

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
АЕРОКОСМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЙ АЕРОПОРТІВ

ДОПУСТИТИ ДО ЗАХИСТУ  
Завідувач випускової кафедри

\_\_\_\_\_ О.Тамаргазін

"\_\_" \_\_\_\_\_ 2022 р.

## КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ВИПУСКНИКА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ МАГІСТРА

ЗА ОСВІТНО-ПРОФЕСІЙНОЮ ПРОГРАМОЮ  
«ТЕХНОЛОГІЇ РОБІТ ТА ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ АЕРОПОРТІВ»

Тема: Сучасні технології при відновленні типових деталей автомобілів

Виконавець: здобувач вищої освіти групи ТА-205М

Борисович Олексій Андрійович

(група, прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник: д.т.н., професор Тамаргазін Олександр Анатолійович

(науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)

Консультант розділу «Охорона праці»:

\_\_\_\_\_ Тамаргазін О.А.  
(підпис) (П.І.Б.)

Консультант розділу  
«Охорона навколишнього середовища»:

\_\_\_\_\_ Падун А.О.  
(підпис) (П.І.Б.)

Нормоконтролер:

\_\_\_\_\_ Білякович О.М  
(підпис) (П.І.Б.)

## РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи «Сучасні технології при відновленні типових деталей автомобілів»: 100 сторінки, 22 рисунків, 6 таблиць, 16 використаних джерел

Мета КР - розглянути та привити сучасні технології відновлення типових деталей автомобіля. Дана мета реалізується шляхом вибору оптимальної технології та кількості засобів обслуговування транспортних засобів, виходячи з технологічних та технічних вимог щодо обслуговування конкретного типу ТС, розробки технологічних графіків з обслуговування конкретного типу ТС, розробки заходів з безпеки руху та функціонування ТС на станції ТО, розробки технологічних карт з обслуговування ТС та утримання станцій ТО конкретними засобами. Дипломний проект присвячений вирішенню наступних задач:

- огляд сучасних технологій ТО
- вибір кожним студентом одного конкретної технології ТО, основні технічні характеристики обраного типу ТО, аналіз особливостей технології технічного обслуговування;
- визначення особливостей організації технології у процесі проведення технічного або комерційного обслуговування ТС;
- розробка технологічних графіків наземного обслуговування конкретного типу ТС;
- розробка технологічних карт на виконання технічного обслуговування транспортного засобу певними технологіями ТО з урахуванням нормативних документів міжнародного та державного рівня;
- проведення розрахунків щодо необхідної кількості запчастин при обслуговуванні ТЗ у залежності від експлуатації;
- наведення висновків щодо реалізації мети та основних задач курсового проекту.

Однією з прогресивних тенденцій у вітчизняній практиці ремонту стало по-

ширення агрегатного методу при ТО автомобілів. Він здійснюється шляхом заміни непрацездатних агрегатів новими або заздалегідь відремонтованими, взятими з оборотного фонду. При ремонті автомобілів агрегати залежно від їхнього технічного стану піддаються ПР або КР. Агрегатний метод відокремлює процеси індустріального ремонту агрегатів від робіт з їх зняття та встановлення в експлуатаційних умовах, чим скорочує простий автомобілів у ремонті та сприяє централізації робіт як з капітального, так і з поточного ремонту агрегатів.

Постійна та цілеспрямована робота заводів-виготовлених щодо підвищення ресурсу рам і кабін та наближення його до терміну служби автомобіля призвела до різкого скорочення сфери застосування КР повнокомплектних автомобілів. В останній час він неухильно знижується, а для вантажних автомобілів перспективних моделей (МАЗ, КамАЗ, ЗІЛ) передбачений КР тільки до агрегатів. Ця тенденція розвитку авторемонтного виробництва викликає зміну функцій авторемонтних заводів, які стають переважно підприємствами по КР агрегатів.

Світова практика характеризується різноманіттям форм ремонту машин, серед якого виразно виявляються три основні напрями: 1) всі види ремонтних робіт виконуються підприємствами чи об'єднаннями, що експлуатують техніку; 2) ремонтні роботи здійснюються організаціями, які не виробляють та не експлуатують техніку; 3) виконання ремонтних робіт беруть він машинобудівні підприємства.

