На рисунку 16 показані послідовності кування: а) стержня прямокутного перерізу з односторонньою



прямокутною головкою; б) прямокутного стержня з двосторонньою головкою; в) квадратного стержня з квадратною головкою; г) стержня круглого перерізу з квадратною головкою.

Рисунок 16 – Переходи при куванні стержня з головкою:

1...4 - послідовність переходів

Подібними методами можна одержувати заготовки для виготовлення деталей типу стержнів з однією, двома і більшим числом головок (потовщень).

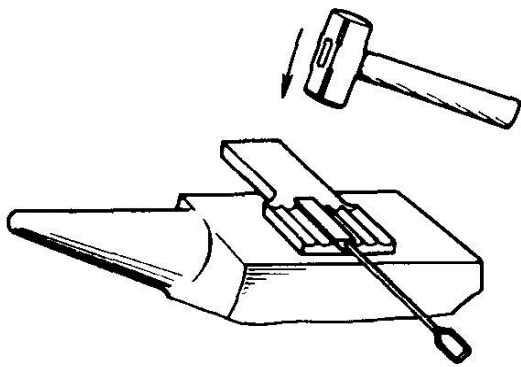


Рисунок 17 – Розгонка

Різновидом ковальської операції протяжки є *розгонка*, яка застосовується для збільшення ширини заготовки за рахунок зменшення її товщини під дією спеціального підкладного інструмента, який називають розкаткою (див. рисунок 17).

Прошивка і пробивка застосовуються для виготовлення у поковках наскрізних отворів, глухих поглиблень і пазів.

Пробивкою називають операцію утворення наскрізного круглого або фасонного отвору або паза з видаленням металу у відхід шляхом здвигу частини заготовки відносно тіла поковки.

Прошивка – виготовлення у поковці глухої порожнини за рахунок витіснення металу формуючим інструментом. Утворені порожнини передбачаються конструкцією поковки, або потрібні для подальшої пробивки наскрізних отворів.

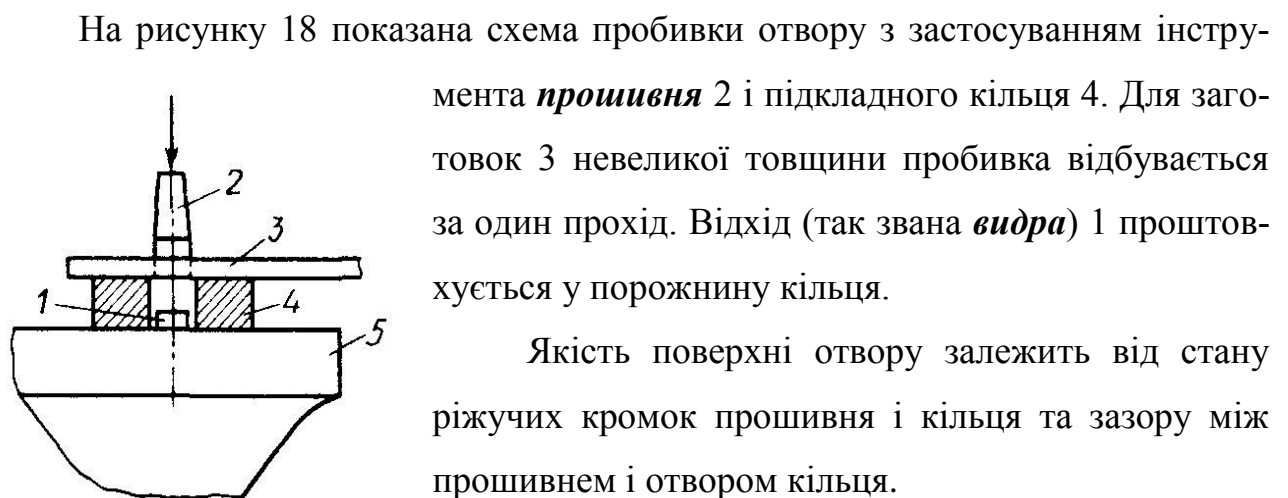


Рисунок 18 – Пробивка

На рисунку 18 показана схема пробивки отвору з застосуванням інструмента *прошивня* 2 і підкладного кільця 4. Для заготовок 3 невеликої товщини пробивка відбувається за один прохід. Відхід (так звана *видра*) 1 проштовхується у порожнину кільця.

Якість поверхні отвору залежить від стану ріжучих кромek прошивня і кільця та зазору між прошивнем і отвором кільця.

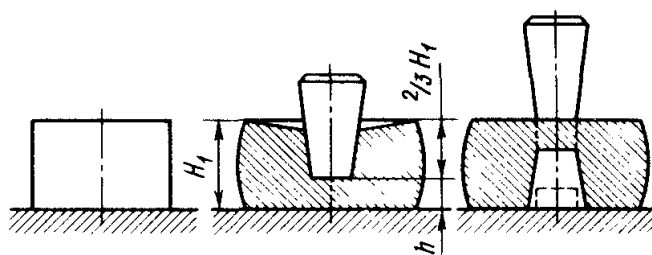


Рисунок 19 – Відкрита прошивка отвору

Для заготовок великої товщини отвори, як правило, виконують *прошивкою за два прийоми* (рисунок 19). На рисунку показані етапи відкритої прошивки кільця.

Можливе застосування т. з. закритої прошивки, коли кільце перед прошивкою поміщають у спеціальний штамп.

При пробивці отворів діаметром 25...30 мм застосовують різні види *пробійників* (рисунок 20).

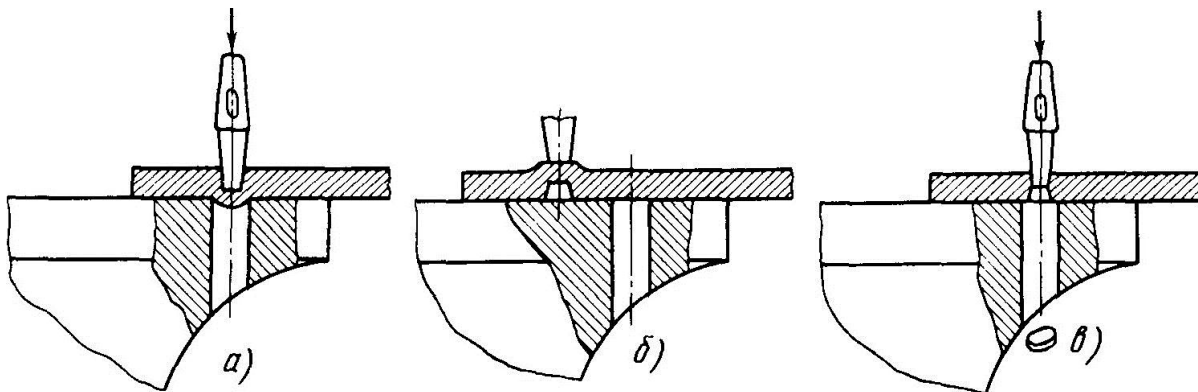


Рисунок 20 – Стадії пробивки отвору на ковадлі

Після пробивки форма отвору має відхилення від циліндричності, при пробивці пробійником отвір має конічну форму (рисунок 21, а), після прошивання форму на рисунку 21, б. Для надання отвору циліндричної форми через нього протискають бочкоподібну оправку (рисунок 21, в).

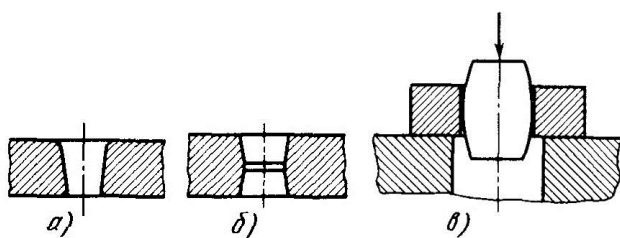


Рисунок 21 – Виправлення форми отворів

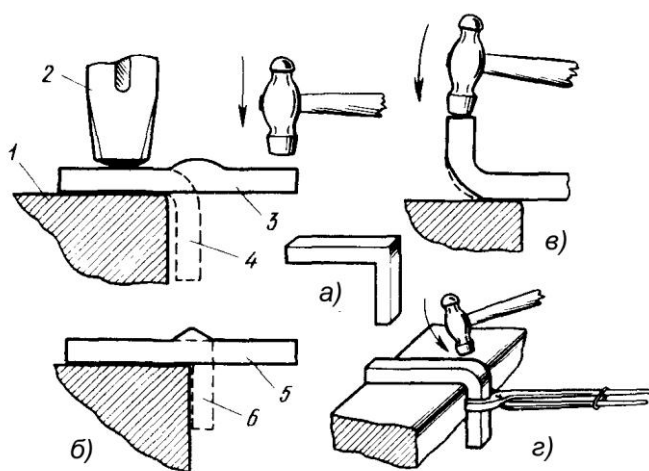


Рисунок 22 – Протяжка кута правильної форми

Гнуттям називається ковальська операція утворення або змінення величини кутів між окремими частинами поковки.

Технологічний процес гнуття повинен бути побудований так, щоб у зовнішніх шарах заготовки не з'являлись тріщини, а на внутрішніх шарах – грубі зморшки.

Воно може бути одержане висаджуванням середньої частини або протяжкою кінців заготовки. Заготовку 3 з потовщенням укладають на наличник ковадла 1, зверху на неї ставлять кувалду 3 і ударами ручника загинають на потрібний кут.

При згинанні короткої заготовки доцільніше спочатку виконати гнуття, а потім висадкою здійснити набір металу (рисунок 22, в), наносячи удари по торцю зігнутої заготовки. На рисунку 22, г) показана протяжка кута дещо іншим методом.

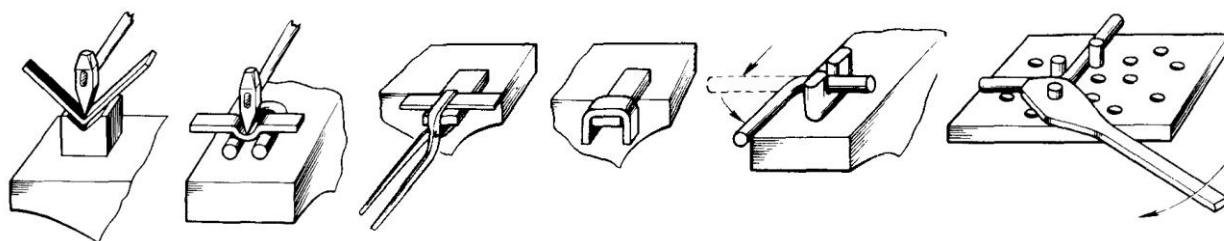


Рисунок 23 – Прийоми гнуття за допомогою різних пристосувань

Ковальське зварювання, яке є допоміжною операцією кування, при ремонті використовується дуже рідко і тому його не розглядаємо.

2.2.5 Основні операції холодної обробки тиском

Крім гарячого деформування деталей у ремонтній практиці широко застосовуються і методи холодної обробки тиском.

Способами пластичної деформації відновлюють розміри і форму деталей за рахунок перерозподілу металу під дією зовнішніх сил, ці способи застосовуються також для відновлення первісних механічних властивостей деталей, зміцнення їх робочих поверхонь і чистової обробки.

Як правило, холодним деформуванням відновлюються деталі з пластичних низьковуглецевих сталей, кольорових металів та їх сплавів. До основних способів холодно деформування можна віднести: осадку, роздачу, обтиск, вдавлювання, накатування, висадку і згладжування та правку. На відміну від гарячого деформування, при холодному розміри деталі змінюють більш точно, а самі залишкові деформації є невеликими – вони потрібні як припуски для подальшої механічної обробки.

Осадку (рисунок 24, а) застосовують для збільшення або зменшення діаметральних зовнішніх або внутрішніх розмірів за рахунок зменшення довжини.

Цим методом відновлюють різні втулки при зносі по внутрішньому або зовнішньому діаметру, цапфи валів, осі та інші деталі і їх елементи.

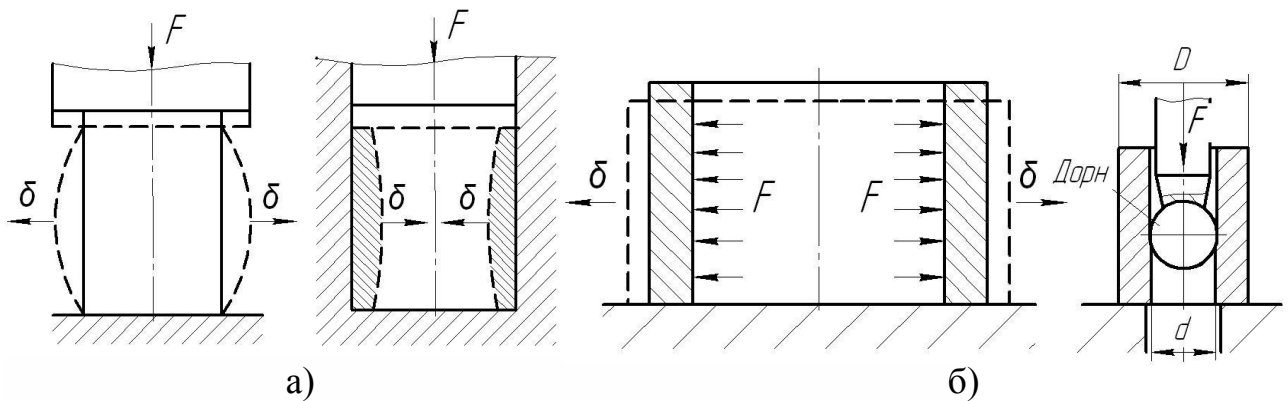


Рисунок 24 – Схема осадки а) і роздачі б) деталей

Відновлення *роздачею* застосовують для збільшення зовнішнього діаметра порожнинних деталей за рахунок збільшення внутрішнього. Методами роздачі відновлюються поршневі пальці, втулки насосів, опорні втулки, тощо. При обробці загартованих деталей їх попередньо піддають відпуску або відпалу.

Відновлення деталей *обтиском* (рисунок 25, а) проводять при необхідності зменшити внутрішній діаметр порожнинних деталей за рахунок змінення зовнішнього. Цим методом відновлюють втулки з кольорових металів, провущини важелів при зносі гладких або шліцьових отворів.

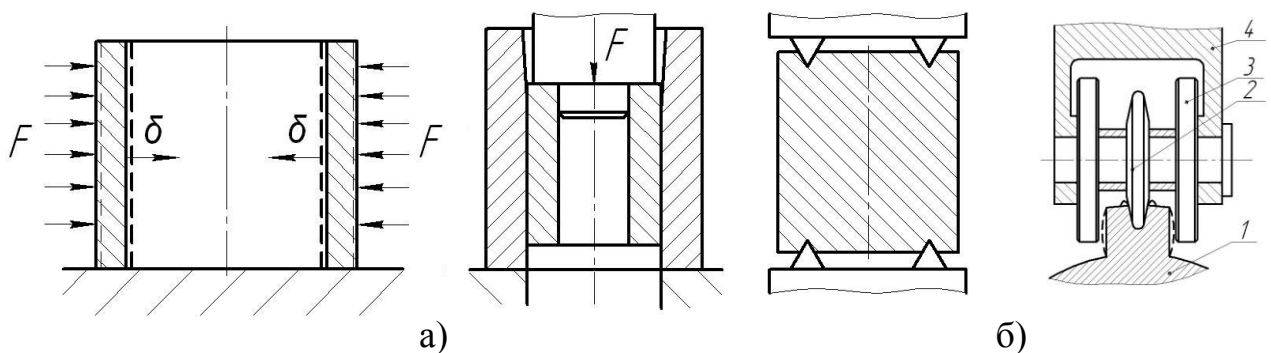


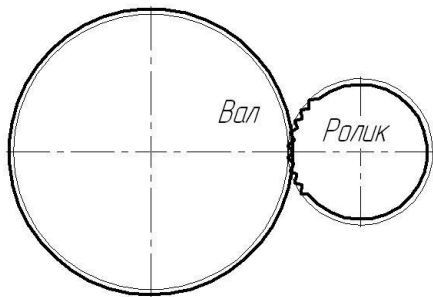
Рисунок 25 – Схеми: а) обтиску і б) выдавлювання

1 - шліцьовий вал; 2 - деформуючий ролик; 3 - калібрувальний ролик; 4 - корпус.

Методом *видавлювання* (рисунок 25, б) відновлюють шліці валів та інші деталі. На рисунку показане пристосування для відновлення шліців при зносі їх по товщині. Ролики 2 і 3 виготовляють з твердих сплавів або з інструментальних сталей з термообробкою до HRC 55...58.

Ролик 2 вдавлюється у деталь і проводить перерозподіл металу, а ролики 3 формують профіль і розміри шліців.

Накатку застосовують для збільшення зовнішніх або внутрішніх розмірів деталей за рахунок перерозподілу металу на поверхні. Накатку зубчастим

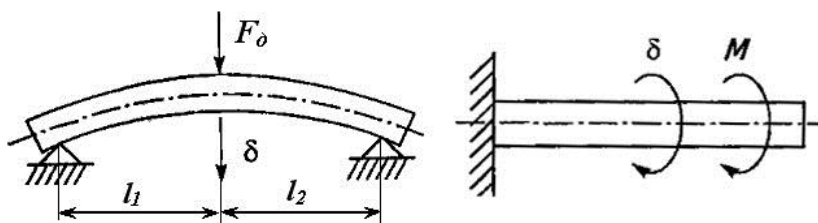


роликом проводять при відновленні посадкових поверхонь слабо навантажених валів та інших деталей. При накатуванні гладким роликом або кулькою поверхня деталі отримує поліпшену шорсткість і збільшений опір зношуванню.

Рисунок 26 – Схема накатки

Для відновлення форми деталей, які мають згин, скручування, вм'ятини та ін., застосовують спосіб зворотної пластичної деформації – **правка**. Правка проводиться на пресі або за допомогою чеканки – легких ударів по певних місцях деталі.

При правці без нагріву в тілі деталі залишаються значні внутрішні напруження, у результаті дії яких деталь після правки знову може прийняти викривлену форму. Для зняття цих напружень після холодної правки деталь необ-



хідно стабілізувати, тобто витримати при температурі 250...300 °С протягом кількох годин.

Рисунок 27 – Схема правки згину та скручування

2.3 Обладнання робочих місць

Для кожної ланки (бригади) студентів передбачається два робочих місця: учбове – для виконання розрахунків, роботи з літературою, оформлення документів і спеціалізоване – для виконання технологічних операцій кування та холодного деформування.

Документи і наочні посібники включають: методичні вказівки, плакати, опис комплектності робочого місця, правила техніки безпеки.



Рисунок 29 – Фото обладнання лабораторного робочого місця
а), б) горно; в) прес гідравлічний; г) лещата ковальські стільцеві;
д) ковадло з ковальським інструментом

2.4 Вказівки по виконанню роботи

2.4.1 Прочитати теоретичний розділ 2.2, систематизувати знання по методах і засобах проведення ковальських та пресових робіт.

2.4.2 Ознайомитись з програмою роботи, одержати завдання на виконання тієї чи іншої ковальської операції.

2.4.3 Підібрати для кожної операції відповідний інструмент та перевірити його справність.

2.4.4 Розпалити горно і нагріти заготовку до потрібної температури періодично перевіряючи температуру візуально згідно з даними таблиці 1А (додаток А) і звіряючи з показаннями пірометра.

2.4.5 Провести підготовчі роботи, необхідні для виконання вибраної ковальської операції.

2.4.6 Провести вибрані ковальські операції при різних температурах нагріву заготовки у попередньо вибраному діапазоні (не менш ніж 3...4 досліди).

2.4.7 Провести огляд отриманої поковки, оцінити її показники: точність, правильність форми, якість поверхні.

2.4.8 Привести лабораторне обладнання у порядок, здати робоче місце лаборантові.

2.4.9 Оформити звіт з лабораторної роботи.

2.4.10 Пред'явити викладачеві оформлений звіт, пояснити результати, отримані при виконанні роботи.

2.5 Вимоги безпеки

При проведенні роботи слід чітко додержуватись загальної інструкції з охорони праці (с. 7). Додаткові вимоги безпеки при проведенні роботи:

- під час нагрівання заготовок для кування зберігати потрібну безпечну відстань від джерела нагріву;

- у процесі відпрацювання ковальських операцій працювати тільки справним інструментом, надійно кріпити або утримувати заготовки та допоміжний інструмент;

- при використанні підбійок, обтискачок, пробійників та ін. тримати інструмент точно вертикально;

3 ЗВІТНІСТЬ ПО РОБОТІ

Звіт з лабораторної роботи оформлюється згідно з загальними вимогами, наведеними на с. 6.

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1 Перерахуйте основні види обробки конструкційних матеріалів тиском і розкрийте їх сутність.

2 Окресліть область застосування ковальських та пресових робіт у сучасній ремонтній практиці.

3 Які нагрівальні пристрої використовують при ручному куванні? Види палива для пристроїв для нагріву заготовок.

4 Як визначають температуру нагріву заготовки перед куванням?

5 Який ковальський інструмент відносять до опорного, ударного, підкладного? Наведіть приклади.

6 З яких матеріалів виготовляють ковадла, молоти, зубила?

7 Назвіть основні ковальські операції, які об'єднують під загальним терміном „відрубка“.

8 Під якими кутами заточують робочу частину (лезо) ковальського зубила при холодній або гарячій відрубці?

9 Перерахуйте способи осадки, її різновиди.

10 Чим відрізняються ковальські операції пробивка і прошивка?

11 Яким способом підвищують точність пробитого отвору?