## ЗМІСТ

|  |           |
|--|-----------|
| ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ .....  | 5         |
| ВСТУП.....   | 6         |
| <b>РОЗДІЛ 1. Основні поняття та визначення в технології виготовлення</b>     |           |
| деталей та транспортних засобів .....  | 7         |
| 1.1 Технологія виробництва автомобілів .....                                 | 7         |
| 1.1.1 Виробничий та технологічний процеси .....                              | 7         |
| 1.1.2 Структура технологічного процесу .....                                 | 8         |
| 1.1.3 Типи виробництва та їх характеристика .....                            | 11        |
| 1.2 Технологія виготовлення деталей автомобіля .....                         | 13        |
| 1.3 Висновки по розділу.....   | 28        |
| <b>РОЗДІЛ 2. Технологія виготовлення типових деталей .....</b>               | <b>30</b> |
| 2.1 Виготовлення корпусних деталей .....                                     | 30        |
| 2.2 Технологія виготовлення валів.....                                       | 45        |
| 2.3 Виготовлення зубчастих коліс .....                                       | 58        |
| 2.4 Висновки по розділу.....   | 60        |
| <b>РОЗДІЛ 3. Проектування технологій відновлення.....</b>                    | <b>63</b> |
| 3.1 Вибір та обґрунтування технології розбирання-складання                   |           |
| під час ремонту .....  | 63        |
| 3.2 Вибір та технічне обґрунтування методів відновлення поверхонь валу ..... | 65        |
| 3.3 Формування маршруту технологічного процесу відновлення                   |           |
| ведучої шерстні валу .....   | 70        |
| 3.4 Контроль якості відновлених деталей .....                                | 74        |
| 3.5 Висновки по розділу.....   | 76        |
| <b>РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ .....</b>   | <b>77</b> |
| <b>РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА.....</b>                       | <b>93</b> |
| ВИСНОВОК.....  | 98        |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....   | 99        |

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ**

- ПР - Поточний ремонт;
- ТО - Технічне обслуговування;
- АТП - Автотранспортне підприємство;
- КР - Капітальний ремонт;
- АРП - Авторемонтне підприємство;
- ТЗ - Транспортний засіб;

## ВСТУП

У процесі експлуатації автомобіля через зношування деталей, а також корозії та втоми матеріалу робочі властивості його поступово погіршуються. В автомобілі з'являються відмови та несправності, які усувають під час технічного обслуговуванні (ТО) та ремонті. Ремонт являє собою комплекс операцій щодо відновлення технічно справного стану автомобіля. Необхідність ремонту автомобілів обумовлена нерівномічністю їх складових частин. Створити рівномірний автомобіль з рівномірним зношуванням деталей та однаковим терміном їхньої служби неможливо. Тому в процесі експлуатації підтримка автомобілів у технічно справному стан здійснюється періодичним проведенням ТО і при необхідності поточного ремонту (ПР), який виконують шляхом заміни окремих деталей та агрегатів.

При тривалій експлуатації автомобілі досягають такого стану, коли їх ремонт в умовах автотранспортних підприємств (АТП) стає економічно недоцільним. У цьому випадку вони прямують у капітальний ремонт (КР) на авторемонтне підприємство (АРП).

Капітальний ремонт повинен забезпечувати повний (або близький до повного) ресурс автомобіля або агрегату шляхом відновлення та заміни будь-яких деталей, включаючи базові. У автомобілів базовою деталлю є рама, у агрегатів - корпусна деталь, наприклад, блок циліндрів двигуна, картер коробки.

Основним джерелом економічної ефективності КР автомобілів є використання залишкового ресурсу їх деталей. Близько 70-75% деталей автомобілів, що надійшли до КР, можуть бути використані повторно без ремонту або після невеликого ремонтного впливу. Висока ефективність централізованого ремонту зумовила розвиток авторемонтного виробництва, яке завжди займало значне місце у промисловому потенціал нашої країни.

# РОЗДІЛ I

## ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИГОТОВЛЕННЯ ДЕТАЛЕЙ ТА ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

### 1.1 Технологія виробництва автомобілів

Нова автомобільна техніка розробляється, як правило, відповідно до науково-технічних програм, котрі визначаються на тривалий термін. У них наведено на підставі розробок науково-дослідних, конструкторських та інших організацій перспективні технічні середовища, яких потребує народне господарство для виконання технологічних процесів у виробництві. У документах по кожній машині, що підлягає розробці, наведені основні параметри (вантажопідйомність, потужність двигуна, витрати палива на 100 км та ін.), найважливіші експлуатаційні показники (продуктивність, експлуатаційні витрати. Окремі зразки автомобілів можуть створюватися ініціативним способом (так звані ініціативні розробки). Стадії розробки та постановки на виробництво автомобілів, що розробляються за державними програмами або ініціативним розробкам, як правило, однакові та загальному випадку передбачають:

- розроблення вихідних вимог;
- розроблення технічного завдання на проектування;
- розробку конструкторської та експлуатаційної документації;
- виготовлення, випробування дослідних зразків та приймання результатів розробки;
- постановку виробів на виробництво.

Окремі із зазначених робіт можна поєднувати, а також змінювати їх послідовність залежно від специфіки продукції та організації виробництва.

#### 1.1.1 Виробничий та технологічний процеси

Виробничим процесом називається сукупність дій людей і знарядь виробництва, необхідна на даному підприємстві для виготовлення деталей - сукупність всіх

етапів, які проходять матеріали та напівфабрикати на шляху їх перетворення на готовий виріб.

Виробничий процес включає підготовку засобів виробництва та організацію обслуговування робочих місць; отримання та зберігання матеріалів, напівфабрикатів та комплектуючих виробів; всі стадії виготовлення деталей, включаючи механізми, термічну та іншу обробку; збирання складальних одиниць; транспортування матеріалів, заготовок, деталей, складальних одиниць, агрегатів та автомобілів; технічний контроль на всіх стадіях виробництва; випробування, регулювання, фарбування та упаковку готової продукції, а також інші дії, пов'язані з виготовленням виробів.

Технологічним процесом називається частина виробничого процесу, безпосередньо пов'язана зі зміною форми, розмірів, якості поверхонь деталей та фізичних властивостей об'єктів виробництва (матеріалу, заготівлі, деталі). Засобами виконання технологічного процесу є технологічне обладнання, технологічне оснащення та спеціальні устрою. Зазвичай технологічний процес розглядає стосовно виробу, а виробничий процес - стосовно підприємства.

### **1.1.2 Структура технологічного процесу**

Технологічний процес виготовлення деталі складається з операцій, установ, позицій, переходів, ходів. Операція є основним елементом при проектуванні та плануванні технологічного процесу та визначення вартості обробки.

Технологічною операцією називається закінчена частина технологічного процесу, що виконується на одному робочому місці безперервно над одним або декількома одночасно об'єктами виробництва одним робітником або груп

Операції технологічного процесу виконуються на робочих місцях за допомогою різних технічних засобів. Робочим місцем називають елементарну одиницю структури підприємства, на якій розміщені виконавці роботи, технологічне обладнання, що живеться, частина конвеєра і предмети праці.

Технологічним обладнанням називаються засоби технологічного оснащення, в яких для виконання частини технологічного процесу розміщуються матеріали або



заготовки, зовнішнім впливами на них, а також технологічне оснащення (стану печі, гальванічні ванни, випробувальні стенди).

При виконанні операції заготівлю зазвичай розміщують на зграйці і закріплюють кілька разів, тобто здійснюють з декількох установ.

Установою називається частина операції, при виконанні котрою оброблювана заготівля не змінює свого становища, будучи закріпленою на верстаті або у пристосуванні. Наприклад, обробка валу з двох сторін у центрах виконується з двох установ.

Заготівля, що обробляється, або базова деталь збирається складальної одиниці, закріплена в пристосуванні, може займати разом із ним кілька послідовних положень (позицій) щодо інструменту або нерухомої частини обладнання для виконання певної частини операції. Позицією називається фіксоване положення деталі, незмінно закріпленої щодо інструменту або верстата, для послідовної її обробки під час однієї операції (наприклад, чотирьохпозиційна обробка деталі на свердлильному верстаті з поворотним столом (рис. 1.1)).

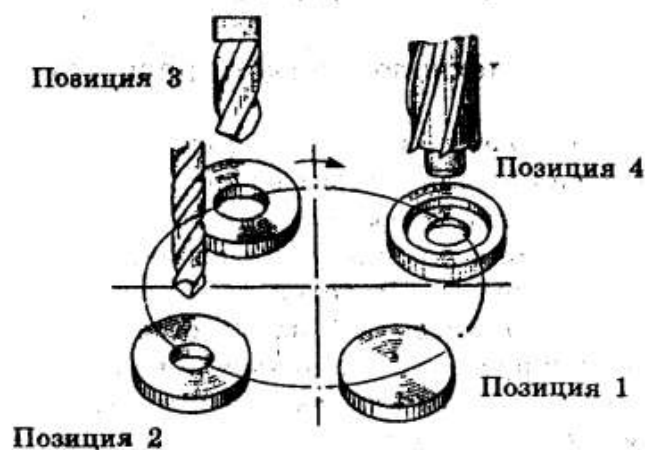


Рисунок 1.1. Обробка деталі на свердлильному станції

Операція може складатися з кількох переходів. Переходом називається закінчена частина операції, характеризується постійністю (незмінністю) оброблюваної поверхні, ріжучого інструменту та режиму роботи верстата (частоти обертання деталі, подавання). Обробка кількох ділянок поверхні деталі одночасно декількома,

інструментами умовно приймається за один перехід. При зміні обробленої поверхні або інструменту, режиму роботи верстата з'являється новий перехід. Перехід може бути виконаний за один чи кілька ходів.