12 Якими методами забезпечують певну форму кута при гнутті?

5 ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ

1 Для більшості марок сталі кувальна температура складає...:

1 300...400 °С; 2 800...900 °С; 3 1200...1250 °С; 4 1500...1650 °С.

2 Опорний інструмент для ручного кування називається...:

1 ...кувалда; 2 ...ковадло; 3 ...кабестан; 4 ...клінкер.

3 Матеріал для виготовлення ковадла...:

1 ...сталь У7; 2 ...чавун СЧ 18; 3 ...сталь 45Л; 4 ...сталь 6ХС.

4 Великий молот для ручного кування називається...:

1 ...кувалда; 2 ...ковадло; 3 ...крейцмейсель; 4 ...кронштейн.

5 Операцію, при якій збільшують довжину заготовки, називають...:

1 ...осадкою; 2 ...протяжкою; 3 ...прошивкою; 4 ...гнуттям.

6 Інструмент „Ручник“ відноситься до...:

1 ...опорного інструменту; 2 ...ударного інструменту;
3 ...підкладного інструменту; 4 ...додаткового інструменту.

7 Лезо ковальського зубила для холодного рубання заточують до...:

1 15° 2 30° 3 45° 4 60°.

8 Ковальські операції надрубка, намітка, розрубка відносяться до...:

1 ...попередніх; 2 ...основних; 3 ...додаткових; 4 ...оздоблювальних.

9 Операції осадка, протяжка, гнуття, прошивання відносяться до...:

1 ...попередніх; 2 ...основних; 3 ...додаткових; 4 ...оздоблювальних.

10 Операції з відрубки проводять при температурі...:

1 200...400 °С; 2 500...600 °С; 3 700...800 °С; 4 1200...1400 °С.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Ульман И.Е. Ремонт машин / [Текст] И.Е. Ульман, Г.А. Тонн, И.М. Герштейн и др. - М.: Колос, 1982. - 446 с.
2. Вишневецкий Я.С. Технология ручнойковки / Я.С. Вишневецкий. – М.: Высшая школа, 1976. - 288 с.
3. Юсипов З.И. Ручнаяковка. / З.И. Юсипов, Н.И.Ляпунов. - М.: Высш. школа. 1990. - 304 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

ЗАСТОСУВАННЯ ПОЛІМЕРНИХ МАТЕРІАЛІВ ПРИ РЕМОНТІ ОБЛАДНАННЯ

МЕТА РОБОТИ: Закріпити знання з технології ремонту деталей технологічного обладнання полімерними матеріалами, набути практичних навичок з їх використання для усунення дефектів деталей.

Час проведення лабораторної роботи: 2 год.

1 ВКАЗІВКИ З ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Під час підготовки до роботи проглянути конспект лекцій, учбову літературу та систематизувати об'єм знань з основних положень про проведення робіт з полімерними композиціями. Уявити, які основні способи, прийоми і інструмент застосовують для виконання цих видів відновлювальних робіт.

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Перерахуйте основні види дефектів деталей, які можна усувати методами застосування полімерних матеріалів.

1.2.2 Які основні види полімерних матеріалів використовують для ремонтно-відновлювальних робіт?

1.2.3 З яких компонентів складається композиція на основі епоксидної смоли?

1.2.4 Перерахуйте види клеїв, які застосовуються для ремонтних робіт.

1.2.7 Перерахуйте основне і допоміжне обладнання, потрібне для виконання того чи іншого виду ремонтних робіт з застосуванням полімерних матеріалів.

1.3 Література для самопідготовки

1. Воронкин Ю.Н. Методы профилактики и ремонта промышленного оборудования. / [Текст] Ю.Н. Воронкин, Н.В. Поздняков. – М.: Издательский центр „Академия“, 2005. – 240 с.

2. Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей./ [Текст] Е.Л. Воловик. – М.: Колос, 1981. – 351 с.

3. Пучин Е.А. Технология ремонта машин / [Текст] Е.А. Пучин, В.С. Новиков, Н.А. Очаковский и др. - М.: КолосС, 2007. - 488 с.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

- відповісти на питання викладача, одержати допуск до роботи;
- ознайомитись з теоретичними відомостями про методи і інструментальне забезпечення робіт з полімерними матеріалами при відновленні роботоздатності вузлів та деталей обладнання;
- розглянути конструкції обладнання, пристосувань та інструменту, які використовують при проведенні основних операцій у процесі ремонту обладнання;
- розглянути рецептуру і характеристики полімерних матеріалів, поширених при виконанні відновлювальних робіт;
- провести практичне відпрацювання прийомів по усуненню тріщин та руйнувань поверхонь у деталях, застосуванню клеїв та герметиків для утворення клейових з'єднань, фіксації та ущільнення різьб, посадок, тощо;
- дати рекомендації по придатності того чи іншого способу для усунення конкретних дефектів при відновленні деталей;
- зробити загальні висновки по роботі;
- відповісти на контрольні запитання;
- зарахувати лабораторну роботу у викладача.

2.2 Короткі відомості з теорії

2.2.1 Загальні відомості про полімерні матеріали

Полімерні матеріали поділяються на термопластичні і термореактивні. Перші при нагріванні плавляться, а при охолодженні тверднуть. І хоч це не супроводжується реакціями і при повторному нагріванні вони повертаються у пластичний стан, їхні фізико-механічні властивості дещо змінюються, частіше погіршуються.

Термореактивні матеріали під дією тепла спочатку пом'якшуються і частково плавляться, а потім в результаті хімічних реакцій переходять у неплавкий (твердий і нерозчинний) стан (процес незворотний).

У ремонтному виробництві полімерні матеріали в основному застосовують для зарівнювання тріщин, пробоїн, раковин, вм'ятин, усунення інших де-

фектів на поверхні деталі, приклеювання фрикційних накладок і склеювання деталей, відновлення зношеного шару деталей, фіксації циліндричних і різьбових з'єднань, відновлення нерухомих з'єднань підшипників кочення, герметизації та ущільнення з'єднань спряжених деталей, виготовлення полімерних ремонтних деталей.

Відновлення деталей за допомогою полімерних матеріалів передбачає: підготовку поверхні деталі для нанесення полімерного матеріалу (механічну, хімічну, теплову); виготовлення композицій на основі полімерних смол (хімічну, теплову обробку полімерних матеріалів); нанесення полімерного матеріалу на поверхню, що відновлюється; затвердіння (полімеризацію); механічну обробку відновленої деталі.

2.2.2 Зарівнювання тріщин і пробоїн епоксидними композиціями

Для виконання цього виду ремонтних робіт найпоширенішими є композиції на основі епоксидних смол. Традиційно застосовують епоксиласти – епоксидні смоли ЕД-5, ЕД-6, ЕД-16, ЕД-20. У якості пластифікатора використовують дібутилфталат, а отверджувачем служить поліетиленполіамін. З інших пластифікаторів застосовують поліефірну смолу, трикрезилфосфат та ін.

Також у склад композиції входить наповнювач, склад якого вибирають залежно від матеріалу деталі, що ремонтується. Саме за допомогою наповнювачів підбираються необхідні фізико-механічні властивості відновленої деталі. Наприклад, залізний порошок підвищує твердість, графіт – теплопровідність, тальк – зносостійкість і т. п.

Підбором наповнювача можна підвищити адгезію композиції з металом, зблизити коефіцієнти лінійного термічного розширення композиції і металу, знизити усадку. Крім того, уведення у склад композиції наповнювача знижує її вартість. У якості наповнювача використовуються порошки чавуну, сталі, алюмінію, молотої слюди, тальку, кварцового піску, подрібненого азбесту, графіту, скловолокна, склотканини.

У таблиці 1 наведені рецепти поширених епоксидних композицій.

Таблиця 1 – Рецептuru епоксидних композицій (масові частки)

Компоненти композиції	Призначення композиції для деталей:		
	чавунних і сталевих	алюмінієвих	що працюють в умовах вологості
Епоксидна смола	100	100	100
Дібутилфталат	15	15	15
Поліетиленполіамін	10	10	10
Залізний порошок	160	–	–
Алюмінієва пудра	–	25	–
Портландцемент	–	–	120

Після введення в епоксидну композицію отверджувача строк її придатності при кімнатній температурі не перевищує 30 хв.

Затвердіння відбувається при температурі від 20 до 100 °С: без тиску і при кімнатній температурі протягом до 72 годин, при температурі 40 °С впродовж 48 годин, при 60 °С – 24 години і при 100 °С до 3 годин.

Усунення пробоїн у товстостінних деталях проводять внапустку або врівень (рисунок 1). У першому випадку на пробоїну приклеюють металічні накладки, а зверху наклеюють пластири з тканини (частіше склотканини), у другому – заповнюють пробоїну шарами склотканини і клейової композиції. Можлива також постановка металевої накладки на гвинтах з послідуєчим нанесенням епоксидної пасти (рисунок 1, в).

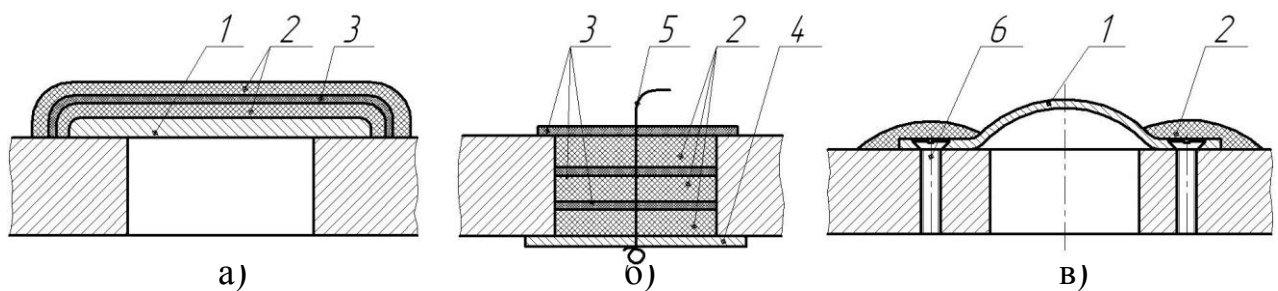


Рисунок 1 – Ремонт пробоїн у деталях епоксидною композицією:

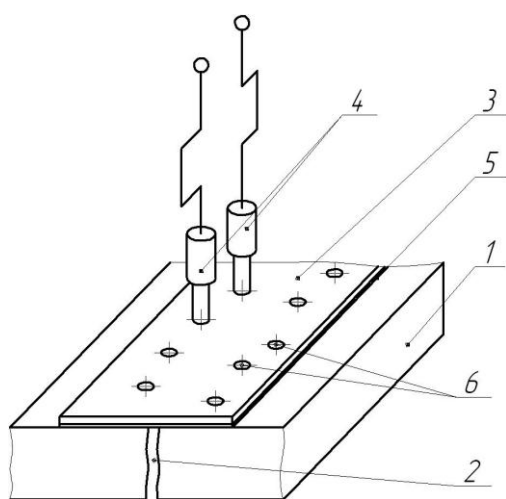
- а) - внапустку; б) - врівень (деталі тонкостінні); в) - накладанням накладки;
 1 - металева накладка; 2 - епоксидна композиція; 3 – тканинна накладка;
 4 - підтримуюча пластина; 5 - дріт; 6 – гвинт.

Після накладання накладок і шарів склотканини їх притискають з зусиллям, що створює тиск у 0,3...0,5 МПа і сушать при температурі 120...150 °С протягом 2...2,5 годин.

2.2.3 Усунення тріщин клеєзварювальним способом.

Цей спосіб використовують при зарівнюванні тріщин у чавунних базисних деталях. Він полягає у використанні двох технологічних методів з'єднання деталей: контактної точкової зварювання і склеювання. Поверхню деталі зачищають механічним способом та знежирюють. Кінці тріщини засвердлюють для запобігання подальшого поширення. Виготовляють сталеву накладку із листової сталі. На підготовлену поверхню деталі наносять клейову композицію, поверхню сталеві накладки знежирюють і встановлюють на клейову основу, а потім приварюють контактним точковим способом.

Спосіб забезпечує формування з'єднання з границею міцності на розтяг 170...180 МПа. Зварювальний шов роблять не цільним, а точками, які розташовані одна від одної на однаковій відстані (рисунок 2). Нагрівання відновленої поверхні, яке супроводжує точкове зварювання, поліпшує полімеризацію композиції, яка завершується через 5...6 годин.



- 1 - чавунна корпусна деталь;
- 2 - тріщина;
- 3 - сталева накладка;
- 4 - зварювальні кліщі;
- 5 - клейовий прошарок;
- 6 - зварювальна точка;

Рисунок 2 – Схема ремонту тріщин клеєзварювальним способом

При наварюванні сталеві накладці, як правило, встановлюють діаметр електрода $d_e = 5...6$ мм; крок між зварювальними точками витримується $(5...7) d_e$, мм; відстань між рядами зварювальних точок $(4...5) d_e$, мм; кількість рядів зварювальних точок – не більше трьох з кожного боку тріщини; величина вільного кінця накладки до 8 мм.

Товщина клейового прошарку складає 0,3...0,6 мм, складові деяких клейових композицій показані у таблиці 2.

Таблиця 2 – Композиції для ремонту тріщин клеєзварювальним способом

Компоненти композиції	Номери клейових композицій		
	1	2	3
Епоксидна смола ЕД-16	100	100	100
Дібутилфталат	–	5	5
Поліетиленполіамін	–	10	10
Вінілокс	22	18	–
Деїлентреамін	8	–	–
Полісульфідний порошок	18	15	15
Чавунний порошок	10	50	50

2.2.3 Застосування клеїв при ремонті обладнання

Приклеювання фрикційних матеріалів до металу (колодки і накладки гальмівних пристроїв, накладки фрикційних та відцентрових муфт, тощо) виконують за допомогою клеїв ВС-10Т і ВС-350, які являють собою розчин синтетичних фенолформальдегідних смол в органічних розчинниках. У темному закупореному посуді вони можуть зберігатися до 6 місяців. Також для означених з'єднань використовують клеї типу БФ-88Н та ін.

Крім того, ці марки клеїв можна використовувати для склеювання металів, склотекстолітів і інших видів матеріалів. Режим твердіння наступний: тиск на поверхні, що склеюються, 0,2...0,4 МПа, температура 175...185 °С, тривалість 1,5...2,0 год.

Крім названих, для склеювання металів, деревини та інших матеріалів застосовують клеї БФ-2, БФ-4, БФ-6.

Клей БФ-6 дає більш еластичні з'єднання, тому його застосовують для склеювання фетру, повсті, тканин і інших матеріалів. Режим склеювання: тиск 0,5...1,0 МПа, температура 140...160 °С, тривалість 1,0...1,5 год. Клей БФ-52Т використовують для тих же цілей, що й клей марки ВР-10Т.

Для склеювання гум і гуми з металом застосовують клей 88Н.

Поверхні, що підлягають склеюванню, очищають від забруднень і старих полімерних матеріалів. Металеві поверхні зачищають до металевого блиску і знежирюють ацетоном або бензином. Після сушіння деталей наносять шар клею товщиною 0,10...0,15 мм на поверхні, що склеюються, і витримують при

кімнатній температурі протягом 10...15 хв. Потім наносять другий шар клею і знову просушують деталі. Закінчення сушіння перевіряють „на відлипання“. До шару клею прикладають гумовий брусок, очищений ацетоном. Якщо він не прилипає до поверхонь, що склеюються, накладають одна на іншу і стискають спеціальними пристосуваннями.

Деталь разом із пристосуваннями поміщають у спеціальну шафу для термообробки (отвердження клейового складу) та витримують протягом 40 хвилин. Для зменшення залишкових напружень у клейовому з'єднанні деталі охолоджують разом із шафою до температури 80...100 °С, а потім на повітрі до температури 20...25 °С протягом 2...3 годин і знімають із пристосувань.

2.2.4 Застосування анаеробних клеїв та герметиків

Анаеробні клеї – це однокомпонентні матеріали, які тверднуть при кімнатній температурі за умови відсутності контакту з киснем. Рідкий компонент клею залишається неактивним до тих пір, поки він знаходиться у контакті з атмосферним киснем. Якщо ж клей позбавлений доступу атмосферного кисню, наприклад, при з'єднанні деталей, відбувається швидке твердіння – особливо при контакті з металом. Це твердіння може бути представлене таким чином: при припиненні надходження атмосферного кисню формуються вільні радикали під дією іонів металу (міді, заліза), ці вільні радикали сприяють початку процесу полімеризації (рисунок 3).

При постійній дії кисню клей залишається у рідкому стані (а). При попаданні клеїв у зазор припиняється надходження кисню (б), пероксиди перетворюються у вільні радикали, вступаючи в реакцію з іонами металу.

Вільні радикали стимулюють формування полімерних ланцюжків (в). Затверділий стан (г) є твердою структурою зі зшитими полімерними ланцюжками.

Капілярний ефект дозволяє проникати анаеробним клеям навіть у дуже маленькі зазори. Затверділа клейова речовина активно „уклинюється“ у нерівності шорсткості поверхні деталей. Процес полімеризації також стимулюється контактом клеїв з металевими поверхнями, виступаючими як каталізатор.

Оскільки пасивні матеріали мають нульовий або мінімальний каталітичний ефект, то для прискорення і досягнення остаточної полімеризації потрібні активатори. У таких випадках на одну або обидві поверхні, що склеюють, заздалегідь наноситься рідкий активатор, а потім – клейова речовина. Наперед змішувати компоненти неактивного клею і активатора не можна.

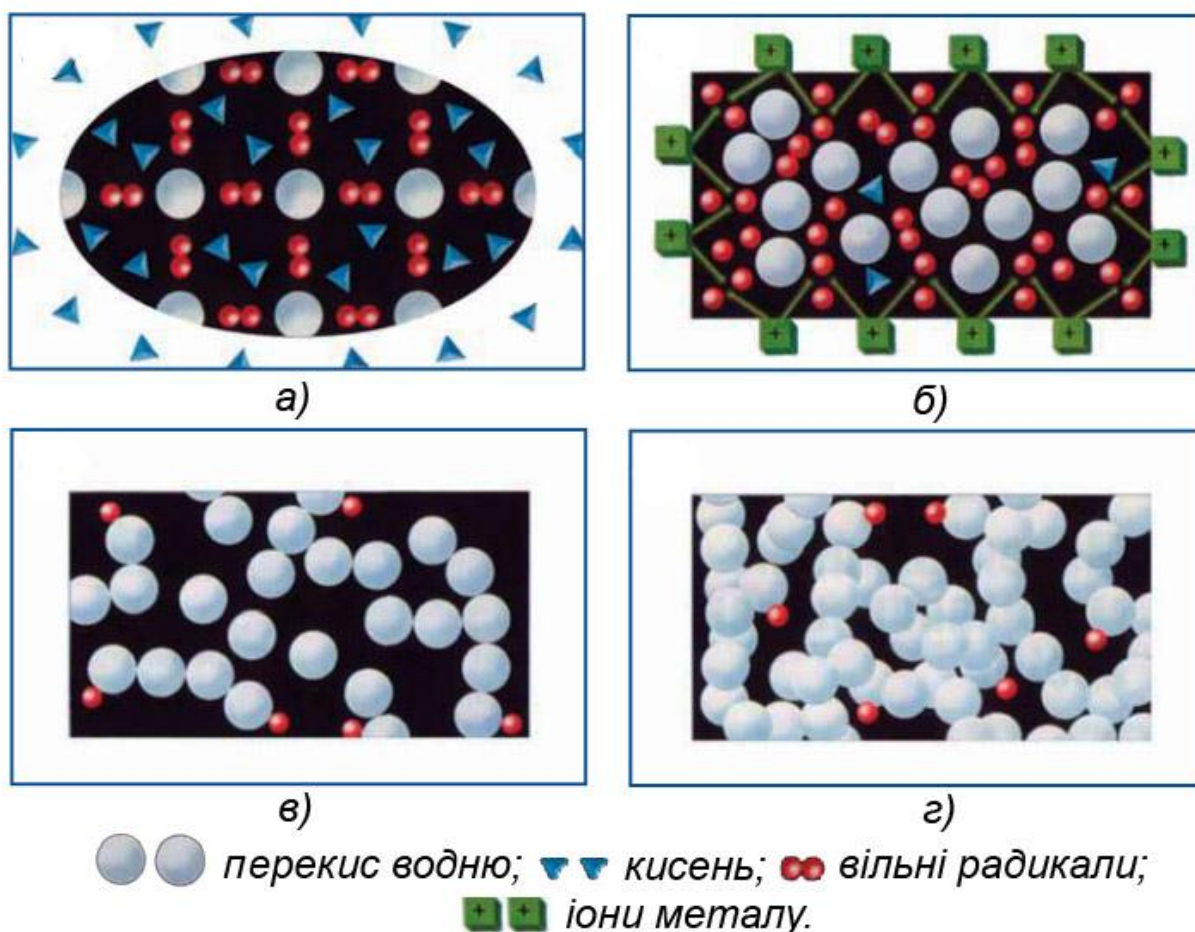


Рисунок 3 – Полімеризація клеїв при анаеробній реакції

Анаеробні клеї мають наступні властивості: дуже висока міцність, хороша термостійкість (від -50°C до $+250^{\circ}\text{C}$), швидке затвердіння, легкість нанесення автоматичним дозатором, оскільки вони однокомпонентні, не потрібна фінішна обробка частин; допустима шорсткість поверхні Ra 8...40 мкм, одночасний ефект герметизації та високої хімічної стійкості, гарна вібростійкість, та стійкість до динамічних навантажень.

Швидкість твердіння анаеробних продуктів, головним чином, залежить від типу поверхонь, величини зазору між деталями.

Рідкі ущільнювачі, або анаеробні герметики використовуються для герметизації пор литва і зварних швів, ущільнення плоских роз'ємних з'єднань, фіксації гладких циліндричних з'єднань, а також ущільнення різьбових трубних з'єднань. Сфера застосування рідких ущільнювачів і фіксаторів у край широка.

До групи фіксаторів і ущільнювачів відносять анаеробні клеї, цианокрилатні клеї, силіконові герметики. Позитивні якості, які мають рідкі ущільнювачі фіксатори, очевидні: це широкі можливості застосування, мінімальна витрата, стійкість до деформацій і повна герметизація. Характеристики анаеробних клеїв для фіксації різьбових з'єднань представлені в таблицях 3 і 4.

Таблиця 3 – Анаеробні клеї для нероз'ємних різьбових з'єднань

Марка клею	УГ-7	УГ-8	УГ-9	УГ-10	АН-111	АН-112	АН-6	АН-6В
Різьба (max), мм	M12	M20	M20	M20	M36	M12	M80	M36
Температура, °С	– 60...+ 150				– 60...+ 175			

Таблиця 4 – Анаеробні клеї для розбірних різьбових з'єднань

Марка клею	УГ-6	УГ-11	УГ-2М	АН-5М	АН-8К	АН-17	АН-18	АН-20
Різьба (max), мм	M20	M12	M20	M20	M36	M36	M36	M36
Температура, °С	– 60...+ 150							

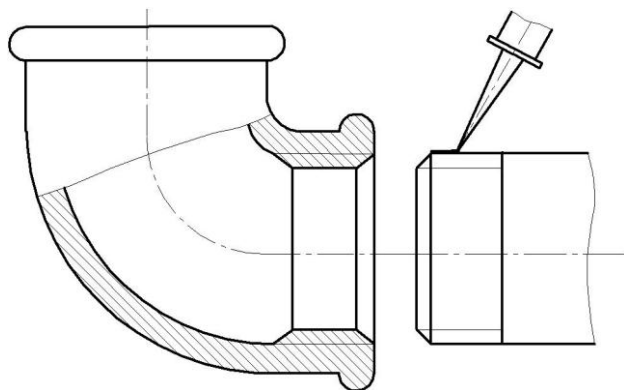
Анаеробні клеї для з'єднань з посадками (втулок, підшипників, тощо) використовуються для фіксації ковзаючих з'єднань – підшипників, заглушок, зубчастих коліс, втулок та інших видів з'єднань металевих поверхонь.

Посадка з натягом при з'єднанні деталей вимагає дорогої механічної обробки з жорсткими допусками, важкого пресового устаткування. При складанні виникають напруження, деформація валів, втулок, підвищується відсоток браку. Використання анаеробних герметиків (таблиця 5) дозволяє перейти на посадку із зазором, відмовитися від накатки валів при одночасному збільшенні границі міцності з'єднання на зсув.

Таблиця 5 Технічні характеристики анаеробних клеїв для посадочних місць

Марка клею	УГ-7	УГ-8	УГ-9	АН-103	АН-112	АН-111	АН-6В
Зазор (max), мм	0,1	0,35	0,2	0,2	0,25	0,15	0,3
Температура, °С	– 60...+ 150			–60-120	–60-175	– 60...+ 150	

Звичайні засоби ущільнення (механічні, пристосування з металу, гуми та ін.), як правило, виготовляються із дефіцитних матеріалів, вимагають великих витрат праці і засобів. Вони часто виявляються технічно непридатними: руйнуються під дією вібрації та навантажень, розчиняються в агресивних рідинах, забруднюють робоче середовище. Значно вигіднішим є застосування анаеробних герметиків у чистому (матеріалом ущільнювача є тільки анаеробний герметик) або ж комбінованому (при нанесенні клейової речовини на металеву прокладку) вигляді надійно забезпечують ущільнення, що витримує тиск газів до 40, рідин до 60 МПа, трясіння, вібрацію.



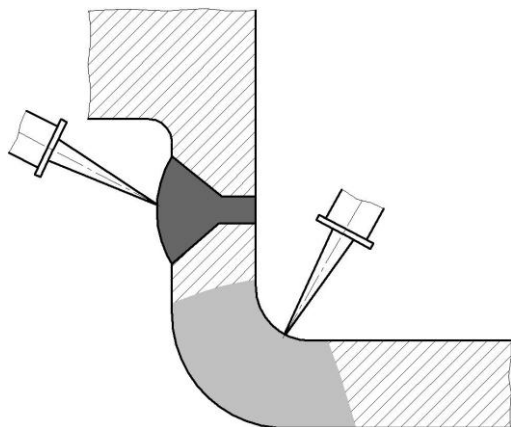
квів у чистому (матеріалом ущільнювача є тільки анаеробний герметик) або ж комбінованому (при нанесенні клейової речовини на металеву прокладку) вигляді надійно забезпечують ущільнення, що витримує тиск газів до 40, рідин до 60 МПа, трясіння, вібрацію.

Рисунок 4 – Схема ущільнення трубних різьб і фланцевих з'єднань анаеробними клеями

Таблиця 6 – Характеристики анаеробних клеїв для трубних різьб

Марка клею	АН-501	АН-8	АН-8К	АН-17	АН-17М	АН-18
Зазор (max), мм	0,2	0,15	0,15	0,1	0,1	0,1
Температура, °С	- 60...+ 150					

Для ліквідації протікання в нещільностях зварних швів, литва, прокату, металокераміці застосовують просочуючі сполуки. З цією метою використовуються низьков'язкі герметики (в'язкість 10...20 МПа). За наявності дефектів більш ніж 0,07 мм можливе комбіноване просочування. Вироби, які заздалегідь просочені низьков'язким герметиком, ущільнюються додатково герметиком з в'язкістю до 200 МПа.



Вироби, які заздалегідь просочені низьков'язким герметиком, ущільнюються додатково герметиком з в'язкістю до 200 МПа.

Марки анаеробних герметиків для просочування пористості наведені в таблиці 7.

Рисунок 5 – Просочування пористості

Таблиця 7 – Технічні характеристики анаеробних герметиків, які застосовуються для усунення мікродефектів

Марка герметика	АН-ПК80*	АН-1	АН-1У	ДН-17	АН-50У	АН-260
Розмір тріщини, пори (max), мм	0,2	0,15	0,15	0,1	0,1	0,1
Температура експлуатації, °С	– 60...+ 150					– 60...+ 150

Примітка: * температура твердіння 95...120 °С

2.2.5 Застосування акрилових клеїв

Акрилові клеї – в'язкі однорідні рідини, здатні тривалий час залишатися в початковому стані, а в присутності кисню повітря швидко твердіють у вузькому зазорі між поверхнями, які склеюють з утворенням міцного клейового з'єднання. Вони призначені для склеювання і герметизації плоских і гладких циліндричних з'єднань. Акрилові клеї відрізняються великою швидкістю твердіння і високою міцністю при відриві (таблиці 8 і 9).

Таблиця 8 – Технічні характеристики акрилових клеїв

Марка клею	АН-103	АН-111	АН-105АБ	АН-106АБ	АН-110АБ
Час схоплювання	15-20 хв. 10-20 с *	5...10 хв.	2...3 хв.	2...3 хв.	15...90 с
Міцність при відриві, МПа	30	30	35	35	30
Температура експлуатації, °С	–60...120	–60...+120		–60...175	–60...150

Прим.: * твердіння з активатором.

Таблиця 9 – Цианокрілатні клеї швидкого твердіння

Марка клею	ТК-200	ТК-201	МИГ	КМ-200	ТК-300
Час схоплювання, хв., не більш	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Міцність при відриві, МПа	28	25	20	20	20
Температура експлуатації, °С	–60...+125		–60...+100		–60...+200

Застосовуються для склеювання різних матеріалів: металу, скла, багат шарового скла, кераміки, пластмас.

2.2.6 Використання еластомірів

Для відновлення гумової поверхні, а також усунення її дефектів використовують еластоміри – це полімери, що мають при звичайних температурах високоеластичні властивості, тобто, здатні до великих оборотних деформацій розтягу. Типові еластоміри каучук і гума.

Сучасні еластоміри є двокомпонентними (база + отверджувач) рідкими і пастоподібними матеріалами на основі гуми хімічного затвердіння з каучуковими і волоконними наповнювачами. Завдяки своїй будові еластоміри дуже швидко повертаються у початковий стан – тобто, мають велику еластичність. Саме тому еластоміри широко використовуються, коли потрібне відновлення устаткування: обгумовування, виготовлення (відливання) нестандартних форм ущільнень і прокладок, відновлення гумових вальців, гумованих поверхонь циліндрів насосів і роторів.

Еластоміри належать до матеріалів багатоцільового призначення. Крім вже вказаних функцій полімери даної групи також можуть використовуватися як захисні покриття. Вони стійкі і до високих температур, і до хімічної дії: хімічна стійкість є однією з головних характеристик еластомірів.

Крім цього, еластоміри прості в застосуванні – головне, правильно підготувати поверхню, на яку наноситиметься еластомір. Рідкі еластоміри наносяться пензлем, пастоподібні – шпателем, причому наносяться тільки на ретельно очищену і знежирену поверхню, на якій не повинно бути ніяких домішок. Після нанесення еластоміри висихають приблизно за 20 хвилин.

Слід відмітити, що наведені способи застосування полімерів для ремонту обладнання удосконалюються і до застосування постійно пропонуються нові прогресивні методи та полімерні композиції.

2.3 Обладнання робочих місць

Для кожної ланки (бригади) студентів передбачається два робочих місця: учбове – для виконання розрахунків, роботи з літературою, оформлення документів і спеціалізоване – для виконання технологічних операцій з застосуванням полімерних матеріалів.

2.4 Вимоги безпеки

При проведенні роботи слід чітко додержуватись загальної інструкції з охорони праці (с. 7). Додаткові вимоги безпеки при проведенні роботи:

- перед початком роботи пересвідчитись у справності і ефективності витяжної вентиляції та інших захисних засобів;
- не починати виконання експериментальної частини роботи без засобів індивідуального захисту (спецодягу, окулярів, рукавичок, мильного крему) та без відповідного розпорядження викладача або лаборанта.
- під час нагрівання компонентів полімерних композицій зберігати потрібну безпечну відстань від джерела нагріву;
- у процесі виконання підготовчих операцій працювати тільки справним інструментом, надійно кріпити або утримувати заготовки та натурні зразки;

2.5 Вказівки по виконанню роботи

2.5.1 Прочитати теоретичний розділ 2.2, систематизувати знання по методах і засобах проведення робіт з полімерними матеріалами.

2.5.2 Ознайомитись з програмою роботи, одержати завдання на виконання тієї чи іншої операції.

2.5.3 Підібрати для кожної операції відповідний інструмент та перевірити його справність.

2.5.4 Зрівнювання тріщин у корпусній деталі епоксидною композицією потрібно проводити у наступній послідовності:

- визначити межі тріщини та на її кінцях просвердлити отвори діаметром 3...4 мм на товщину стінки;
- обробити тріщину під кутом 60...70 °С (рисунок 8) на глибину, величина якої залежить від товщини стінки деталі. При товщині стінки S до 1,5 мм тріщина не обробляється, при товщині 1,5...5 мм глибина фаски становить 1 мм, і якщо S перевищує 5 мм, глибина фаски h повинна знаходитись у межах від 2 до 3 мм;
- зачистити поверхню, яка прилягає до тріщини, на 30...40 мм з кожного боку до металевого блиску і зробити насічки;

- підготувати епоксидну композицію, для чого посудину з необхідною кількістю смоли помістити в гарячу воду і підігріти до 60...80 °С (до розрідження). Безперервно перемішуючи, увести пластифікатор. Продовжувати перемішування ще 5...8 хвилин;

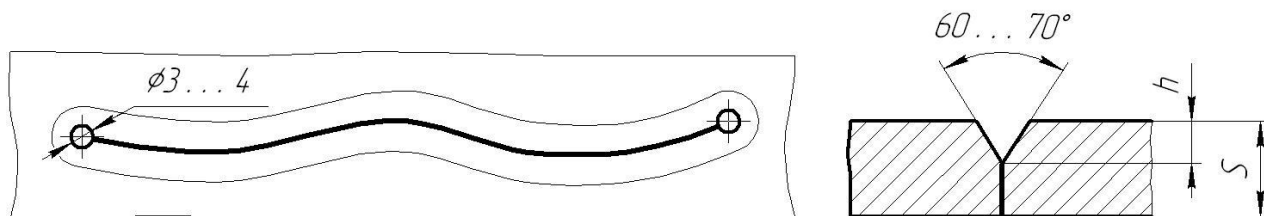


Рисунок 8 – Обробка тріщини перед зарівнюванням

- увести у суміш наповнювач і ретельно перемішувати 8...10 хв.
- за 8...10 хв. до зарівнювання тріщини знежирити ацетоном зачищену поверхню тріщини;
- додати до епоксидної композиції отверджувач і ретельно перемішувати протягом 5 хв.;
- зарівняти тріщину епоксидною композицією, щільно втискуючи її у порожнину тріщини спеціальною лопаткою (шпателем) і нанести на поверхню деталі шар товщиною близько 1 мм;
- помістити деталь у сушильну шафу;
- після твердіння композиції зачистити нанесений шар і видалити напливи;
- перевірити якість зарівнювання тріщин. Відшарування від поверхні деталі епоксидної композиції не допускається.

При усуненні пробоїн скористатись рекомендаціями, наведеними в пункті 2.2.2 і на рисунку 1.

2.5.5 Операція по застосуванню анаеробних герметиків для різьбових з'єднань проводиться у наступній послідовності:

- очистити поверхні різьби болта та отвору;
- знежирити за допомогою розчинника поверхні різьби;
- поколихати флакон (розбовтати герметик);
- нанести анаеробний клей вручну або за допомогою дозуючих пристроїв;

- витримати складене з'єднання при температурі 18...20 °С до отвердіння полімерного складу.

При виконанні операції слід дотримуватись наступних вимог:

- категорично заборонено занурювати болти, металеві, дерев'яні шпателі, пензлики або інші предмети в упаковку з полімером;

- оптимальна кількість продукту, що наноситься, залежить від наступних параметрів: розміру різьби, в'язкості фіксатора і конфігурації деталей. Якщо деталі мають великі розміри, то наносити клей необхідно на обидві поверхні.

- у глухих різьбових отворах клей необхідно наносити на дно отвору в такій кількості, щоб при складанні витиснений рідкий фіксатор розподілився по усій довжині різьбового контакту.

2.5.6 Провести огляд відновленої деталі, з'єднання, оцінити її показники: точність, правильність форми, якість поверхні (при відновленні порожнинної деталі провести випробування на герметичність).

2.5.7 Привести лабораторне обладнання у порядок, здати робоче місце.

2.5.8 Оформити звіт з лабораторної роботи.

2.5.9 Пред'явити викладачеві оформлений звіт.

3 ЗВІТНІСТЬ ПО РОБОТІ

Звіт з лабораторної роботи оформлюється за загальними вимогами.

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 1 Чим відрізняються термопластичні полімери від терморезистивних?
- 2 Область застосування полімерних матеріалів у ремонтній практиці.
- 3 Опишіть призначення компонентів основних видів епоксидних композицій.
- 4 Як проводиться підготовка поверхонь тріщини перед її ремонтом?
- 5 Опишіть послідовність приготування композиції на основі епоксидної смоли.
- 6 Який максимальний час використання епоксидної композиції після додавання отверджувача?
- 7 Наведіть переваги і недоліки методу усунення тріщин клеєзварювальним способом.

8 Як залежить час твердіння епоксидної композиції від температури сушіння з'єднання?

9 Назвіть основні види синтетичних клеїв та окресліть сферу їх застосування при ремонті машин.

10 Окресліть область застосування еластомірів.

5 ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ

1 Яку речовину застосовують у якості пластифікатора при приготуванні епоксидної композиції?

- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 1 Поліетиленполіамін; | 2 Епоксидна смола; |
| 3 Дибутилфталат; | 4 Алюмінієва пудра. |

2 Яку речовину застосовують у якості отверджувача при приготуванні епоксидної композиції?

- | | |
|-----------------------|--------------------|
| 1 Поліетиленполіамін; | 2 Епоксидна смола; |
| 3 Дибутилфталат; | 4 Порошок графіту. |

3 Яку температуру рекомендують підтримувати при твердженні композицій на базі епоксидних смол?

- 1 0...20 °С; 2 20...100 °С; 3 150...200 °С; 4 400...500 °С.

4 Який чинник активує твердіння анаеробних клеїв?

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| 1 Присутність кисню; | 2 Присутність азоту; |
| 3 Відсутність кисню; | 4 Підвищена температура. |

5 Який чинник активує твердіння акрилових клеїв?

- | | |
|----------------------|--------------------------|
| 1 Присутність кисню; | 2 Присутність азоту; |
| 3 Відсутність кисню; | 4 Підвищена температура. |

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Практикум з ремонту машин: [Текст] / Сідашенко О.І., Скобло Т.С., Войтов В.А. та ін. / за ред. О.І. Сідашенко та О.В. Тіхонова. – Харків: ХНТУСГ, 2007. – 415 с.

2. Ульман И.Е. Ремонт машин / [Текст] И.Е. Ульман, Г.А. Тонн, И.М. Герштейн и др. - М.: Колос, 1982. - 446 с.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

РЕМОНТ КОМПРЕСОРА ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ

МЕТА РОБОТИ: Закріплення знань по технології ремонту агрегатів холодильних машин. Одержання практичних навичок у розбиранні, дефектуванні і складанні агрегатів на прикладі фреонового компресора типу ФВ-6.

Час проведення лабораторної роботи: 2 год.

1 ВКАЗІВКИ З ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Під час підготовки до роботи проглянути конспект лекцій, рекомендовану літературу та систематизувати об'єм знань з причин втрати роботоздатності компресорного обладнання.

Усвідомити, у якому порядку і за рахунок яких технологічних методів і засобів проводять заходи з ремонту поршневого компресора холодильних машин.

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Які функції виконують компресори, що входять до складу холодильних агрегатів?

1.2.2 Від яких геометричних параметрів поршневого компресора залежить його продуктивність (подача)?

1.2.3 Яким чином і якими засобами можна змінювати продуктивність (подачу) поршневого компресора?

1.2.4 Яким чином можна регулювати тиск продукту при його подачі поршневим компресором?

1.2.5 У чому полягає різниця між двоциліндровим двоступінчастим і двоциліндровим одноступінчастим компресорами?

1.2.6 Чим відрізняється герметичний компресор від негерметичного? Наведіть переваги і недоліки кожного з них.

1.2.7 Які ознаки свідчать про те, що компресор потребує ремонту?

1.2.8 Перерахуйте основні причини виникнення несправностей компресорів холодильних установок.

1.3 Література для самопідготовки

1. Игнатъев В.Г. Монтаж, эксплуатация и ремонт холодильного оборудования [Текст] / В.Г. Игнатъев, А.И. Самойлов. - М.: Агропромиздат, 1986. - 232 с.
2. Лашутина Н.Г. Холодильные машины и установки [Текст] / Н.Г. Лашутина, Т.А. Верхова, В.П. Суедов. - М.: КолосС, 2006. - 440 с.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

- відповісти на питання викладача, одержати допуск до роботи;
- ознайомитись з теоретичними відомостями про будову компресора ФВ-6, а також основними етапами і методами проведення технологічних операцій з його ремонту;
- розглянути конструкцію натурального зразка компресора ФВ-6, розібрати його на вузли і деталі;
- провести заміри характерних розмірів відповідальних деталей шатунно-поршневої групи компресора, проаналізувати результати і дати рекомендації по подальшим ремонтним діям, направленим на відновлення роботоздатності об'єкту ремонту;
- зібрати і відрегулювати компресор;
- зробити висновки по роботі;
- відповісти на контрольні запитання;
- зарахувати лабораторну роботу у викладача.