Хід - це частина переходу, що здійснюється при одному робочим переміщення інструменту у напрямі подачі. За один хід знімається один шар металу постійною або змінною товщини.

Технологічний процес обробки деталі може бути побудований за принципом диференціації (роздроблення) або концентрація операцій.

Технологічний процес з диференціацією операцій складається з ряду простих операцій з малою кількістю переходів та застосовуваних інструментів у кожному з них.

Технологічний процес із концентрацією операцій складається зі складних операцій кожна з яких включає обробку багатьох поверхонь заготовлі великою кількістю інструментів. Концентрація операцій у технологічному процесі може здійснюватися послідовним, паралельним та змішаним методами. При послідовній концентрації входять у на будову інструменти працюють послідовно, тобто переходи виконуються послідовно один за одним під час однієї операції. Паралельна концентрація операцій технологічного процесу передбачає одночасну обробку декількох поверхонь заготовлі, входять в налагодження інструментів.

У великосерійному та масовому виробництві застосовують також змішаний спосіб побудови технологічного процесу роботи деталей. Ступінь концентрації та диференціації операцій технологічного процесу визначається конструктивно-технологічними факторами: розмірами та масою деталі, програмою випуску, застосовуваними способами та трудомісткістю обробки деталі на верстаті, наявним обладнанням та ін. Диференціація операцій технологічного процесу забезпечує високу гнучкість виробництва за частої зміни виробів, що випускаються, оскільки просте обладнання та оснащення сприяють скороченню збірки підготовки до випуску нових виробів. Паралельна концентрація операцій скорочує трудомісткість виготовлення виробу, підвищує точність обробки та продуктивність праці. При малих обсягах виробництва характерна послідовна концентрація операцій технологічного

процесу.

### **1.1.3 Типи виробництва та їх характеристика**

Характеристика виробництв. Відповідно до ДСТУ 141004-83 тип виробництва визначається регулярністю, стабільністю, номенклатурою та обсягом випуску виробів. Виробничі процеси в машинобудуванні можуть бути організовані за принципом одиничного, серійного та масового виробництва.

Поодиноке виробництво відрізняється широкою номенклатурою виробів, що виготовляються, і малим обсягом їх випуску, причому повторюваність цих виробів наперед не планується.

Характерними ознаками одиничного виробництва є:

- застосування універсального обладнання та технологічності оснастки;
- побудова технологічного процесу виготовлення деталей по принципу послідовної концентрації;
- групове розташування обладнання по типу верстатів;
- використання робітників високої кваліфікації;
- низька продуктивність праці та висока собівартість продукції;
- гнучкість виробництва (можливість частой перебудови на виготовлення нових виробів).

До одиничного виробництва можна віднести виготовлення дослідних зразків машин, виробництво унікального обладнання (потужні гідротурбіни, великі металорізальні верстати та ін.).

Серійним називається таке виробництво, яке характеризується обмеженою номенклатурою виробів, що виготовляються партіями, що періодично повторюються, через певні проміжки часу і порівняно великим обсягом випуску.

Залежно від кількості деталей у партії, їх конструктивно-технологічних особливостей та трудомісткості виготовлення розрізняють дрібно- та середньо- та великосерійне виробництво.

Серійне виробництво характеризується такими чинниками:

- наявністю заздалегідь обумовленої повторюваності партій деталей;

- диференціацією технологічних процесів виготовлення деталей;
- застосуванням як універсального, так і спеціалізованого обладнання, спеціальних пристроїв та інструментів;
- Використанням робітників більш низької кваліфікації;
- розташування обладнання як за груповою ознакою, і по ходу технологічного процесу обробки деталей;
- вищою продуктивністю праці з допомогою спеціалізації робочих.

Серійне виробництво має більш високі техніко-економічні показники порівняно з одиничним, оскільки ефективніше використовується обладнання та технологічне оснащення, значно зменшується час, що відводиться на один виріб. До серійного виробництва належать авторемонтні заводи.

Масовим називається виробництво, яке характеризується вузькою номенклатурою та великим обсягом випуску виробів, що виготовляються протягом тривалого часу, тобто шляхом виконання на робочих місцях одних і тих же операцій, що постійно повторюються.

Відмітні ознаки масового виробництва такі:

- широке застосування високопродуктивних верстатів, автоматів та автоматичних ліній;
- застосування спеціального технологічного оснащення;
- використання робітників невисокої кваліфікації;
- розташування обладнання з технологічного процесу виготовлення деталі.