2.2 Короткі відомості з теорії

2.2.1 Опис конструкції компресора ФВ-6

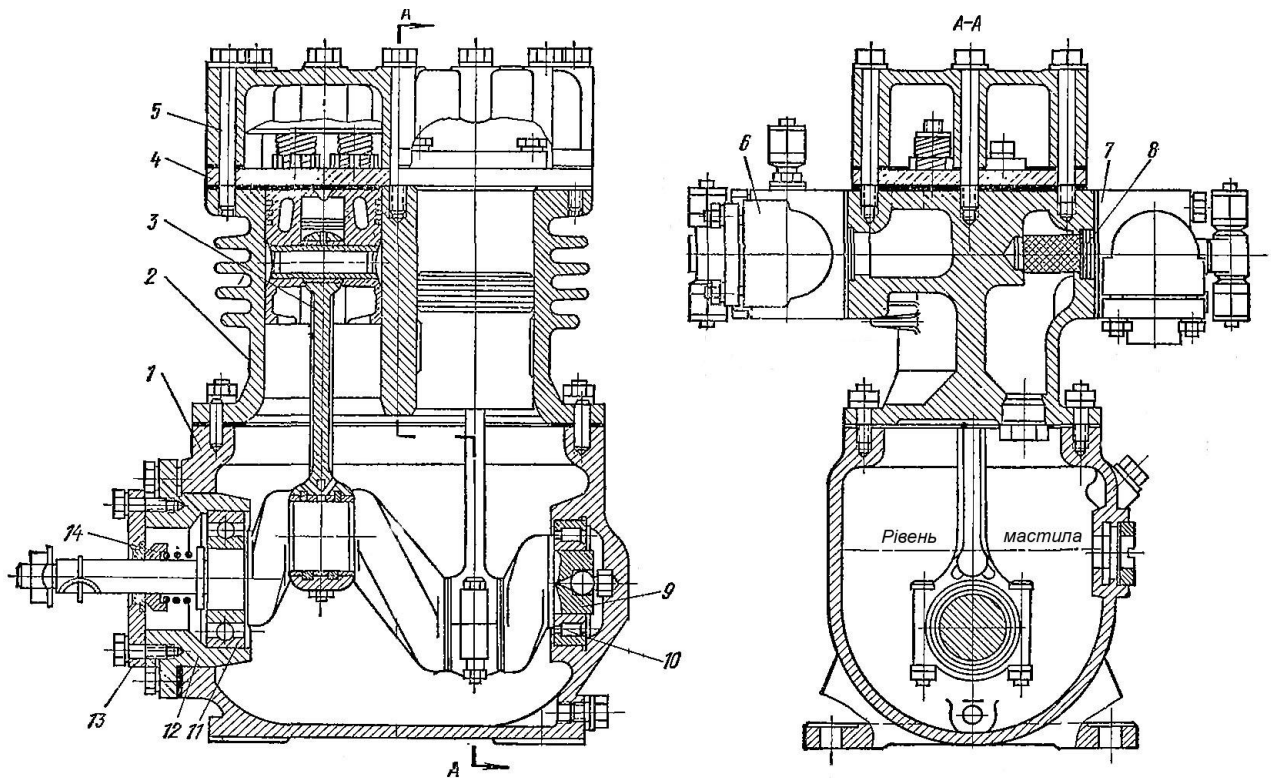
Компресор ФВ-6 застосовується у холодильних машинах фреонового типу середньої холодопродуктивності.

Компресор (рисунок 1) вертикальний двохциліндровий, одноступінчастий, непрямоточний. Діаметр циліндрів 67,5 мм, хід поршня 50 мм, холодопродуктивність визначається залежно від прийнятої частоти обертання вала компресора. При 650 об/хв. вона складає 3000 ккал/год., при 850 об/хв. – 4000 ккал/год. і при 1440 об/хв. – 6000 ккал/год.

Картер литий чавунний, на торцевій передній стінці монтується знімний корпус корінного підшипника з камерою сальника і кришкою.

Чавунний литий блок циліндрів з ребрами охолодження має фланцеві приливи для усмоктувальної і нагнітальної порожнини. Усмоктувальна порожнина сполучена з картером литим каналом, закритим знизу різьбовою пробкою з отвором діаметром 2,5 мм.

Вал сталевий, штампований, двоколінний, без противаг, зі шпонкою і різьбою для кріплення маховика. Вал опирається на два корінні підшипники кочення кульковий і роликівий. Для фіксації осевого переміщення вала під дією пружини сальника в лунці торця вала встановлена кулька, яка опирається на сталевий загартований сухарик, закріплений на різьбі в стінці картера.



- 1 - картер; 2 - блок циліндрів; 3 - шатун з поршнем; 4 - клапанна дошка;
 5 - кришка циліндрів; 6 - нагнітальний вентиль; 7 - всмоктуючий вентиль;
 8 - фільтр; 9 - колінчастий вал; 10 - задній роликівий підшипник; 11 - кульковий передній підшипник; 12 - корпус підшипника; 13 - кришка; 14 - сальник

Рисунок 1 – Конструкція фреонового компресора ФВ-6

Шатуни компресора сталеві, з нижньою рознімною головою, залитою бабітом, і бронзовою втулкою, запресованою у верхній головці.

Поршні з алюмінієвого сплаву із трьома поршневыми кільцями. Нижнє кільце маслоснімне. Палець сталевий плаваючого типу стопориться по торцях пружинними кільцями.

Циліндри зверху закриваються чавунною клапанною дошкою і коробчатою чавунною кришкою із внутрішньою перегородкою.

Клапанна дошка і кришка ущільнені паронітовими прокладками і кріпляться до блоку циліндрів болтами.

Кожний циліндр має по дві пружні стрічкові пластини, всмоктувального клапана і два нагнітальні клапани п'ятачкового типу, встановлені на клапанній дошці, розташованій між блоком і кришкою циліндрів.

Змащення поверхонь тертя циліндро-поршневої групи здійснюється розбризуванням мастила з картера.

Привод компресора здійснюється клиновими пасами через шків-маховик. Запірні вентиля компресора двоходові, лівої і правої моделі, встановлені на стінках блоку циліндра.

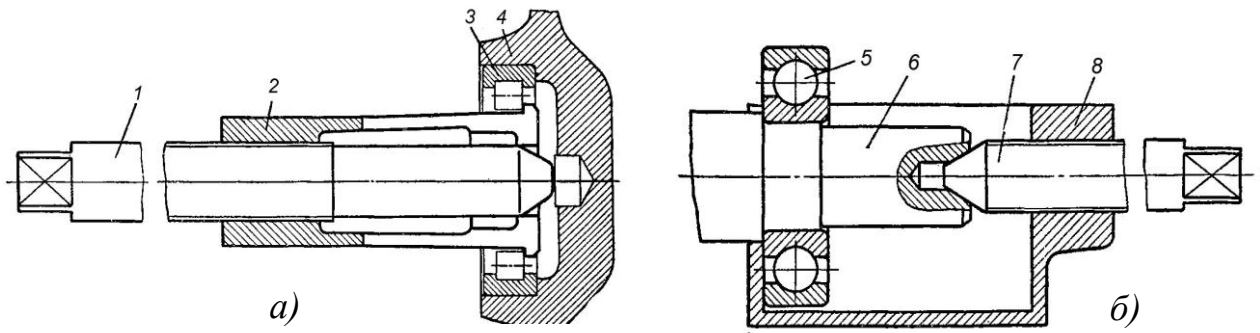
Компресор надходить у ремонт після промивання його в мийній машині гарячим розчином кальцинованої соди або мийним засобом, передбаченим технологією ремонту.

Компресор розбирають у встановленому технологією ремонту порядку на верстаку в спеціальному пристосуванні, що дозволяє повертати компресор у горизонтальній і вертикальній площинах.

Робоче місце слюсаря, зайнятого розбиранням, обладнується підйомниками, необхідною кількістю знімачів і пристосувань.

На рисунку 2, *а*) показаний гвинтовий знімач для випресовки підшипника з картера компресора ФВ-6. Цангова втулка з буртиком пропускається в отвір підшипника, при обертанні конус гвинта роздає порожнини цангової втулки, і її буртик захоплює внутрішню обойму підшипника. При подальшому обертанні конус гвинта впирається у тіло картера і відбувається випресовка підшипника.

Подібні знімачі застосовуються і для розбирання інших спряжень компресора (рисунки 2, *б*).



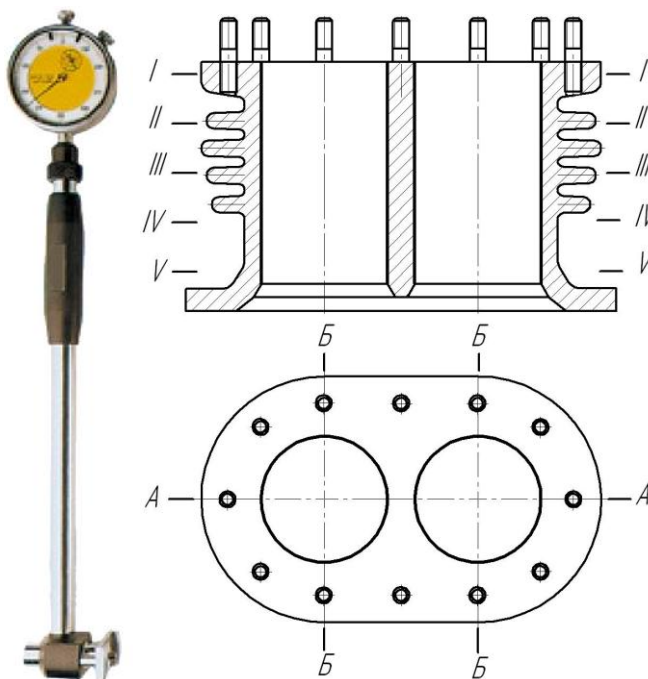
1 - гвинт; 2 - цангова втулка; 3 - підшипник роликів; 4 - картер;
5 - підшипник кульковий; 6 - вал; 7 - гвинт знімача; 8 - захват знімача

Рисунок 2 – Спеціальні знімачі для розбирання компресора

Після розбирання вузлів деталі миються, надходять на стіл дефектувальника і потім у ремонт.

Ремонт блока циліндрів. Основними дефектами циліндрів є зношування дзеркала у вигляді конусної і овальної виробітки його середньої частини, задирок і рисок, зношування різьби під шпильки головки блоку, тріщини і раковини, риски і забоїни на торцевих поверхнях блока.

Овальність і конусність циліндра вимірюються індикатором-нутроміром (рисунок 3) починаючи з перерізу розташування верхнього поршневого кільця у момент його знаходження у верхній мертвій точці.



У кожному перерізі заміряють два розміри: у площині осі колінчатого вала (А-А) і у площині хитання шатуна (Б-Б). Під час замірів заповнюється таблиця вимірів (див. додаток А). Овальність визначається як максимальна різниця діаметрів на одному перерізі виміру, конусність – як максимальна різниця діаметрів в одній площині між верхнім і нижнім перерізом виміру.

Рисунок 3 – Порядок вимірів циліндрів

Результати вимірів звіряють з даними таблиці А3. Якщо овальність і конусність циліндрів менші за допустимі значення (не більш ніж 0,1 мм на 50 мм розміру діаметра) і на дзеркалі наявні тільки незначні риси і задирки, то дзеркало зачищають гострим шабером або абразивним каменем з наступним підбором поршня та поршневих кілець ремонтного розміру.

Зазор між поршнем і циліндром перевіряють щупом.

Він повинен дорівнювати 0,001 діаметра циліндра з максимальним відхиленням + 0,01 мм. Якщо овальність і конусність циліндра вищі за допустимі, або ж на дзеркалі є риси та задирки глибиною або шириною більш ніж 0,5 мм, то його розточують і шліфують до наступного ремонтного розміру з постановкою поршнів і кілець цього ж ремонтного розміру.

Для діаметрів циліндрів встановлено два ремонтні розміри, кожний з яких на 1 мм більший за попередній. Якщо в результаті розточування діаметр циліндрів вийде з останнього ремонтного розміру, а також при наскрізних тріщинах і раковинах блок циліндрів вибраковується.

Циліндри розточують на токарному або розточувальному верстаті. Шліфування дзеркала циліндрів виконується методом хонінгування на хонінгувальному або свердлильному верстаті абразивними брусками, установленими у хонінгувальній головці, яка виконує два рухи – обертальний і зворотно-поступальний. Для рівномірної обробки дзеркала бруски повинні виходити із циліндра в кожную сторону на 15...20 мм. На хонінгування залежно від чистоти попередньої обробки залишають припуск 0,01...0,05 мм.

Риси і забоїни блоку циліндрів на торцевих поверхнях усувають шліфуванням і притиранням. Максимальний зазор між поверхнею торця блоку і лекальною лінійкою повинен бути не більш 0,02 мм.

Різьбові отвори в блоці, на яких є зрив ниток, розсвердлюють, у них нарізають різьбу більшого розміру і виготовляють нові шпильки.

Ремонт колінчастого вала

Колінчастий вал вибраковують при наявності тріщин, обломів і значної погнутості, яку визначають у центрах (рисунок 4).

Заміряють шийки і радіальні биття. Якщо погнутість приводить до биття більш ніж 0,04 мм, вал правлять на гвинтових або гідравлічних пресах.

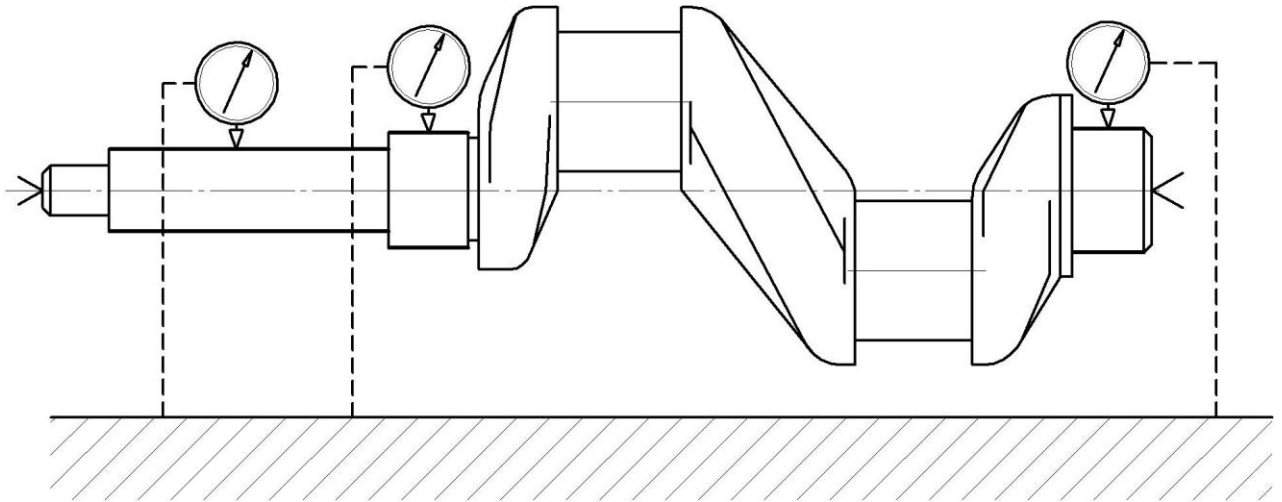


Рисунок 4 – Перевірка биття колінчастого вала

Результати замірів заносять у таблицю А2. При овальності або конусності шийок більш ніж 0,02 мм, що визначається мікрометром, а також при задирках і рисках, шейки вала шліфують у ремонтний розмір (таблиця А4), корінні шийки вала, які опираються на підшипники кочення, ремонтних розмірів не мають.

Якщо в результаті шліфування шийок їх розмір стає меншим за найменший допустимий ремонтний розмір, то шейки вала наплавляють електроімпульсним способом або в середовищі вуглекислого газу. Після наплавлення вал проточують, піддають термообробці і шліфують у номінальний розмір. Твердість шийок після шліфування повинна бути 48...62 HRC, а чистота поверхні не більш Ra 0,05. Невеликі риси на шейках зачищають наждачною шкуркою.

При зносі шпонкової канавки по ширині не більш ніж 0,03 мм ставлять шпонку ремонтного розміру. При значному зносі шпонкового паза його повністю заплавляють, обробляють поверхню і фрезерують новий. Наплавкою ремонтують також і зірвану різьбу.

Ремонт сальника вала. При ремонті сальників вибраковують усі гумові прокладки, пружину, якщо вона втратила необхідну пружність, сталеве кільце, якщо зношування буртика перевищує 2/3 його висоти, сальфон при наявності на ньому тріщин або розривів.

Ремонт сальника вала полягає у пайці нового сальфону до фланця і кільця, випробуванні на герметичність, шліфуванні та притиранні кілець тертя.

Ремонт картера. У картері і його стакані зношуються місця запресовування підшипників кочення. Якщо розмір отвору під запресовування підшипника виходить із установленого технологією ремонту допуску, що визначається при дефектації непрохідною пробкою або видимим на око зносом, картер або стакан картера бракується або розточується під запресовування перехідної сталевий втулки. Після розточування картера на спеціальному пристосуванні перевіряють індикатором співвісність розточеного отвору з отвором передньої кришки. Неспіввісність не повинна перевищувати 0,02 мм.

Підшипники кочення, як правило, бракують і заміняють новими. Підшипники можна залишити для використання, якщо при їх огляді не виявлено тріщин, ознак руйнувань на доріжках, кульках або роликах, ушкоджень сепараторів і якщо шум при обертанні та струшуванні підшипника не перевищує шум еталонного підшипника.

Для зняття і установки підшипників кочення застосовують знімачі, або гідравлічний прес, крім того, зняти або встановити підшипник можна легкими ударами через оправку з м'якого металу по внутрішньому кільцю при посадці підшипника на вал і по внутрішньому кільцю при посадці підшипника в посадкове місце корпусу.

Ремонт поршнів. У поршня зношуються отвори під палець, зовнішня поверхня і канавки поршневого кільця.

У таблиці А4 наведені допустимі відхилення від розмірів, при яких поршні використовують без ремонту. Діаметр отвору під палець і висота канавки вимірюється нутроміром або калібром, а також визначається по величині зазору між поршнем і новими пальцем і кільцем, розміри яких виміряні мікрометром.

При зносі отвору під поршневий палець вище допустимого чавунні поршні розточують до наступного ремонтного розміру, а в алюмінієвих міняють бронзову втулку. По розміру отвору підбирають новий поршневий палець.

Зазор між пальцем і отвором у поршні повинен бути після складання 0,01...0,02 мм. Така висока точність забезпечується методом селекції, тобто підбору до кожного поршня відповідного йому пальця.

Поверхня пальця загартована і шліфувана, тому обробці під час ремонту не піддається. Якщо неможливо точно підібрати палець по розміру отвору в поршні, вибирають палець даного ремонтного розміру і розгортанням доводять отвір у поршні до дійсного розміру пальця.

При відхиленні від допустимих розмірів по діаметру поршні вибраковують. Поршні ремонтних розмірів проточують і переводяться з II-го ремонтного розміру в I-й, а з I-го – у номінальний. При відхиленні по висоті канавок поршні бракуються.

Ремонт поршневих кілець. Знос поршневого кільця визначають за величиною зазору у замку. При установці кільця у циліндр або пристосування у вигляді кільця тепловий зазор у замку повинен бути 0,4...0,6 % від діаметра циліндра. Поршневі кільця бракують, якщо зазор у їх замку перевищує 0,01 від діаметра циліндра або є інші видимі дефекти.

Нові поршневі кільця підбирають із таким розрахунком, щоб після холостого обкатування, тобто після деякого зношування кільця і дзеркала циліндра зазор у замку склав 0,003 від діаметра циліндра. Для цього кожну партію кілець піддають контрольному обкатуванню з метою визначення зносу за час обкатування. Наприклад, якщо номінальний зазор у замку поршневого кільця компресора ФВ-6 становить 0,25 мм, а контрольний знос дорівнює 0,1 мм, то нове кільце слід установлювати із зазором у замку 0,15 мм. Зазор у замку кільця визначають щупом після установки кільця у циліндрі.

Крім теплового зазору, перевіряють щільність прилягання кільця до циліндра. Просвіт між дзеркалом циліндра і кільцем повинен проглядатися в одному або максимально в двох місцях не більше ніж на 1/6 загальної довжини кільця. Не можна підганяти кільце до циліндра, зменшуючи його довжину, тобто підпилюючи в замку, тому що при цьому кільце стає овальним і не буде прилягати до дзеркала циліндра.

Для кожної партії поршневих кілець проводять контрольне випробування пружності. Пружність визначається зусиллям, яке потрібно для стиску кільця до номінального зазору (рисунок 5).

Пружність поршневого кільця холодильного компресора ФВ-6 повинна бути не більш 23 і не менше за 15 Н.

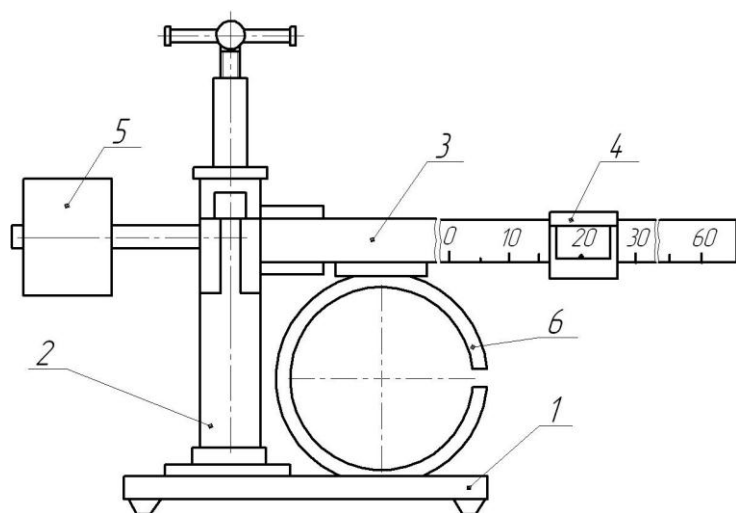


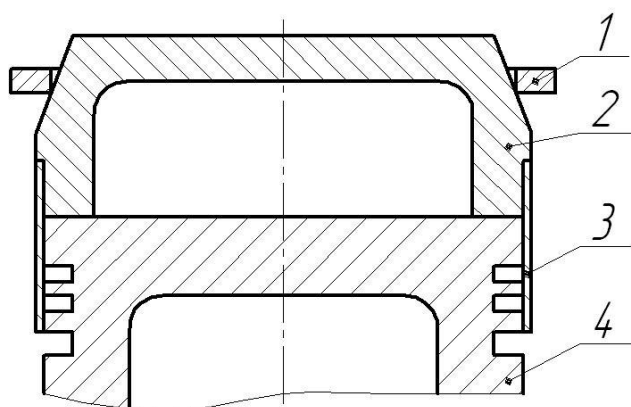
Рисунок 5 – Прилад перевірки пружності поршневих кілець

При індивідуальному способі ремонту поршневі кільця виготовляють по діаметру циліндра, а при масовому – кожному ремонтному розміру циліндра відповідає декілька розмірів кілець із різницею у діаметрі 0,1 мм.

- 1 - основа; 2 - стійка; 3 - важіль;
4 - вантаж; 5 - противага;
6 - поршневе кільце.

Підібрані по циліндру і поршню кільця надіваються на поршень за допомогою напрямних пластинок (рисунок 6) і встановлюються замками в різні боки.

Висота кільця повинна забезпечити вільну посадку його на всій довжині канавки поршня.



Зазор між кільцем і торцем канавки 0,05...0,06 мм. Допустимий при зношуванні – до 0,1 мм. Пружність кільця визначається зусиллям, яке потрібне для стиску кільця до номінального зазору, і повинна бути в заданих межах.

- 1 - кільце; 2 - конус; 3 - напрямна;
4 - поршень

Рисунок 6 – Надягання кілець на поршень

Ремонт шатунів. Найбільшого зносу зазнає втулка верхньої головки шатуна і бабітова заливка (або в залежності від модифікації компресора – вкладиші) нижньої роз'ємної головки. Шатун вибраковують при значній його деформації або зносу тіла в нижній і верхній головці.

Шатуни з незначним згином правлять, а зі зносом втулки верхньої головки та шатунного підшипника в межах, вищих за допустимі, ремонтують, замінюючи втулку і відновлюючи стан шатунного підшипника.

У шатунах оснащених вкладишами нижньої головки, при граничному стані спряження колінчастий вал-вкладиш проводять заміну вкладишів на вкладиші ремонтного розміру у відповідності до розміру шийок колінчастого вала.

Шатунні підшипники з бабітовою заливкою і незначним зносом ремонтують, зменшуючи товщину прокладок або підпилюючи площину рознімання шатуна і його кришки. У результаті такого припасування виникає і збільшується еліптичність отвору підшипника ковзання, тому технологія передбачає обов'язкову наступну шабровку отвору по шийці колінчастого вала.

Заливку підшипника проводять при відставанні бабіту, глибоких рисках, задирках, малій товщині заливки. Найбільш якісний і дорогий антифрикційний сплав бабіт Б83, з вмістом олова 83%, менш якісні: Б16 з вмістом олова 16%, БН і БТ з вмістом олова 10% та ін.

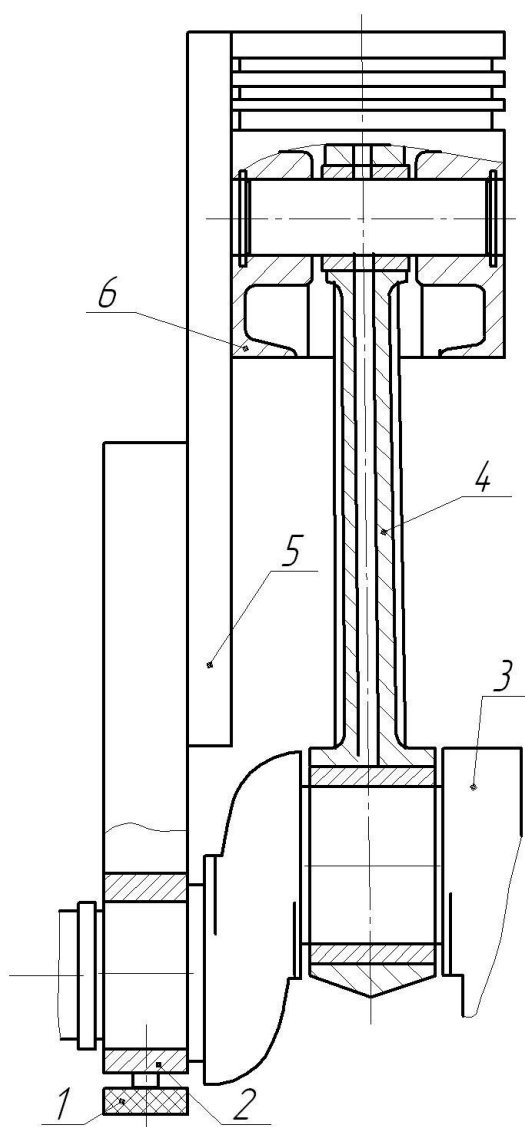
Заливають бабіт у наступній послідовності. Виплавляють старий бабіт, зачищають поверхню сталеву щіткою і знежирюють 10% розчином каустичної соди. Очищену поверхню лудять припоєм ПОС-30.

Шатун збирають у спеціальному пристосуванні з установкою між верхньою і нижньою головкою азбестової прокладки, пристосування нагрівають до температури 180...200° С і заливають безперервним струменем бабіт температурою 450...500° С.

Якщо при ремонті компресора підбирають поршневий палець ремонтного розміру, то втулку верхньої головки не замінюють, а обробляють розгорткою для нового розміру пальця із зазором 0,01...0,02 мм. Втулка повинна бути замінена, якщо зазор між нею і пальцем перевищує 0,03 мм.

Після заливання підшипник ущільнюють роликком на верстаті і розточують по діаметру шийки вала із припуском на шабровку 0,1 мм. На підшипниках не повинно бути недоливів бабіту, раковин, плівок, шлакових включень, тріщин і пористості. Правильно залитий підшипник при ударі по ньому молотком видає чистий металевий звук. Глухий деренчливий звук свідчить про брак заливки.

Після розточування шатунний підшипник збирають і пришабровують по шийці вала. При шабровці тригранним шабером знімають найбільш високі гребінці бабіту, які видні після нанесення на його



поверхню тонкого шару фарби, поки не домогаються рівномірного прилягання поверхні бабіту до шийки вала (4...6 плям на 1 см² поверхні), рівномірного зазору між шийкою вала і підшипником 0,03...0,04 мм і перпендикулярності осі шатуна до осі колінчастого вала.

Перпендикулярність перевіряють на спеціальному пристосуванні (рисунок 7). При перевірці шатунно-поршневої групи у складі між поршнем і шаблоном не повинно бути зазору.

У болтів і гайок, які кріплять кришку до шатуна, не повинно бути зривів різьби або інших дефектів, гайки затягують з відповідним моментом і шплінтують новим шплінтом.

1 - гвинт; 2 - планка; 3 - вал; 4 - шатун;
5 - шаблон; 6 - поршень.

Рисунок 7 – Пристосування перевірки шатунно-поршневої групи

Ремонт клапанної групи. Основна функція клапанної групи – забезпечення щільного прилягання клапанних пластин до сідла, вільне переміщення (без заїдань) їх на усю висоту підйому (1,2...2 мм).

Пластини клапанів повинні бути рівними без задирок і рисок. Покороблені пластини всмоктувальних і нагнітальних клапанів бракують. При ремонті пластини, як правило заміняють, виключення становлять пластинки товщиною понад 1,3 мм, які при зносі меншому за 0,2 мм шліфують і притирають.

Пружини клапанів недостатньо пружні, або такі, що дали осадку 2...3 мм, бракують або направляють на реставрацію. Якість пружин визначають, порівнюючи деформацію пружини, що випробовується, і еталонної пружини від однакового навантаження на спеціальному приладі.

Клапанні дошки з невеликими рисками притирають, з рисками глибиною понад 0,1 мм і жолобленням понад 0,05 мм – перед притиранням направляють на шліфування. Якщо в результаті шліфування товщина дошки повинна зменшитися на 0,5 мм і більш, то такі клапанні дошки вибраковують. Клапанну дошку і пластини клапанів притирають на плиті притиральним пристроєм або вручну. Після притирання робочі площини клапанної дошки і пластин клапанів повинні мати шорсткість Ra 0,025...0,01 мм.

Остаточне взаємне припрацювання робочих поверхонь клапанної дошки і пластинок клапанів відбувається у процесі обкатування компресорів під тиском, після чого визначають щільність клапанів пневматичним випробуванням.

Ремонт запірних вентилів. Основними дефектами вентилів є тріщини корпусу, нещільність у крайніх положеннях шпинделя, нещільність сальника, ушкодження різьби на штуцері корпусу і трійника.

Дефектація усмоктувальних і нагнітальних вентилів проводиться за результатами пневматичного випробування надлишковим тиском повітря 1,6 МПа у ванні з водою. Рідинний ventиль випробовують разом з ресивером. На штуцерах вентилів допускається не більш двох ниток зірваної різьби.

Тріщини корпусу вентиля усувають заварюванням, нещільність вентиля у крайніх положеннях шпинделя усувають притиранням конусів шпинделя і гнізд у корпусі та передньому штуцері. Нещільність сальника усувається шліфуванням шпинделя і заміною прокладок сальника із гуми, стійкої до фреону і масла.

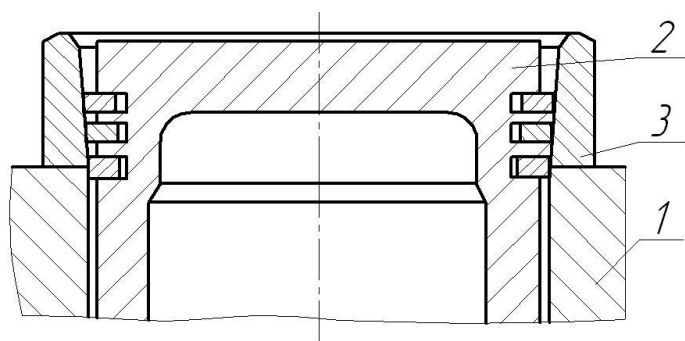
Вентилі після ремонту випробовують під надлишковим тиском повітря не менш ніж 1,6 МПа.

Складання компресора. Перед складанням усі деталі промивають у бензині, обдувають стисненим повітрям і злегка змащують.

Притерті деталі поміщають на гумових, паронітових або дерев'яних поверхнях-підкладках. Стежать, щоб деталі не зберігалися у вологих місцях і не контактували з водою. Усі поверхні тертя змащують мастилом.

Складання компресора виконують по вузлах, потім вузли збирають у встановленій послідовності із застосуванням різних пристосувань і оснащення.

Наприклад, поршень з шатуном вставляють у циліндр за допомогою конусної втулки, показаної на рисунку 8.



Зібраний шатун повинен легко провертатися на валу від руки, шатунні болти повинні бути повністю затягнуті і зашплінтовані новими шплінтами.

1 - циліндр; 2 - поршень; 3 – втулка

Рисунок 8 – Постановка поршня у циліндр

Розмір мертвого (шкідливого) лінійного простору (зазор між днищем поршня у верхній мертвій точці (в.м.т.) і клапанною дошкою) повинен становити 0,01 діаметра циліндра плюс 0,1 мм. Величину його визначають свинцевими або восковими відбитками. Для одержання відбитків на кожний поршень кладуть кульку з воску або свинцевий дріт довжиною 10 мм і діаметром 0,5 мм. Установивши клапанну дошку на місце, провертають вручну вал (не менш одного оберту). Після цього розкривають компресор і, вийнявши відбитки, вимірюють їх: свинцеві – штангенциркулем, а воскові – спеціальним індикатором.

Після складання, провертаючи рукою маховик, переконаються у вільному русі кривошипно-шатунного механізму і поршнів. Радіальне і торцеве биття маховика не повинне перевищувати 0,5 мм по його верхньому ободу.

Перше обкатування компресора триває 8 годин, потім його розбирають і контролюють стан поверхонь відповідальних сполучень. Якщо в процесі першого обкатування досягнуте гарне припрацювання деталей, то компресор направляють на друге обкатування, яке проводиться дві години на спеціальному стенді під навантаженням.

2.3 Обладнання робочих місць

Для кожної бригади студентів передбачається два робочих місця: учбове – для виконання розрахунків, роботи з літературою, оформлення документів і спеціалізоване – для виконання технологічних операцій.

Роботи по розбиранню і складанню компресора проводяться на монтажному столі, оснащеному пристосуванням для кріплення компресора, установкою для визначення радіального биття, комплектом інструменту.

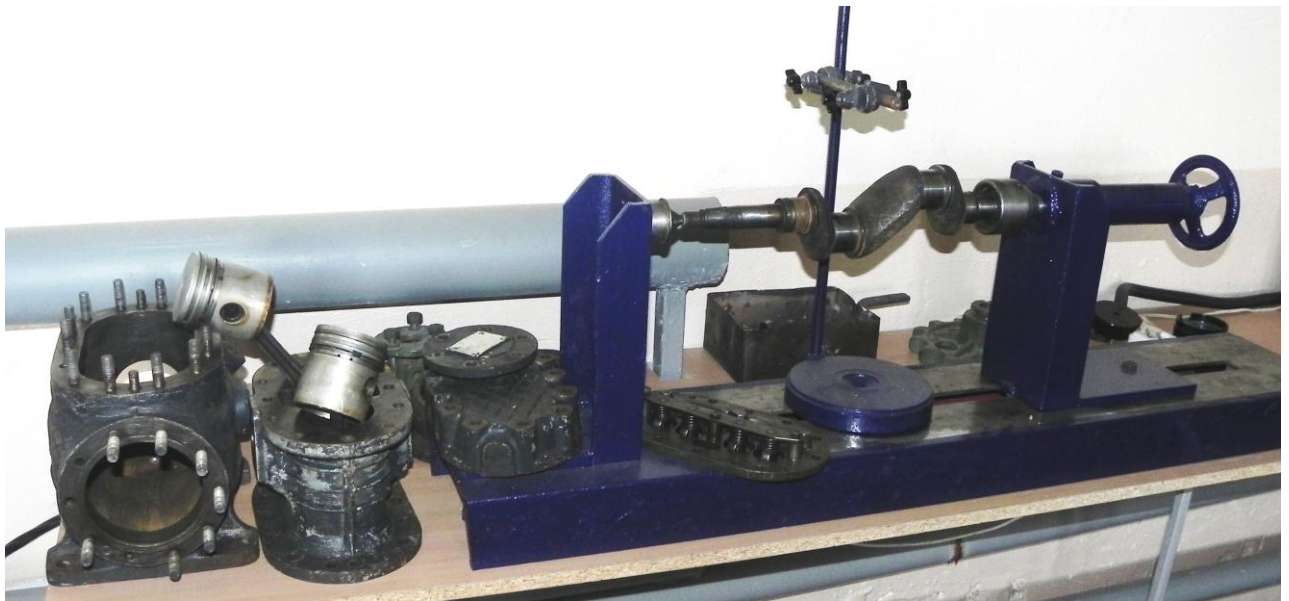


Рисунок 9 – Фото робочого місця з ремонту компресора

Комплект документів і наочних посібників включає у себе: методичні вказівки, плакати, опис комплектності робочого місця, правила техніки безпеки.

2.4 Вимоги безпеки

При проведенні роботи слід чітко додержуватись загальної інструкції з охорони праці (с. 6). При проведенні роботи під час розбирання та складання надійно кріпити компресор, зняті деталі та кріпильні вироби акуратно у відповідному порядку розташовувати на монтажному столі, деталі, які можуть скочуватися, фіксувати;

2.5 Вказівки по виконанню роботи

2.5.1 Вивчити теоретичний розділ 2.2, оглянути комплект пристосувань, оснастки, інструменту, призначеного для виконання лабораторної роботи.

5.2.2 Оглянути натурний зразок компресора, намітити послідовність його розбирання на вузли та деталі.

2.5.3 Підібрати відповідний інструмент і провести розбирання натурального зразка компресора.

2.5.4 Провести візуальний контроль стану поверхонь основних деталей компресора (картера, блоку циліндрів, колінчастого вала, поршнів, шатунів, клапанної дошки) і дати попередній висновок про доцільність подальшого визначення технічного стану цих складових, або ж про їх вибраковку.

2.5.5 Заміряти (згідно рисунку 2) основні розміри циліндрів, заповнити таблицю А1 та визначити овальність та конусність дзеркала циліндрів. Дати рекомендації по подальших ремонтних діях.

2.5.6 Визначити розміри корінних та шатунних шийок колінчастого вала, радіальне биття і прогин, заповнити таблицю А2 і зробити висновок про маршрут усунення несправностей вала.

2.5.7 При наявності пошкоджень і несправностей картера компресора дати рекомендації по його ремонту.

2.5.8 Провести заміри поршнів і поршневих пальців, звірити результати з нормативами (таблиця А5), визначити перспективи їх подальшого використання.

2.5.9 Зробити дефектацію шатунів, визначити характер спряжень нижньої головки з колінчастим валом і верхньої головки з поршневим пальцем, намітити технологічні заходи по відновленню зазначених спряжень.

2.5.10 Визначити стан поршневих кілець, перевірити їх пружність.

2.5.11 Провести повне комплектування складових одиниць і складання шатунно-поршневої групи.

2.5.12 Скласти компресор і перевірити дійсний розмір лінійного мертвого простору циліндра.

2.5.13 Привести натурний зразок компресора у вихідне положення, здати робоче місце лаборантові.

2.5.14 Оформити звіт з лабораторної роботи.

2.5.15 Пред'явити викладачеві оформлений звіт, пояснити результати, отримані при виконанні роботи.

3 ЗВІТНІСТЬ ПО РОБОТІ

Звіт з лабораторної роботи оформлюється за загальними вимогами, наведеними на с. 6. У звіт обов'язково включити:

- опис послідовності розбирання компресора з зазначенням інструменту для виконання операцій;
- таблиці дефектаційних вимірювань основних параметрів базових деталей і висновки по подальших ремонтних заходах з відновлення роботоздатності цих деталей.

4 КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

- 1 Дати коротку технічну характеристику компресору ФВ-6.
- 2 За якими критеріями оцінюють роботоздатність спряження циліндр-поршень компресора?
- 3 Поясніть сутність методу ремонтних розмірів, для відновлення яких спряжень компресора застосовують цей метод?
- 4 При яких дефектах блок циліндрів компресора потрібно обов'язково вибракувати?
- 5 Якими способами відновлюють роботоздатність блока циліндрів?
- 6 Які дефекти характерні для шатунних і корінних шийок колінчастого вала після тривалої експлуатації?
- 7 Назвіть основні дефекти шатунів компресора. Якими способами ці дефекти можна усунути?
- 8 Якими способами відновлюють роботоздатність спряження шатунна шийка вала-нижня головка шатуна?
- 9 З якою метою поршневі кільця випробовують на жорсткість?
- 10 Яким чином визначають значення мертвого лінійного простору робочої камери компресора?
- 11 Якими способами ремонтують клапанну групу компресора?
- 12 З якою метою обкатування зібраного компресора проводять у два етапи? Які операції проводять після першого етапу?

5 ТЕСТОВИЙ КОНТРОЛЬ

1 Компресор ФВ-6 характеризується як...:

- 1 ...вертикальний двохциліндровий, одноступінчастий;
- 2 ...вертикальний одноциліндровий, одноступінчастий;
- 3 ...вертикальний двохциліндровий, двохступінчастий;
- 4 ...вертикальний одноциліндровий, двохступінчастий.

2 Для ФВ-6 співвідношення діаметр циліндра × хід поршня складає:

- 1 50 × 67,5 мм; 2 67,5 × 50 мм; 3 67,5 × 100 мм; 4 76,5 × 50 мм.

3 Овальність і конусність циліндра вимірюються...:

- 1 ...індикаторним глибиноміром; 2 ...індикаторним нутроміром
- 3 ...штангенрейсмусом; 4 ...штангенглибиноміром.

4 Кінцева обробка дзеркала циліндра компресора називається...:

- 1 ...суперфінішування; 2 ...кругле шліфування;
- 3 ...хонінгування; 4 ...притирання.

5 Антифрикційний сплав БАБІТ має у своїй основі...:

- 1 ...сталь та мідь; 2 ...бронзу та мідь; 3 ...бронзу та цинк; 4 ...олово та свинець.

6 Компресор ФВ-6 має кількість компресійних кілець...:

- 1 ...одне; 2 ...два; 3 ...три; 4 ...чотири.

7 Вентилі компресора випробовуються при значенні тиску...:

- 1 ...0,16 МПа; 2 ...1,6 МПа; 3 ...16 МПа; 4 ...160 МПа;

8 Після притирання робочі площини клапанної дошки і пластин клапанів повинні мати шорсткість Ra, мм...:

- 1 ...0,0025...0,001; 2 ...0,025...0,01; 3 ...0,25...0,1; 4 ...2,5...1,0.

9 Твердість шийок колінчастого вала після шліфування повинна бути...:

- 1 ...4,8...6,2 HRC; 2 ...18...20 HRC; 3 ...25...30 HRC; 4 ...48...62 HRC.

10 По регламенту тривалість першого обкатування компресора...:

- 1 ...1 год.; 2 ...2 год.; 3 ...4 год.; 4 ...8 год.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гиль И.М. Устройство, монтаж, техническое обслуживание и ремонт холодильных установок [Текст] / И.М. Гиль, Ю.А. Гринников, В.И. Канторович и др. - М.: Пищевая промышленность, 1974, - 467 с.

2. Канторович В. И. Устройство, монтаж и ремонт холодильных установок [Текст] / В.И. Канторович, И.М. Гиль. - М.: Агропромиздат, 1985. - 320 с.