Характерною особливістю масового виробництва є потоковий метод виконання робіт у складальних та механообробних цехах. Деякі деталі можуть виготовлятися великими партіями непоточним методом. Широкому застосуванню потокового методу та автоматизації виробництва сприяють уніфікація та стандартизація виробів машинобудування, спеціалізація виробництва, звуження номенклатури виробів та збільшений об'єм їх випуску. У великосерійному виробництві з метою підвищення завантаження обладнання у механічних цехах знаходять застосування багатноменклатурні змінно-потоківі лінії для обробки групи конс-

труктивно-подібних деталей. Перехід від обробки однієї деталі до іншої супроводжується переналагодженням без зняття її зі верстата з мінімальними витратами часу.

Змінно-потоківі лінії дозволяють використовувати в серійному виробництві методи масового виробництва, що підвищує завантаження обладнання та ефективність його використання.

Відповідно до ДСТУ 14.004-83 критерієм оцінки серійності є коефіцієнт закріплення операцій  $K_{зо}$ , який є відношенням числа всіх технологічних операцій, виконаних або підлягають виконанню протягом місяця, до робочих місць:

$$K_{зо} = n_0 / P, \quad (1.1)$$

де  $n_0$  - сумарна кількість технологічних операцій, виконаних за місяць;  $P$  - кількість робочих місць, на яких виконуються різні операції.

Відповідно до ГОСТ 14.004-83 приймають такі значення коефіцієнта  $K_{зо}$ :

- для дрібносерійного виробництва  $K_{зо} = 21-40$ ;
- для середньосерійного виробництва  $K_{зо} = 11-20$ ;
- для великосерійного виробництва  $K_{зо} = 1-10$ ;
- для виробництва  $K_{зо} = 1$ .

Відповідно до ДСТУ 14.004-83 приймають такі значення коефіцієнта  $K_{зо}$ :

- для дрібносерійного виробництва  $K_{зо} = 21-40$ ;
- для середньосерійного виробництва  $K_{зо} = 11-20$ ;
- для великосерійного виробництва  $K_{зо} = 1-10$ ;
- для виробництва  $K_{зо} = 1$ .

## **1.2 Технологія виготовлення деталей автомобіля**

Для досягнення заданого взаємного розташування поверхонь, форми та розмірів деталей, їх шорсткості та фізико-механічних властивостей при виробництві автомобілів застосовують різні методи обробки: різання лезовим та абразивним інструментами; поверхневе пластичне деформування; електрофізичні, електрохімічні та інші методи. У міру наближення розміру оброблюваної поверхні до

заданого розміру за кресленням обробка заготовки може бути кількох видів: обдирна, чорнова, напівчистова, чистова, тонка, оздоблювальна.

Обдирна обробка застосовується для великих поковок і виливків 16-18-го кваліфіків точності. Вона зменшує похибки форми та просторових відхилень грубих заготовок, забезпечуючи 15-16-й квалітети точності, шорсткість поверхні  $R_a > 100$  мкм. Чорнова обробка виконується у великому діапазоні точності (12-16-й квалітети). Шорсткість поверхні Так = 100-25 мкм. Отримувальна обробка застосовується для заготовок, до точності яких висуваються підвищені вимоги. Цей вид обробки забезпечує 11-й, 12-й квалітети точності. Шорсткість поверхні  $R_a = 50,0-12,5$  мкм. Чистова обробка застосовується як остаточний вид обробки для тих заготовок, задана точність яких укладається в точність, що досягається чистовою обробкою (8-11-й квалітети). Шорсткість поверхні забезпечується в межах  $R_a = 12,5-2,5$  мкм.

Тонка обробка застосовується для остаточного формування поверхонь деталі та при малих операційних припусках. Шорсткість поверхні знаходиться в межах значень  $R_a = 25-0,63$  мкм.

Обробна (фінішна) обробка використовується для отримання необхідної шорсткості поверхні деталі (на точність обробки впливу майже не чинить). Виконується, зазвичай, не більше допуску попередньої обробки. Оздоблювальна обробка забезпечує отримання шорсткості поверхні  $R_a = 0,63-0,16$  мкм.

У сучасному автомобілебудуванні найбільш поширені обробка заготовок лезовим та абразивним інструментами, які формують точність та якість поверхонь деталей.