Додаток А
(довідковий)

Довідкові дані для виконання роботи

Таблиця А1 – Результати вимірювання діаметрів циліндрів

Параметри	Пояси замірів									
	I		II		III		IV		V	
	Площини замірів									
	A-A	B-B	A-A	B-B	A-A	B-B	A-A	B-B	A-A	B-B
Перший циліндр										
Розмір, мм										
Знос, мм										
Овальність, мм										
Конусність, мм										
Другий циліндр										
Розмір, мм										
Знос, мм										
Овальність, мм										
Конусність, мм										

Таблиця А2 – Результати вимірювання шийок колінчастого вала

	Пояс виміру	Площина вимі- ру	Номер шийки	
			1	2
Корінні шийки	I-I	A-A		
		B-B		
		Овальність		
	II-II	A-A		
		B-B		
		Овальність		
	Конусність	A-A		
B-B				
Радіальне биття				
Шатунні шийки	I-I	A-A		
		B-B		
		Овальність		
	II-II	A-A		
		B-B		
		Овальність		
	Конусність	A-A		
B-B				
Радіус кривошипа				

Таблиця А3 – Розміри циліндрів компресора ФВ-6

Діаметр циліндра		Діаметр поршня за кресленням	Зазор поршень-циліндр		
за кресленням	гранично допустимий (без ремонту)		за кресленням		гранично допустимий (без ремонту)
			від	до	
$67,5^{+0,03}$	$67,625$	$67,5_{-0,10}^{-0,05}$	$0,05$	$0,013$	$0,35$

Таблиця А4 – Розміри шийок колінчастого вала

Шийки вала	Номинальний діаметр, мм	1-й ремонтний розмір, мм	2-й ремонтний розмір, мм
Шатунні	$42_{-0,050}^{-0,025}$	$41_{-0,050}^{-0,025}$	$40_{-0,050}^{-0,025}$
Корінні	$35_{+0,020}^{+0,030}$	Ремонтних розмірів на передбачено	

Таблиця А5 – Розміри елементів поршня компресора

Найменування показника	Значення, мм
Діаметр зовнішньої поверхні поршня: - номінальний - допустимий	$67,4_{-0,06}^{-0,03}$ $67,28$
Діаметр отвору під палець: - номінальний - допустимий без ремонту	$20^{+0,023}$ $20,033$
Висота канавки під поршневе кільце: - номінальна - допустима	$3^{+0,02}$ $3,06$

ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ

ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО СПОСОБУ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕТАЛІ

МЕТА ЗАНЯТТЯ: Закріпити теоретичні знання з застосування основних способів відновлення деталей технологічного обладнання, набути практичних навичок з обґрунтування та вибору раціонального способу усунення дефектів деталей.

Час проведення практичного заняття: 2 год.

1 Порядок виконання роботи

- Вивчити суть, порядок і методику вибору раціонального способу відновлення зношених поверхонь деталі;
- Виконати практичний розрахунок з метою вибору раціонального способу відновлення конкретних поверхонь зношеної деталі.

2 Завдання для самопідготовки

У процесі підготовки до заняття студент повинен розглянути питання:

- суть, характеристики, особливості і області застосування найбільш поширених методів і способів відновлення деталей;
- методику вибору раціонального способу відновлення деталей;

3 Теоретичні відомості

3.1 Загальні відомості про відновлення деталей

У процесі експлуатації технологічного обладнання деталі машин та їх з'єднання втрачають працездатність, що вимагає або їхньої заміни, або відновлення. Ця проблема може бути вирішена не тільки за рахунок заміни зношених деталей новими, що простіше, але й, в основному, за рахунок ремонту та їх відновлення, що значно економічніше. На запасні частини до обладнання витрачається понад 40...50% металу, що йде на виготовлення машин.

Технологічний процес ремонту машин є значно складнішим за процес виготовлення нових машин, тому що він містить у собі крім усіх процесів машинобудівного виробництва, а саме: виготовлення деталей, складання, обкатування, фарбування тощо, також додаткові специфічні процеси, що виконуються саме при ремонті – приймання машини в ремонт, очищення, мийку, розбирання, дефектацію та ін.

Дослідженнями встановлено, що 85% деталей машин стають непридатними при зносах поверхонь не більш 0,2...0,3 мм, а собівартість відновлення становить 50...60 % від вартості нової деталі. До того ж в останні роки розроблені й застосовуються технології, які дозволяють одержати ресурс відновленої деталі на рівні нової і навіть вище.

Джерелом економії витрат при проведенні ремонтних робіт машин у порівнянні з їх виготовленням є використання придатних для подальшої експлуатації деталей після відновлення. При відновленні деталей витрати на матеріали і заготівельні роботи мінімальні, тобто роль заготовок при цьому виконують зношені деталі. Відновлення зводиться до нарощування невеликої кількості металу поверхневого шару або механічної обробки під необхідний ремонтний розмір. Тому відновлення багатьох деталей є доцільним і економічно вигідним.

3.2 Критерії вибору раціонального способу відновлення

Зношені поверхні деталей можуть бути відновлені, як правило, кількома способами. Для забезпечення кращих техніко-економічних показників у кожному конкретному випадку залежно від конструктивних особливостей деталі, масштабів виробництва необхідно вибирати із числа можливих найбільш раціональний спосіб, який забезпечував би найкращі їх значення.

Вибір раціонального способу відновлення залежить від конструктивно-технологічних особливостей робочої поверхні деталей (форми і розміру, матеріалу і термообробки, поверхневої твердості і шорсткості), від умов їх роботи (характеру навантаження, виду тертя) і зношування, а також від вартості відновлення.

Для врахування усіх цих факторів при виборі раціонального способу рекомендується послідовно користуватися трьома критеріями:

- технологічним (застосовності);
- технічним (довговічності);
- техніко-економічним (собівартості і довговічності).

3.3 Вибір способу за технологічним критерієм

Технологічний критерій (критерій застосовності) ураховує, з одного боку, особливості підлягаючих відновленню поверхонь деталей, а з іншого – технологічні можливості відповідних способів відновлення.

Крім того, необхідно враховувати технологічні можливості конкретного підприємства, де буде проводитися відновлення (наявність обладнання, пристосувань, робочих кадрів, матеріалів і т.д.). Технологічні можливості способів відновлення деталей установлюють за їхніми характеристиками, які дані в спеціальній довідковій і технічній літературі.

При цьому можна користуватися наступними рекомендаціями:

1 Для відновлення деталей, що утворюють нерухомі з'єднання:

- при зносі до 0,02 мм застосовувати електроіскрове нарощування;
- при зносі 0,02...0,08 мм доцільно застосовувати електроімпульсне нарощування або гальванічне покриття.

2 Для відновлення деталей, що утворюють рухомі з'єднання, рекомендується:

- при зносі до 0,5 мм – хромування або тверде остальювання;
- при зносі 0,5...2,0 мм шар металу найбільш доцільно нарощувати вібродуговою наплавкою, наплавленням у середовищі CO₂, газопламеневими методами або електроконтактним напіканням металевого порошку.

3 Для відновлення деталей рухливих сполучень, що працюють на принципі кочення (перекочування) поверхонь при абразивному зносі можна застосовувати:

- при зносі поверхні до 0,6 мм – електроімпульсне нарощування електродом, що містить хром, ванадій, марганець (ХВГ);
- при зносі 0,6...5 мм – автоматичну електродугову наплавку під шаром флюсу порошковими матеріалами або вібродугову наплавку;
- при зносі більш 5 мм електрошлакову наплавку та заливку рідким металом.

При відновленні деталей технологічного обладнання, таких як роздавальні коробки, шнекові пристрої, транспортери, компресори, насоси, тощо; рекомендовані способи можуть бути наступні:

- гальванічне нарощування, за допомогою якого доцільно відновлювати плунжерні пари гомогенізаторів, гільзи циліндрів, поршневі пальці, стержні клапанів, посадкові місця підшипників у чавунних і сталевих корпусних деталях;
- електроіскрове і електроімпульсне нарощування використовують для відновлення посадкових місць під маточини шківів, зубчастих коліс, кілець підшипників кочення на валах і в корпусних деталях;

- електродугову наплавку під шаром флюсу дротом або порошковими стрічковими електродами, яку використовують для відновлення опорних котків і підтримувальних роликів транспортерів, різноманітних масивних валів і т.п.;
- електроконтактним напіканням металевими порошками відновлюють тарілки клапанів, шийки колінчастих валів компресорів, інші деталі;
- вібродуговою наплавкою і наплавкою у середовищі захисних газів з наступною зміцнюючою обробкою відновлюють шийки валів невеликих діаметрів, осі, шліци на валах, шпинделі верстатів і т.п.

Принципова можливість застосування деяких найпоширеніших методів відновлення наведена в таблиці 1 [2].

На підставі технологічних характеристик встановлюють можливі способи відновлення різних поверхонь деталі за технологічним критерієм, кількість яких приймають рівним 3...4 (звичайно не менше 3-х).

3.4 Вибір способу за технічним критерієм

Для подальшого скорочення числа можливих способів відновлення користуються технічним критерієм (критерієм довговічності), відповідно до якого відбирають для наступного аналізу тільки ті з них, які забезпечують міжремонтний ресурс відновленої поверхні деталі не нижче мінімально допустимого.

При виборі раціонального способу відновлення за критерієм довговічності користуються коефіцієнтом довговічності, який розраховують за формулою:

$$K_D = K_3 \cdot K_B \cdot K_{3ч} \cdot K_P \quad (1)$$

де K_3 - коефіцієнт зносостійкості;

K_B - коефіцієнт витривалості;

$K_{3ч}$ - коефіцієнт зчеплення;

K_P - поправочний коефіцієнт (коефіцієнт роботоздатності).

Чисельні значення коефіцієнтів-аргументів визначають на підставі стендових і експлуатаційних випробувань нових і відновлених деталей.

Зразкові значення коефіцієнтів, визначені за результатами досліджень для найпоширеніших методів відновлення, наведені в таблиці 2.

Таблиця 1 – Технологічні характеристики основних способів відновлення зношених поверхонь

Характеристика	Способи відновлення													
	Наплавка в CO ₂	Наплавка під шаром флюсу	Наплавка віродугтова	Дугтова металізація	Газополум'яне напигнення	Плазмове напигнення	Хромування	Остгловання	Електрококтатна приварка металового шару	Ручна наплавка	Електромеханічна обробка	Обробка під ремонтний розмір	Установка додаткової деталі	Пластичне деформування
Види металів і сплавів до яких застосовують даний спосіб	Сталь	Усі матеріали	Сталь, чавун ковкий і сірий	Усі матеріали	Усі матеріали	Усі матеріали	Усі матеріали	Усі матеріали	Усі матеріали	Сталь	Сталь	Усі матеріали	Усі матеріали	Сталь
Види поверхонь, до яких застосовують даний спосіб	Зовнішні циліндричні, плоскі	Зовнішні і внутрішні циліндричні	Зовнішні і внутрішні циліндричні	Зовнішні і внутрішні циліндричні, плоскі	Зовнішні і внутрішні циліндричні, плоскі	Зовнішні і внутрішні циліндричні, плоскі	Зовнішні і внутрішні циліндричні, плоскі	Зовнішні і внутрішні циліндричні, плоскі	Зовнішні і внутрішні циліндричні, плоскі	Зовнішні циліндричні, плоскі	Зовнішні циліндричні, плоскі	Зовнішні і внутрішні циліндричні, плоскі	Зовнішні і внутрішні циліндричні, плоскі	Зовнішні і внутрішні циліндричні, плоскі
Мінімальний зовнішній діаметр поверхні, мм	15	50	15	30	30	30	5	12	10	10	30	30	Визначають за умовами міцності деталей з конструктивних міркувань	Визначають за умовами міцності деталей з конструктивних міркувань
Мінімальний внутрішній діаметр поверхні, мм	–	–	–	–	–	–	40	40	60	40	–	–	–	–
Мінімальна товщина покриття, мм	0,5	1,5	0,5	0,3	0,3	0,3	0,05	0,1	0,1	1,0	0,05	–	–	–
Максимальна товщина покриття, мм	3,5	5,0	3,0	3,0	1,5	3,0	0,3	1,5	1,5	6,0	0,12	–	–	–
Застосованість для деталей, що зазнають знакоперемінні навантаження	Застосовують	Не застосовують	Застосовують	Застосовують	Застосовують	Застосовують	Застосовують	Застосовують	Застосовують	Застосовують	Застосовують	Застосовують	Застосовують	Застосовують

Таблиця 2 – Значення коефіцієнтів, що визначають довговічність роботи відновлених деталей [2, 3]

Спосіб відновлення	K_3	K_B	$K_{зч}$	K_p
Наплавка у середовищі CO ₂	0,95	0,95	1,00	0,82
Вібродугова наплавка	0,95	0,62	1,00	0,82
Наплавка під шаром флюсу	1,10	0,82	1,00	0,86
Дугова металізація	1,15	0,80	0,70	0,80
Газополум'яне напилювання	1,15	0,80	0,70	0,80
Плазмове напилювання	1,25	0,85	0,75	0,80
Хромування (електролітичне)	1,15	0,85	0,70	0,90
Залізнення (електролітичне)	1,10	0,80	0,70	0,80
Електроконтактна наплавка (приварка) металевого шару	1,00	0,80	0,85	0,80
Ручна наплавка	1,00	0,80	1,00	0,80
Полімерні композиції	0,90	0,80	1,00	0,85
Електро механічна обробка	1,00	1,20	1,00	0,90
Обробка під ремонтний розмір	1,00	1,00	1,00	0,88
Установка додаткової деталі	1,00	0,80	1,00	0,86
Пластичне деформування	0,90	1,00	1,00	0,90

З декількох варіантів способу відновлення зношеної поверхні раціональним за коефіцієнтом довговічності буде той спосіб, для якого коефіцієнт має максимальне значення.

Залежно від фізичної сутності процесів, що протікають при відновленні деталей, технологічних і інших ознак існуючі способи ділять на десять груп (додаток А, таблиця А1).

3.5 Вибір способу за техніко-економічним критерієм

Для остаточного вибору способу, або, якщо встановлено, що необхідному значенню коефіцієнта довговічності для даної поверхні деталі задовольняють кілька способів відновлення, оптимальний з них вибирають за техніко-економічним критерієм, чисельно рівним відношенню собівартості відновлення до коефіцієнта довговічності для цих способів.

У якості раціонального в цьому випадку приймають той спосіб, який забезпечує мінімальне значення техніко-економічного критерію:

$$K_{Ei} = \frac{C_{vi}}{K_{di}}, \quad (2)$$

де K_{Ei} - техніко-економічний критерій i -того способу відновлення;

C_{vi} - витрати на відновлення поверхні деталі i -тим способом, грн.;

K_{di} - коефіцієнт довговічності відновленої поверхні.

У витрати на відновлення поверхні входять: заробітна плата виробничих робітників з нарахуваннями, вартість машино-години роботи обладнання, витрати на матеріали, енергію, стиснене повітря, амортизаційні відрахування та ін.

Якщо витрати на відновлення поверхні заздалегідь невідомі, то їх можна визначити аналітичним шляхом, використовуючи формулу:

$$C_{vi} = C_{ni} \cdot S \cdot K_{inf} \quad (3)$$

де C_{ni} - питома собівартість відновлення одиниці площі зношеної поверхні i -тим способом, грн./см²;

S - площа поверхні, що відновлюється, см²;

K_{inf} - коефіцієнт річної інфляції, що враховує зміну питомої собівартості відновлення поверхні у зв'язку з рівнем інфляції.

Питома собівартість відновлення коливається у досить великих межах і залежить від технологічних можливостей конкретного ремонтного підприємства.

Зразкові значення питомої собівартості відновлення поверхонь різними способами дослідниками визначені в 2007 році. Вони наведені у таблиці 3 [2]. У випадку відсутності даних за собівартістю рекомендується брати її середнє значення з таблиці з поправкою на коефіцієнт інфляції.

Коефіцієнт інфляції до цін 2007 року і в наступні роки можна вибрати з довідкової літератури або Інтернету. Вони також наведені у таблиці 4. На початок 2015 року коефіцієнт складає $K_{inf} = 2,01$ [7].

Таблиця 3 – Питома собівартість відновлення зношених поверхонь деталей найпоширенішими способами

Спосіб відновлення	Питома собівартість відновлення C_n , грн./см ²
Наплавка в середовищі CO ₂	0,24...0,32
Вібродугова наплавка	0,32...0,40
Наплавка під шаром флюсу	0,48...0,56
Дугова металізація	0,32...0,48
Газополум'яне напилювання	0,32...0,48
Плазмове напилювання	0,40...0,56
Хромування електролітичне	0,16...0,36
Залізнення електролітичне	0,02...0,20
Контактна наплавка (приварка) металевого шару	0,34...0,48
Ручна наплавка	0,16...0,24
Полімерні композиції	0,12...0,24
Електро механічна обробка (висадка і згладжування)	0,32...0,36
Обробка під ремонтний розмір	0,03...0,06
Установка додаткової деталі	0,16...0,40
Пластичне деформування	0,03...0,06

Таблиця 4 - Коефіцієнт інфляції по роках (на початок року) [7]

Рік	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Коефіцієнт K_{inf}	1,0	1,12	1,27	1,38	1,50	1,59	1,70	1,81	2,01

4 Методика розрахунку з метою вибору раціонального способу відновлення зношених поверхонь деталі

Завдання на розрахунок: При ремонті масловиготовлювача встановлені зноси гільзи розподільника (зношені поверхні виділені на рисунку 1).

Вихідні дані. Матеріал: сталь **15X**, Кількість на машину: 1.

Дефект 1 – Знос зовнішньої поверхні до діаметра **44,9** мм.

Дефект 2 – Знос внутрішньої поверхні до діаметра **30,4** мм.

Вибрати раціональний спосіб відновлення поверхні 1.

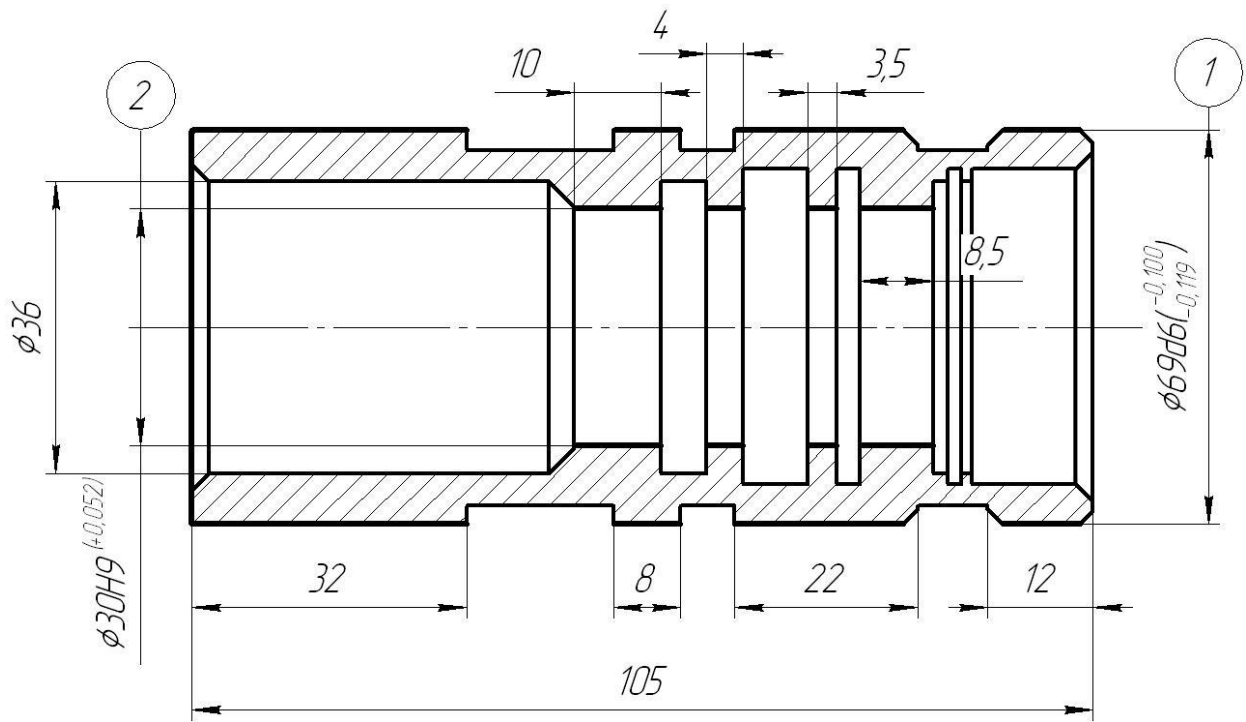


Рисунок 1 – Ескіз деталі, що підлягає відновленню

Приклад виконання.

Обґрунтування вибору раціонального способу відновлення проводимо, використовуючи три основні критерії:

- а) технологічний, що характеризує принципову можливість застосування кількох способів для відновлення поверхні деталі;
- б) технічний – критерій, оцінюючий властивості відновленої поверхні деталі. Показником при цьому є значення коефіцієнта довговічності, що визначається за формулою (1):

$$K_D = K_3 \cdot K_B \cdot K_{3ч} \cdot K_P,$$

де K_3 , K_B , $K_{3ч}$, K_P - коефіцієнти зносостійкості, витривалості, зчеплення і роботоздатності відновленої деталі в умовах експлуатації (нормативні коефіцієнти, прийняті за довідковими даними).

Коефіцієнт довговічності пропорційний терміну служби деталі в експлуатації і раціональним буде спосіб, для якого K_D максимальний.

- в) техніко-економічний критерій – зв'язує вартість відновлення деталі і її довговічність і оцінюється за формулою (2):

$$K_E = \frac{C_e}{K_D},$$

де C_e - витрати на відновлення поверхні деталі, грн.;

K_D - коефіцієнт довговічності відновленої поверхні.

Вибір способу за технологічним критерієм

Враховуючи властивості деталі – конфігурацію, матеріал, твердість, ступінь зносу і розміри, згідно з рекомендаціями (таблиця 1) вибираємо кілька способів відновлення. Для розглянутого випадку найбільш прийнятними способами відновлення поверхні 1 гільзи можна вважати наступні способи:

а) наплавку поверхні в середовищі вуглекислого газу: матеріал – сталь, поверхня – зовнішня циліндрична, зовнішній діаметр поверхні більш ніж 15 мм, товщина покриття 0,5...3,5 мм;

б) вібродугова наплавка: матеріал – сталь, поверхня – зовнішня циліндрична, зовнішній діаметр поверхні більш ніж 15 мм, товщина покриття 0,5...3,5 мм;

в) залізнення (осталювання): матеріал – сталь, поверхня – зовнішня циліндрична, зовнішній діаметр поверхні більш ніж 12 мм, товщина шару покриття у межах 0,1...1,5 мм.

Оцінка способів відновлення деталі за технічним критерієм

Значення коефіцієнтів для вибраних способів приймаємо за таблицею 2:

Спосіб 1 $K_{з1} = 0,95$; $K_{в1} = 0,95$; $K_{зч1} = 1,0$; $K_{р1} = 0,82$.

Спосіб 2 $K_{з2} = 0,95$; $K_{в2} = 0,62$; $K_{зч2} = 1,0$; $K_{р1} = 0,82$.

Спосіб 3 $K_{з3} = 1,10$; $K_{в3} = 0,80$; $K_{зч3} = 0,7$; $K_{р3} = 0,80$.

З урахуванням цього:

а) при наплавці поверхні в середовищі вуглекислого газу

$$K_{Д1} = 0,95 \cdot 0,95 \cdot 1,0 \cdot 0,82 = 0,74.$$

б) при вібродуговій наплавці

$$K_{Д2} = 0,95 \cdot 0,62 \cdot 1,0 \cdot 0,82 = 0,483.$$

в) при залізненні (осталюванні)

$$K_{Д1} = 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1,7 \cdot 0,8 = 0,493.$$

Звідси випливає, що раціональним способом відновлення зовнішньої поверхні деталі за технічним критерієм буде наплавка зношеної поверхні в середовищі вуглекислого газу, де коефіцієнт $K_{д1} = 0,74$ має максимальне значення з визначених способів.

Визначення вартості відновлення зношеної поверхні гільзи

У зв'язку з відсутністю довідкових даних, визначаємо вартість відновлення поверхні деталі для кожного вибраного способу відновлення, використовуючи формулу (3):

Площа поверхні 1 дорівнює сумі площ бічних поверхонь чотирьох циліндрів діаметром $D = 45$ мм при довжині:

$$l_1 = 32 \text{ мм}; l_2 = 8 \text{ мм}; l_3 = 22 \text{ мм}; l_4 = 12 \text{ мм}.$$

Площа бічної поверхні циліндра визначається за формулою:

$$S = \pi \cdot D(l_1 + l_2 + l_3 + l_4) \quad (4)$$

$$S = 3,14 \cdot 45(32 + 8 + 22 + 12) = 10461,5 \text{ мм}^2 \approx 105 \text{ см}^2$$

Підставивши у формулу (3) знайдене значення площі поверхні і беручи до уваги $K_{инф}$, одержимо собівартість відновлення поверхні гільзи вибраними способами відновлення:

а) наплавка поверхні у середовищі вуглекислого газу при питомій вартості $C_{н1} = 0,28$ грн./см² (таблиця 3):

$$C_{e1} = 0,28 \cdot 105 \cdot 2,01 = 59,1 \text{ грн.}$$

б) вібродугова наплавка, при $C_{н2} = 0,36$ грн./см² (таблиця 3):

$$C_{e2} = 0,36 \cdot 105 \cdot 2,01 = 76,0 \text{ грн.}$$

в) залізнення, при $C_{н3} = 0,11$ грн./см² (таблиця 5):

$$C_{e3} = 0,11 \cdot 105 \cdot 2,01 = 23,2 \text{ грн.}$$

Порівнюючи знайдені значення, встановлюємо, що за собівартістю відновлення поверхні гільзи самим економічним є спосіб, витрати по якому мінімальні, тобто де $C_{e3} = 23,2$ грн. Це спосіб електролітичного залізнення.

Вибір раціонального способу за техніко-економічним критерієм

Оцінку способів відновлення зношеної поверхні деталі за техніко-економічним критерієм проводимо, використовуючи формулу (2):

У цьому випадку будемо мати:

а) для наплавлення поверхні в середовищі вуглекислого газу

$$K_{E1} = \frac{59,1}{0,74} = 79,86 \text{ грн.}$$

б) для вібродугової наплавки

$$K_{E2} = \frac{76,0}{0,483} = 157,35 \text{ грн.}$$

в) для електролітичного залізнення

$$K_{E3} = \frac{23,2}{0,493} = 47,05 \text{ грн.}$$

Як видно зі знайдених значень, раціональним способом відновлення поверхні гільзи за техніко-економічним критерієм є спосіб залізнення, тому що значення $K_{E3} = 47,05$ грн. Серед аналізованих способів цей критерій має найменше значення.

Остаточний вибір раціонального способу відновлення гільзи

Аналізуючи обрані способи за всіма трьома критеріями, відзначаємо, що кожний з них можна використовувати при відновленні зношеної поверхні, однак раціональним способом відновлення гільзи за технічним критерієм буде наплавлення поверхні в середовищі вуглекислого газу, де $K_d = 0,74$ (має максимальне значення), а раціональним способом відновлення поверхні гільзи за техніко-економічним критерієм є спосіб залізнення, тому що значення $K_{E3} = 47,05$ грн. має найменшу величину серед способів, які досліджувались.

Остаточний вибір робимо за техніко-економічним критерієм, тобто в якості раціонального способу відновлення приймаємо залізнення, що дозволяє з мінімальними витратами відновити зношену поверхню гільзи, забезпечивши

при цьому достатню довговічність її роботи, що лише на **33** % уступає наплавленню у середовищі вуглекислого газу, в той час як витрати на відновлення цим способом суттєво менші – на **41** %. Надалі розробляється технологічний процес залізнення поверхні гільзи, визначаються режими обробки і норми часу.

5 Порядок оформлення звіту

Звіт розрахункової роботи включає наступні розділи:

- назва практичної роботи;
- мета роботи;
- теоретична частина, в якій наводяться короткі загальні відомості про критерії вибору і обґрунтування раціонального способу відновлення деталей;
- розрахункова частина, в якій приводиться розрахунок з метою вибору раціонального способу відновлення зношених поверхонь конкретної деталі технологічного обладнання;
- висновки за результатами розрахунку.

6 Контрольні запитання

1 Обґрунтуйте доцільність та наведіть переваги і недоліки відновлення деталей у процесі ремонту технологічного обладнання.

2 Перерахуйте усі відомі вам методи і способи відновлення роботоздатності деталей обладнання.

3 Які конструктивно-технологічні особливості поверхні деталі слід враховувати при розрахунках з метою вибору раціонального способу відновлення?

4 Які значення зносів характерні для найбільш розповсюджених з'єднань і спряжень технологічного обладнання?

5 За якими основними ознаками можна оцінювати застосовність того або іншого способу відновлення для усунення конкретного дефекту деталі?

6 Назвіть три основних критерії вибору раціонального способу відновлення.

7 За якими характеристиками оцінюється той або інший спосіб відновлення при застосуванні технологічного критерію?

8 Від яких факторів залежить розрахункове значення коефіцієнта довговічності при застосуванні технічного критерію?

9 У яких одиницях визначається питома собівартість того чи іншого способу відновлення зношених поверхонь?

10 У яких випадках можливе прийняття для виконання не самого раціонального способу відновлення деталі?

7 Тестовий контроль

1 За статистикою 85% деталей машин стають неприцездатними при зносах поверхонь не більш...:

1 ...0,01...0,05 мм; 2 ...0,2...0,3 мм; 3 ...0,5...0,6 мм; 4 ...0,6...1,0 мм.

2 Який критерій передбачає вибір з кількох можливих способів такого, який дає можливість усунути знос, надати деталі необхідного розміру, твердості, зносостійкості?

1 технічний; 2 технологічний; 3 техніко-економічний; 4 економічний.

3 Який критерій передбачає визначення собівартості відновлення деталі?

1 технічний; 2 технологічний; 3 техніко-економічний; 4 економічний.

4 Який критерій враховує умови роботи деталі в спряженні?

1 технічний; 2 технологічний; 3 техніко-економічний; 4 економічний.

5 Який критерій враховує коефіцієнт довговічності?

1 технічний; 2 технологічний; 3 техніко-економічний; 4 економічний.

6 Який показник характеризує коефіцієнт K_z ?

1 застосовність; 2 зчеплення; 3 зносостійкість; 4 запас.

7 Який показник характеризує коефіцієнт K_B ?

1 валентність; 2 витривалість; 3 взаємозамінність; 4 важливість.

8 Який показник характеризує коефіцієнт K_D ?

1 доцільність; 2 досконалість; 3 довговічність; 4 достатність.

9 Вкажіть розмірність питомої собівартості покриття C_n .

1 грн./м; 1 грн./кг; 1 грн./см²; 1 грн./м³.

10 Який показник характеризує коефіцієнт K_{inf} ?

1 інфляцію; 2 інформацію; 3 інфекцію; 4 інфільтрацію.

Рекомендована література

- 1 Курчаткин В.В. Тельнов, Н.Ф. Ачкасов, К. А. и др. Надёжность и ремонт машин.; Под ред. Курчаткина В. В. - М.: Колос, 2000. - 526 с.
- 2 Пучин Е.А. Технология ремонта машин / Е. А. Пучин, В.С. Новиков, Н. А. Очаковский и др.; Под ред. Е. А. Пучина. - М.: КолосС, 2007.- 488 с.
- 3 Чеботарёв М. И. Выбор рационального способа восстановления изношенной поверхности детали. Учебно-методическое пособие / М.И. Чеботарёв, М.Р. Кадыров, Г.И. Савин. . - Краснодар, КубГАУ, 2015. - 33 с.
- 4 Воловик Е.Л. Справочник по восстановлению деталей. / Е.Л Воловик. - М.: Колос, 1981. - 351 с.
- 5 Черноиванов В.И. Восстановление деталей сельскохозяйственных машин. / В.И. Черноиванов, В.И. Андреев. - М.: Колос, 1983. -288 с.
- 6 Черноиванов В.И. Восстановление деталей машин (Состояние и перспективы) / В.И. Черноиванов, И.Г. Голубев. - М.: ФГНУ „Росинформагротех“, 2010. - 376 с.
- 7 <http://рівень інфляції. ua/>

Додаток А

(довідковий)

Таблиця А1 – Способи відновлення деталей при ремонті машин

Номер групи	Метод відновлення	Спосіб відновлення
1	2	3
1	Слюсарно-механічна обробка	1.1 Обробка під ремонтний розмір (РР). 1.2 Постановка додаткової ремонтної деталі. 1.3 Механічна обробка до виведення слідів зносу і надання правильної геометричної форми. 1.4 Перекомплектування.
2	Пластичне деформування	2.1 Витяжка, відтягнення. 2.2 виправлення (на пресах, наклепом). 2.3 Механічна роздача. 2.4 Гідротермічна роздача. 2.5 Електрогідравлічна роздача. 2.6 Розкочування. 2.7 Механічне обтиснення. 2.8 Термопластичне обтиснення. 2.9 Осадка. 2.10 Видавлювання. 2.11 Накатка. 2.12 Електромеханічне висаджування.
3	Нанесення полімерних матеріалів	3.1 Напилювання: газопламеневе; у псевдозрідженому шарі (вихрове, вібраційне, вібровихрове), ін. 3.2 Обпресування. 3.3 Лиття під тиском. 3.4 Нанесення покриттів (грунтовка, шпаклівка).
4	Ручне зварювання і наплавка	4.1 Газова. 4.2 Дугова. 4.3 Аргонодугова. 4.4 Ковальська. 4.5 Плазмова. 4.6 Термітна. 4.7 Контактна.
5	Механізоване дугове зварювання і наплавка	5.1 Автоматична під флюсом. 5.2 У середовищі захисних газів (аргон, СО ₂ і ін.). 5.3 Дугова з газопламеневим захистом. 5.4 Вібродугова. 5.6 Порошковим дротом або стрічкою. 5.7 Широкошлейфна. 5.8 Лежачим електродом. 5.9 Плазмова (стисненою дугою). 5.10 Багатоелектродна. 5.11 З одночасним деформуванням.

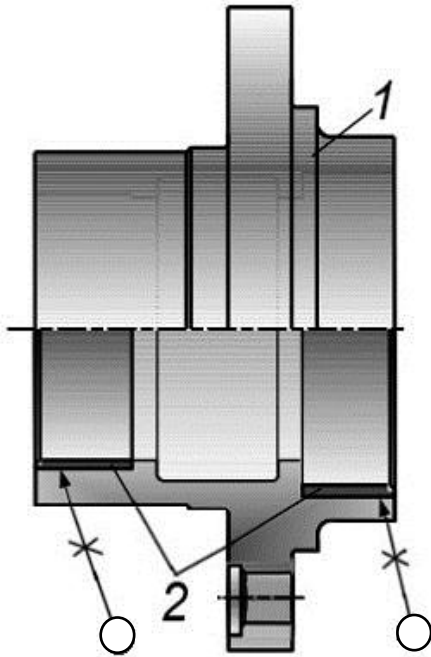
Продовження таблиці А1

1	2	3
6	Механізовані бездугові способи зварювання і наплавки	6.1 Індукційна (високочастотна). 6.2 Електрошлакова. 6.3 Контактне зварювання і наварка. 6.4 Тертям. 6.5 Газова. 6.6 Ультразвукова. 6.7 Дифузійна. 6.8 Лазерна. 6.9 Термітна. 6.10 Вибухом. 6.11 Магнітно-імпульсна.
7	Газотермічне нанесення (металізація)	7.1 Дугове. 7.2 Газопламеневе. 7.3 Плазмове. 7.4 Детонаційне. 7.5 Високочастотне. 7.6 Електроімпульсне. 7.7 Іонно-плазмове.
8	Гальванічне і хімічне покриття	8.1 Залізнення (осталювання) постійним струмом. 8.2 Залізнення (осталювання) змінним струмом. 8.3 Залізнення (осталювання) проточне. 8.4 Залізнення (осталювання) місцеве (безванне). 8.5 Хромування ванне. 8.6 Хромування проточне, струминне. 8.7 Міднення. 8.8 Цинкування. 8.9 Нанесення сплавів. 8.10 Нанесення композиційних покриттів. 8.11 Електроконтактне нанесення (електронатирання). 8.12 Гальваномеханічний спосіб. 8.13 Нікелювання.
9	Термічна і хімікотермічна обробка	9.1 Загартування, відпуск. 9.2 Дифузійне насичення бором. 9.3 Дифузійне цинкування. 9.4 Дифузійне насичення титаном. 9.5 Дифузійне хромування. 9.6 Дифузійне хромотітанування. 9.7 Дифузійне хромоазотування. 9.8 Обробка холодом.
10	Інші способи	10.1 Заливання рідким металом. 10.2 Наморожування. 10.3 Напикання. 10.4 Пайка. 10.5 Пайкозварювання. 10.6 Електроіскрове нарощування, легування

Характеристика способів відновлення

1 група - зноси поверхонь усувають слюсарною або механічною обробкою зі зміненням їх первісних розмірів.

Для відновлення з'єднань і одержання необхідних посадок у сполученнях застосовують деталі зі зміненими конструктивними параметрами або встановлюють компенсатори зносу (кільця, втулки, бандажі та т.п.).



Додаткові деталі можуть установлювати з натягом, за допомогою паяння, зварювання або ж склеювання (рисунки А1). Після установки додаткову деталь можуть піддати механічній обробці.

Іноді поверхні деталі обробляють до надання їм правильної геометричної форми (натискні диски фрикційних муфт, гальмових барабанів, площини корпусних деталей).

1 - деталь; 2 - втулки додаткові.

Рисунок А1 – Схема відновлення посадкових місць підшипників

2 група – зношені поверхні відновлюють за рахунок перерозподілу металу від неробочих ділянок деталі до робочих. Перевага способів полягає у їх простоті, високих продуктивності і якості, при цьому не потрібний присадочний матеріал.

3 група – зношені поверхні відновлюють шляхом нанесення полімерних матеріалів. Достоїнства цих способів визначається їхньою простотою і доступністю, порівняно низькою собівартістю, високими продуктивністю і якістю.

4 група – відновлення здійснюється шляхом нанесення розплавленого металу або з'єднання ним деталей, що сполучаються. Способи доступні, часто використовуються для термінового усунення раптових дефектів, але матеріалоємні, малопродуктивні, не завжди забезпечують потрібну якість.

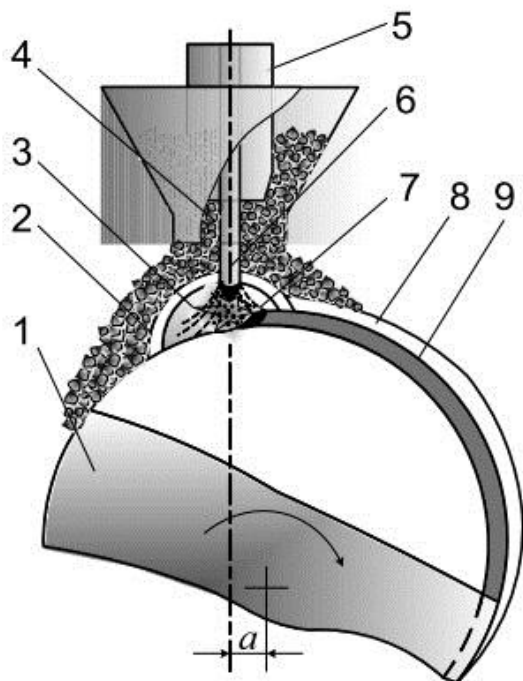
5 група – способи відновлення мають широке розповсюдження, можуть бути автоматичними або напівавтоматичними. Більшість цих способів забезпечують достатньо високі продуктивність і якість.

Наприклад, автоматична наплавка під шаром флюсу (рисунок А2) – один із способів, що широко застосовуються при відновленні деталей на ремонтних підприємствах.

Сутність цього способу полягає у наступному. До дуги 7, що утворюється між електродом 6 і поверхнею деталі 1, яка обертається, через мундштук 5 спеціальним пристроєм (автоматом) безупинно подається електродний дріт, а з бункера 4 насипається гранульований флюс. Дуга, утоплена в масі флюсу, горить під рідким шаром 2 розплавленого флюсу у газовому просторі 3. Рідкий шар 2 флюсу надійно охороняє розплавлений метал від навколишнього повітря, у великому ступені зменшує розбризкування металу, поліпшує формування шва 9, використання теплоти дуги і матеріалу електродного дроту.

Шлакова кірка 8, що утворюється при остиганні деталі, сповільнює охолодження розплавленого металу і поліпшує умови формування його структур-

них перетворень. Спосіб має досить суттєвий недолік – великі вкладання теплоти в тіло деталі і його застосування обмежується масою і розміром деталі, що відновлюється (не менш ніж 50...60 мм).



- 1 - деталь; 2 - шар флюсу; 3 - газовий простір; 4 - бункер із флюсом;
- 5 - мундштук; 6 - електрод; 7 - дуга електрична; 8 - шлакова кірка;
- 9 - наплавлений шар (шов)

Рисунок А2 – Схема автоматичної наплавки під шаром флюсу

У багатьох випадках, коли важко, неможливо або ж занадто дорого застосувати зварювання під шаром флюсу, використовують інші захисні середовища: аргон, вуглекислий газ, водяна пара і т.п. Найбільше застосування у ремонті машин одержала автоматична наплавка у середовищі вуглекислого газу (CO₂).

Сутність процесу наплавки у середовищі вуглекислого газу полягає у наступному. Газ подається у зону зварювання зі спеціальних пальників, які монтуються на автоматичних зварювальних головках, а також за допомогою спеціальних апаратів, призначених для зварювання у середовищі вуглекислого газу (рисунок А3).

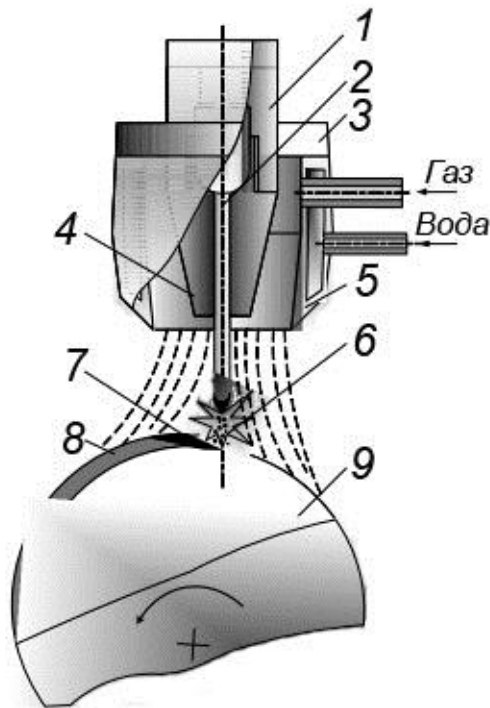


Рисунок А3 – Схема автоматичної наплавки у середовищі CO₂

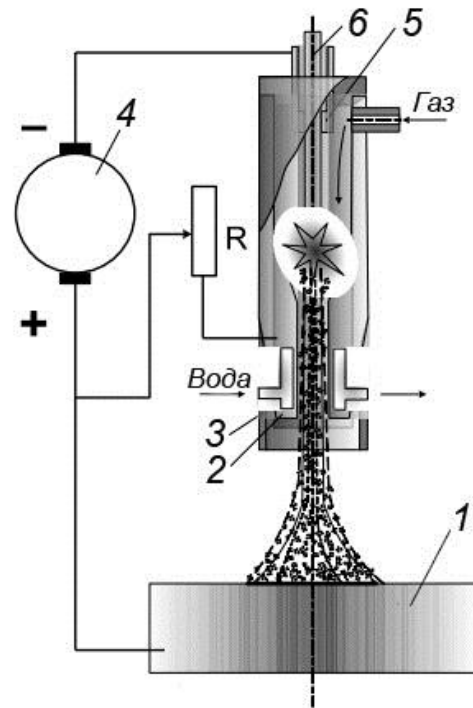


Рисунок А4 – Схема плазмового пальника прямої дії

З балона по трубці вуглекислий газ надходить у газове сопло 5 пальника 3, прикріпленого до мундштука 1.