Лезовим інструментом із надтвердих матеріалів можна обробляти заготовки з твердістю до 45 HRC, а абразивним інструментом доцільно виконувати обробку металів із вищою твердістю. Обробка лезовим інструментом. Обробка лезовим інструментом використовується як процес чистової та тонкої обробки: тонке точення, тонке фрезерування, тонке розгортання, протягування, прошивання. Сутність тонкого точення полягає у знятті стружки малого за товщиною перерізу

при великих швидкостях різання (100-1000 м/хв): для чавунних заготовок швидкість різання становить 100-150 м/хв; для сталевих - 150-250 м / хв; для кольорових сплавів - до 1000 м/хв. Подача встановлюється для попереднього ходу - 0,15 мм/об, а для остаточного - 0,01 мм/об. Глибину різання приймають 02-03 і 005-001 мм відповідно. Малі за товщиною перерізу стружки не викликають великих зусиль різання та значних деформацій технологічної системи СНІД, що забезпечує 6-8-й квалітети точності (при обробці кольорових металів та сплавів - 5-6-й квалітети). Шорсткість поверхні у заготовок із чорних металів  $R_a = 2,50-0,63$  мкм; кольорових металів -  $R_a = 0,32-0,16$  мкм. Тонке точення застосовується перед хонінгуванням, суперфінішуванням, поліруванням і виконується на високооборотних верстатах. Радіальне биття шпинделя повинно перевищувати 0,005 мм. Всі деталі, що обертаються, повинні бути точно відбалансовані. Різці оснащуються твердими сплавами, алмазом, ельбором та іншими різальними матеріалами з високою зносостійкістю. Тонке обточування забезпечує допуск розмірів 5-80 мкм, овальність та конусоподібність не більше 3 мкм.

Тонке фрезерування здійснюється переважно торцевими фрезами при обробці плоских поверхонь. Фрезу встановлюють з ухилом 0,0001, щоб виключити контакт з поверхнею зубів, що не беруть участь у різанні. При тонкому фрезеруванні знімається припуск 02-05 мм, а відхилення від площинності на 1 м довжини становить 0,02-0,04 мм. Шорсткість поверхні  $R_a = 2,5-0,63$  мкм.

Тонке розгортання забезпечує високу точність і малу шорсткість, проте не виправляє положення осі отвору, що обробляється, оскільки знімає рівномірний припуск по всій поверхні. Тонке розгортання забезпечує точність, що відповідає 5-7-му квалітетам,  $R_a = 1,25-0,63$  мкм, і найчастіше виконується після свердління та зенкерування або чорного та чистового розточування отворів.

Протягування застосовується для обробки внутрішніх та зовнішніх поверхонь. При чистовому протягуванні циліндричних отворів забезпечується точність 6-9-го квалітетів (шорсткість поверхні  $R_a = 2,50-0,63$  мкм), протягування зовнішніх поверхонь забезпечує точність 11-го квалітету. Просування виконується на

горизонтальних та вертикальних станках, універсальних та спеціальних напівавтоматах та автоматах.

Прошивання здійснюється спеціальним інструментом (прошивкою), який проштовхують через отвір, що обробляється в заготовці за допомогою преса.

Обробка абразивним інструментом Обробка абразивним інструментом включає такі види: шліфування, хонінгування, притирання, полірування, суперфінішування.

Шліфування застосовується в машинобудуванні як метод попередньої та остаточної обробки циліндричних, плоских та фасонних поверхонь по 5-7-му квалітетам точності з шорсткістю  $Ra = 1,25-0,08$  мкм. Обробка здійснюється на шліфувальних верстатах різних типів: кругло-і плоскошліфувальних, безцентрових, зовнішньо- та внутрішньошліфувальних. Розмірне шліфування може виконуватися в одну операцію при знятті припуску 02-06 мм на діаметр або в дві операції при знятті припуску 06-08 мм. Тонке шліфування обмежується припуском 0,04-0,08 мм на діаметр.

Попереднє шліфування виконують колами зернистістю 40-80, що забезпечує шорсткість поверхні  $Ra = 1,25-0,63$  мкм; остаточне шліфування - колами зернистістю 12-40 ( $Ra = 0,63-0,16$  мкм); тонке шліфування колами зернистістю 6-10 дозволяє отримати шорсткість поверхні  $Ra = 0,08$  мкм.

Зовнішнє шліфування деталей, що мають форму тіл обертання, може виконуватися з поздовжньою (рис. 1.2) та з поперечною подачею.

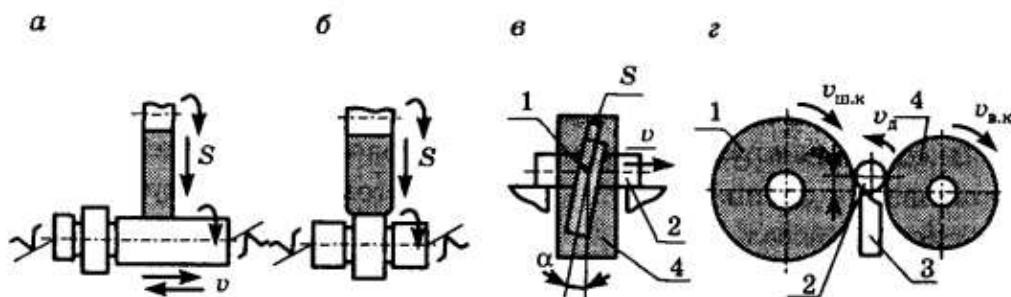


Рисунок 1.2 Схема шліфування валів

При шліфуванні з поздовжньою подачею оброблювана деталь здійснює



зворотно-поступальний рух щодо шліфувального кола, яке після кожного по-  
довжнього подвійного ходу має поперечну подачу не більше 0,005-0,200 мм.

При шліфуванні з поперечною подачею обробка ведеться широким шліфу-  
вальним кругом по всій довжині поверхні, що обробляється. Цей спосіб є най-  
більш ефективним при поєднаному шліфуванні кількох поверхонь на одному ве-  
рстаті.

Безцентрове шліфування зовнішніх поверхонь (рис. 1.2) може здійснюва-  
тися при поздовжній та поперечній подачах.

При безцентровому шліфуванні деталь 2 вільно розміщується на спеціаль-  
ній опорній лінійці 3 зі скосами між двома шліфувальними колами, один з яких  
більшого діаметра є шліфувальним, а інший (меншого діаметру) провідним. Сила  
тертя між провідним колом і оброблюваною деталлю більша, ніж між останньою  
та шліфувальним кругом, тому деталь захоплюється провідним колом у обер-  
тання зі швидкістю, близькою до його окружної швидкості. Ведучий і шліфува-  
льний круги обертаються в одному напрямку, але з різними окружними швидко-  
стями: швидкість провідного кола 20-30 м/хв, а шліфувального 30-35 м/с.

Безцентрове шліфування з поздовжньою подачею застосовується для обро-  
бки деталей з гладкою циліндричною поверхнею, а шліфування з поперечною  
подачею при обробці фасонних поверхонь або деталей з буртиками. Для забезпе-  
чення поздовжньої подачі деталі осі ведучого та шліфувального кругів встанов-  
люються під кутом один до одного  $\alpha = 1-5^\circ$ . Глибина різання призначається в ме-  
жах 0,05-0,10 мм для попередніх проходів та 0,01-0,03 мм для остаточної обро-  
бки.

Шліфування внутрішніх поверхонь виконують на внутрішньо-  
шліфувальних або безцентрово-шліфувальних верстатів. При обробці отворів на  
внутрішньо шліфувальному верстаті оброблювана деталь, закріплена в патроні,  
здійснює обертальний рух, а шліфувальний круг, крім обертального, здійснює  
зворотно-поступальний поздовжній і поперечний рух, знімаючи за кожен робо-  
чий хід тонкий шар металу. При цьому напрямки обертання кола та оброблюваної  
деталі мають бути протилежними. Діаметр шліфувального круга становить 0,8-

0,9 діаметра отвору, що обробляється.

Планетарне шліфування використовується для обробки отворів великих діаметрів. У процесі шліфування деталь нерухомо кріпиться на столі верстата, а шліфувальне коло здійснює обертальний рух навколо своєї осі, а також обертання навколо осі. отвори та поздовжнє зворотно-поступальний та поперечний рухи, здійснюючи поздовжню та поперечну подачі.

При безцентровому шліфуванні отворів детально обробленої зовнішньої поверхнею розташовується між трьома роликками, один з яких (більшого діаметра) є провідним, а два інших (меншого діаметра) - опорними.

Шліфувальне коло розташовується в отворі консольно і здійснює обертальний рух навколо своєї осі та зворотно-поступальний рух уздовж осі отвору.

В умовах великосерійного та масового виробництва тонке шліфування здійснюється за напівавтоматичним та автоматичним циклами.

Хонінгування служить для чистової обробки отворів абразивними брусками та забезпечує отримання високої точності форми отвору та низьку шорсткість. Однак хонінгування не виправляє положення осі отвору. Хонінгувальна головка разом з брусками здійснює обертальний і зворотно-поступальний рух, в результаті чого на оброблюваній поверхні утворюється сітка дрібних слідів абразивних зерен, яка сприяє утриманню мастила при утворенні пар. Тертя у механізмах машин (рис. 1.3).

Хонінгування здійснюється при малому тиску брусків на поверхню (0,2-1,5) МПа і низькій температурі в зоні різання (50-150 °С).



розмірів отвору у процесі обробки. Хонінгуванням обробляють циліндри двигунів, отвори в блоках циліндрів під вкладиші корінних підшипників колінчастих валів та ін.