Обмиваючи наконечник 4 і електродний дріт 2, вуглекислий газ відтискує повітря від дуги 6, що горить між дротом 2 і деталлю 9, тим самим, захищаючи зону зварювання (зварювальну ванну 7) та поверхню шва 8 від впливу азоту і кисню. Подібне конструктивне рішення мають пальники для використання інших видів захисних газів.

Плазмова наплавка (рисунок А4) заснована на використанні тепла плазмової дуги, що горить між поверхнею деталі 1 і електродом 6 (пальник прямої дії), або струменя плазми (дуга горить між електродом і соплом 2, яке охолоджується водою). Плазма являє собою потік іонізованих часток газу, що мають велику енергію.

Для одержання плазмового струменя між катодом і анодом збуджують електричну дугу від джерела постійного струму 4. Електрична дуга, що горить між катодом і анодом, нагріває газ, що подається у плазмотрон до температури плазми, тобто до стану електропровідності. У потік нагрітого газу уводять матеріал для зварювання і наплавки. Розплавлені частки матеріалу виносяться потоком гарячого газу із сопла 3 і наносяться на поверхню виробу. У якості плазмотворюючих газів використовують аргон, азот, гелій і аргон-азотну суміш.

6 група способів визначається тим, що для відновлення зношених поверхонь використовують присадочний матеріал, плавлення якого здійснюють, використовуючи тепло не електричної дуги, інших джерел.

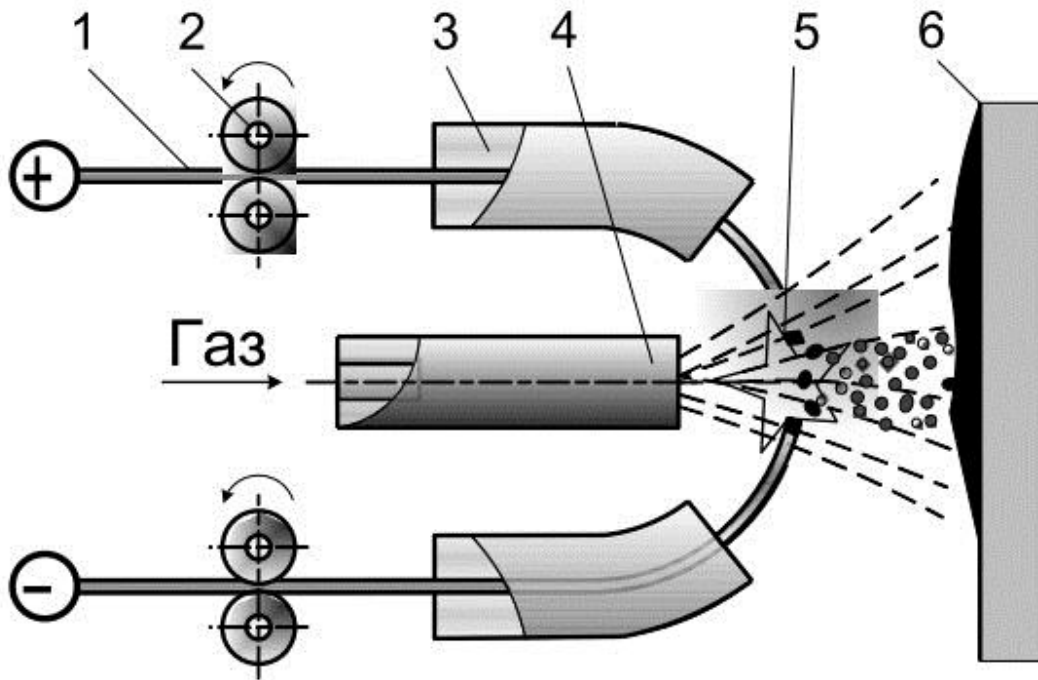
При бездугових способах таким джерелом служить тепло від вихрових струмів високої частоти (СВЧ), джоулева теплота (електрошлакова наплавка, контактна приварка), теплота спалених газів та ін.

Ручні і механізовані зварювально-наплавочні способи набули найбільшого застосування у ремонтній практиці (75...80 % від загального обсягу відновлення). Їхні недоліки – суттєвий термічний вплив на зону сплавлення та на основний метал, у тому числі на поверхні, що не відновлюються, деформація деталей, значні припуски на механічну обробку. Застосування більшості із цих способів доцільне для відновлення сильно зношених деталей.

7 група характерна тим, що при напилюванні розплавлений присадочний матеріал (дріт або порошок) за допомогою стисненого повітря розпорошується і наноситься на підготовлену поверхню деталі. Способи напилювання розрізняють залежно від джерела теплоти: дугове – теплота електричної дуги, газопламене – теплота газового полум'я, тощо. Напиляють метали, полімери та ін. При напилюванні металу процес називають металізацією.

Електродугова металізація знаходить усе більше застосування на ремонтних підприємствах (рисунок А5).

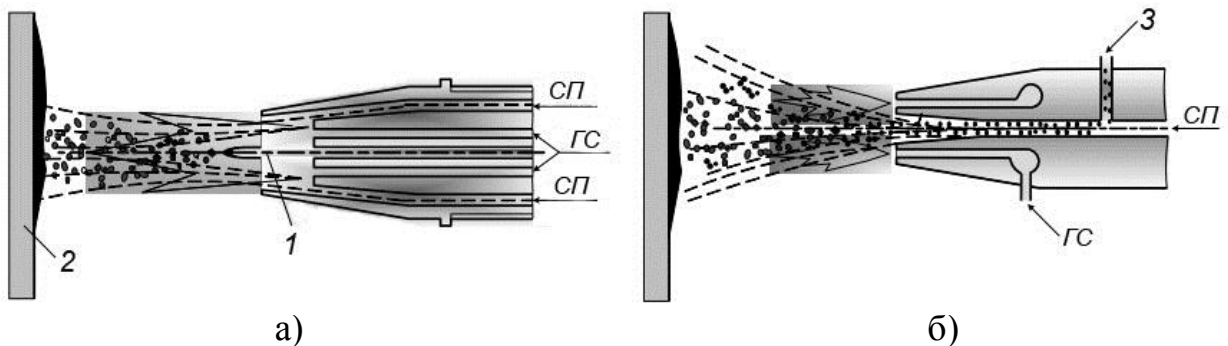
Два ізольовані один від одного електродних дроти 1 подаються з однаковою швидкістю спеціальним механізмом 2. При виході з наконечників 3 між дротами запалюється електрична дуга. Газ, що подавався під тиском по каналу 4 в зону дуги 5, розпорошує розплавлений метал і напилює його на деталь 6.



1 - електродний дріт; 2 - механізм подачі дроту; 3 - наконечник;
4 - канал для газу; 5 - електрична дуга; 6 - деталь

Рисунок А5 – Схема електродугової металізації

При газопламеневій металізації метал, що напилюється, розплавляється полум'ям суміші горючого газу (ацетилену, пропан-бутану та ін.) і кисню, а розпорошується стисненим повітрям або інертним газом. Газопламенева металізація дозволяє одержувати порівняно високу якість покриттів при незначному вигоранні легуючих елементів. Газопламеневі апарати (металізатори) за видом присадочного матеріалу можна розділити на дротові і порошкові (рисунок А6).



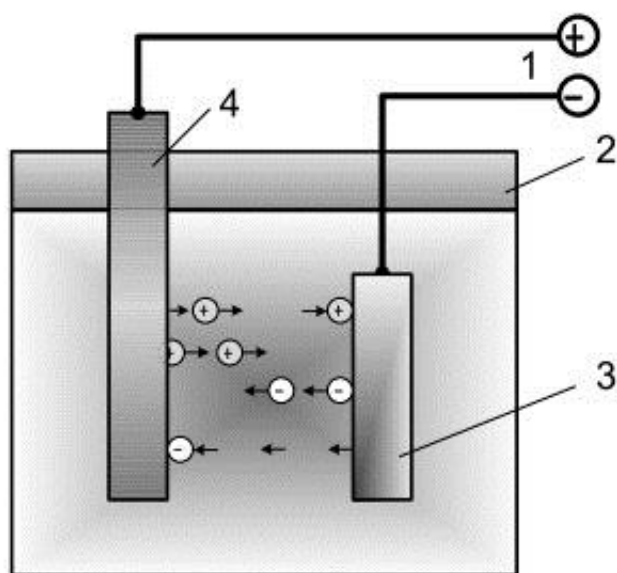
1 - електродний дріт; 2 - деталь; 3 – порошок; СП- стиснене повітря;
ГС- горюча суміш.

Рисунок А6 – Схема дротової а) і порошкової б) газопламеневої розподільчих головок для напилювання

Більшість способів напилювання характеризується високою продуктивністю, дозволяє достатньо точно регулювати товщину покриття і припуск на послідуєчу механічну обробку. Серйозний недолік напилювання – низьке зчеплення покриттів з основою. Для його підвищення застосовують нанесення спеціального підшару, наступне оплавлення та інші заходи.

8 група – гальванічні способи, в основі яких лежить явище електролізу. Їх розрізняють по виду металу, що осаджується, роду струму, що використовується, способу осадження та ін. Гальванічні способи високопродуктивні, не супроводжуються термічним впливом на деталь, дозволяють точно регулювати тов-

щину покриттів і звести до мінімуму або ж зовсім виключити механічну обробку, забезпечують високу якість покриттів при дешевих вихідних матеріалах. Такі способи застосовують для відновлення деталей з малими зносами. Недоліки гальванопокриттів – складність обладнання, трудомісткість підготовчих етапів операцій і екологічна шкідливість технології.



1- джерело струму; 2 - ванна; 3 - катод; 4 - анод

Рисунок А7 – Схема процесу електролітичного нарощування металів

При проходженні постійного струму через електроліт (розчин солей, кислот, або лугів) у ньому утворюються позитивно заряджені іони електроліту (катиони) і негативно заряджені (аніони).

Катіони водню та металу рухаються до катода і утворюють на ньому металевий осад (відкладення) або виділяються у вигляді газу (рисунок А7).

Металевий осад, який виділяється на катоді, і називають електролітичним (гальванічним) покриттям.

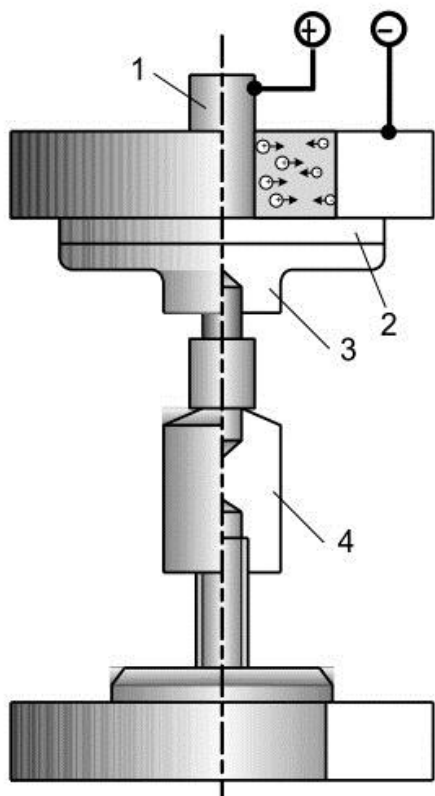


Рисунок А8 – Пристосування для місцевого залізнення

Місцеве залізнення (осталювання) застосовують для відновлення посадкових поверхонь корпусних деталей. Поверхню деталі, підготовлену до залізнення, протравлюють розчином соляної кислоти і промивають. Потім монтують т. з. місцеву „ванну“ (рисунок А8), яка створюється з гумової прокладки 2 товщиною 3...5 мм і діаметром, на 20...30 мм більшим за отвір, що відновлюється, унизу якої установлюють алюмінієву або сталеву кришку 3 і щільно притискають її розпірною гайкою 4 до отвору.

Установлюють електрод з маловуглецевої сталі і заливають електроліт. Підключають деталь до анода і проводять залізнення.

Електролітичне натирання – один зі способів нанесення покриттів електролітичним способом без ванни.

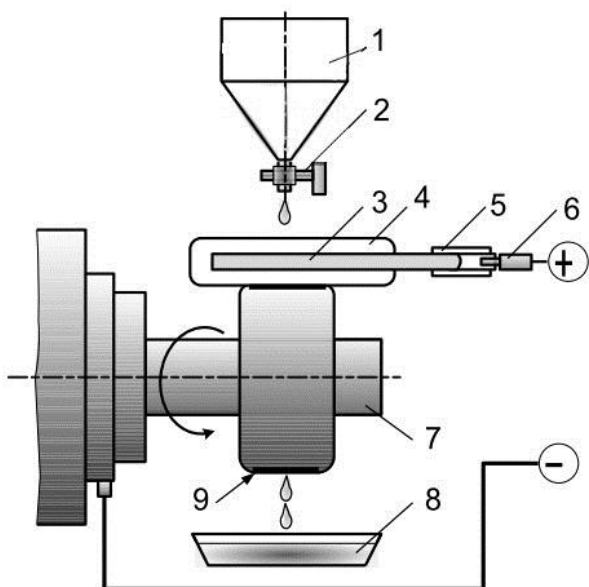


Рисунок А9 – Схема процесу електролітичного натирання

Деталь 7 (рисунок А9), підключену до катода, закріплюють у шпинделі або центрах токарного верстата.

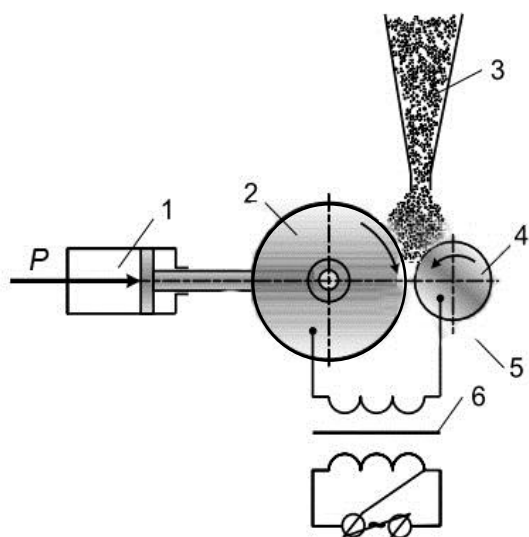
Анодом 3 служить вугільний стержень, обгорнений спеціальним адсорбуючим матеріалом і утворюючий тампон 4. Електроліт надходить із резервуара 1 і протягом усього процесу підживлює тампон 4. Подачу електроліту регулюють краном 2.

Тампон 4, підключений до позитивного полюса джерела живлення штекером 6, за рукоятку 5 утримується оператором установки і переміщується по поверхні 9, що нарощується. Залишки електроліту стікають до ванночки 8 і по мірі її наповнення повертаються до резервуару 1.

Безперервна подача електроліту на анодний тампон і переміщення анода по поверхні деталі, що покривається, дають можливість застосовувати достатньо високу щільність струму і забезпечують підвищену продуктивність.

9 група включає термічну обробку, яку застосовують для зміцнення і відновлення фізико-механічних властивостей деталей (пружності пружин та ін.). При хіміко-термічних способах відбувається дифузійне насичення поверхні деталі тугоплавкими металами (хромом, титаном і ін.) при деякому змінненні розмірів. Ці способи застосовують для відновлення та підвищення зносостійкості мало зношених деталей (штоків, плунжерів та ін.).

10 група поєднує способи, що не увійшли до попередніх дев'яти. При відновленні сильно зношених деталей або при виправленні великих місцевих дефектів у відливках використовують заливання рідким металом. Заливанням рідким металом доцільно відновлювати великогабаритні вироби або значну кількість



дрібних однотипних деталей. Цей спосіб забезпечує високі продуктивність і якість.

Електроконтактне напикання металевих порошків застосовується для відновлення деталей типу валів і осей. Між деталлю 4 (рисунок А10), установленою у патрон токарного верстата, і мідним роликком-електродом 2 подають присадочний порошок 3.

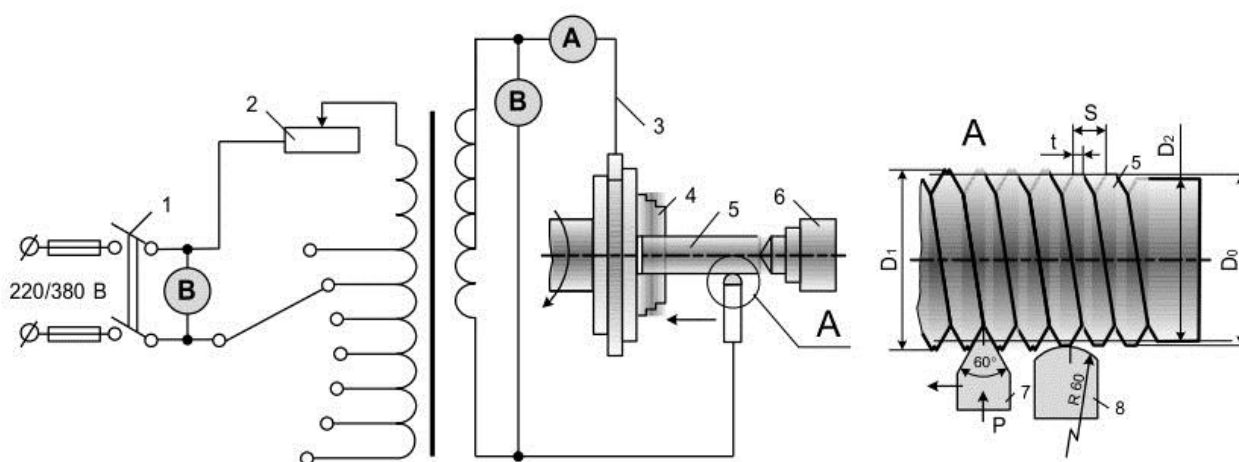
Рисунок А10 – Електроконтактне напикання металевих порошків

Ролик 2 за допомогою пневматичного або гідравлічного циліндра 1 притискається до деталі.

При прокручуванні деталі й ролика та в результаті великого електричного опору в місці їх контакту порошок нагрівається до температури 1000...1300°C. Розпечені частки порошку спікаються між собою та з поверхнею деталі.

Електроіскрова обробка металевих поверхонь заснована на використанні електричних розрядів між електродами в газовому середовищі. Сутність технології відновлення поверхонь полягає у тому, що в проміжку між металевими електродами руйнується матеріал анода, продукти ерозії переносяться на катод (заготовку). Нанесення твердих зносостійких покриттів цим способом товщиною до 0,1 мм відносять до зміцнення, а нанесення покриттів більшої товщини – до наплавлення. Спосіб застосовують для відновлення шийок валів і осей, поверхонь отворів під підшипники, зміцнення замість термообробки поверхонь тертя, створення зносостійкого поверхневого шару товщиною до 0,5 мм.

Електромеханічну обробку застосовують для відновлення валів і осей з невеликими зносами, а також як заключну операцію при обробці деталей. Схема цього способу показана на рисунку А10. До деталі 5, установлені у патроні 4 токарного верстата і підтримуваної центром задньої бабки через електроконтактне пристосування 3 підводять один провідник від вторинної обмотки трансформатора; інший провідник підводять до інструмента 7 або 8, ізольованого встановленого в різцетримачі супорта верстата.



1 - рубильник; 2 - реостат; 3 - електроконтактний пристрій; 4 - патрон верстата; 5 - деталь; 6 - центр; 7 - інструмент, що висаджує; 8 - інструмент, що згладжує.

Рисунок А11 – Схема відновлення електромеханічною обробкою

У зону контакту деталі і інструмента підводять струм, величина якого регулюється реостатом 2. Струм миттєво нагріває метал у зоні контакту до високої температури; у результаті поліпшується якість обробки, а наступний швидкий відвід теплоти усередину деталі сприяє загартуванню поверхневого шару.

Нагрітий у зоні контакту метал видавлюється, утворюючи виступи, аналогічні різьбі. У результаті діаметр деталі D_2 збільшується до розміру D_1 . Другим проходом інструмента, що згладжує, висаджену поверхню обробляють до необхідного розміру.

При обробці цим способом можна одержати шорсткість поверхні порядку до $Ra = 1,6$ мкм (тобто на рівні шліфування) і одночасно значно поліпшити механічні властивості поверхневого шару деталі за рахунок його загартування на глибину до 0,1 мм.

Цим способом відновлюють переважно поверхні валів нерухомих з'єднань (посадкові місця під підшипники, стержні, шківни та ін.) зі зносами не більш ніж 0,25 мм. Відновлена поверхня виходить переривчастою і площа контакту зменшується.

Якщо площа контакту залишається більше 60% від первісної суцільної, то міцність сполучення із гладкою поверхнею втулки (кільця підшипника) виявляється цілком достатньою завдяки більш високій твердості, отриманій при обробці.

З описами, характеристиками і областями застосування інших способів відновлення працездатності деталей технологічного обладнання, що не увійшли в дані методичні вказівки, можна ознайомитись з літературних джерел за темою заняття, зокрема з довідників [4 - 6].