Притирання - один з найточніших методів обробки (точність 5-й кваліфікація і вище). При обробці циліндричних поверхонь можна отримати точність діаметром до 1 мкм, шорсткість  $R_a = 0,1$  мкм і нижче. Притиранням можна обробляти циліндричні, конічні та фасонні поверхні вручну або на верстатах. Швидкість притиру при ручному притиранні 2,6 м/хв, а при механічному - 10-30 м/хв. Тиск інструменту на оброблювану поверхню при попередньому притиранні 02-04 МПа, а при остаточній - 010-015 МПа.

Притирання виконується твердими та м'якими абразивними матеріалами, а також за допомогою хімічно активних паст.

До твердих абразивів відносяться електрокорунд, карбід кремнію, карбід бору, алмазний пил. До м'яких - крокус, віденське вапно, оксид хрому. В якості сполучного середовища при притиранні застосовують мінеральну олію, гас та ін. При обробці твердими абразивними зернами використовують притири, виготовлені з чавуну, бронзи, червоної міді, свинцю та ін, на поверхні яких можуть шаржуватися абразивні зерна. При обробці м'якими абразивними зернами застосовують притири із загартованої сталі та інших твердих матеріалів.

Обробка за допомогою хімічно активних паст ГОІ значною мірою інтенсифікує процес притирання. До складу пасти ГОІ поряд з м'якими абразивними зернами входять стеаринова та олеїнова кислоти, які розм'якшують вершини мікронерівностей, і зняття припуску здійснюється за рахунок стирання розм'якшеного шару.

Полірування виконується за допомогою абразивних зерен, розміщених на поверхні м'яких полірувальних кіл з повсті, фетру, ремня та інших матеріалів. Поліруванням досягають шорсткості поверхні  $R_a = 0,320-0,012$  мкм, а при використанні хімічно активних паст отримують дзеркальну поверхню. Як абразивні матеріали при поліруванні застосовують електрокорунд, оксид заліза, оксид

хрому, карбід кремнію. Склад абразивної пасти для полірування чорних металів, %: віск - 25, сало - 4, парафін - 25, гас - 4, оксид заліза - 42. Для кольорових сплавів замість оксиду заліза беруть оксид хрому.

Полірування можна виконувати абразивною стрічкою на спеціальних верстатах-автоматах. Абразивна стрічка виготовляється на полотняній або паперовій основі, а продуктивність процесу залежить від зернистості абразиву, швидкості відносного переміщення стрічки та оброблюваної деталі та сили натягу стрічки.

Суперфінішування - процес обробки деталей абразивними брусками, які притискаються до поверхні, що обробляється з невеликим тиском (0,05-0,30 МПа). Бруски здійснюють осцилюючі рухи, зрізуючи гребінці мікронерівностей і знижуючи шорсткість оброблюваної поверхні (рис. 1.4).

Процес здійснюється із застосуванням СОЖ (суміш гасу з 10-20% веретенного або турбінного масла). При суперфінішуванні припуск на обробку не визначається і вона виконується в межах допуску на розмір попередньої обробки.

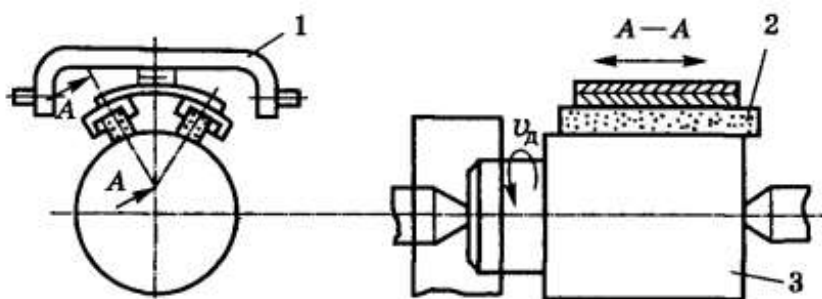


Рисунок 1.4. Суперфінішування зовнішньої циліндричної поверхні

Процес забезпечує шорсткість поверхні до  $Ra = 0,08$  мкм, площа опорної поверхні збільшується до 70-90%. Окружна швидкість обертання деталі при чорновій обробці 10-13 м/хв, при чистовій - 26 м/хв. Швидкість коливального руху брусків не перевищує 10-20 м/хв.

Алмазне суперфінішування підвищує продуктивність у 1,5-2,0 рази за рахунок підвищення тиску на 30-50% порівняно із звичайним суперфінішуванням. У автомобілебудуванні суперфінішуванням найчастіше обробляють колінчасті

вали двигунів.

Мікрофінішування є прецизійним процесом, подібним до суперфінішування, при якому зняття припуску здійснюється осцилюючими брусками.

Конструкція головки (рис. 1.5) забезпечує силове замикання трьох брусків, що охоплюють заготівлю, що забезпечує обробку поверхні мікронної точності. Верхня оправка з бруском має примусове радіальне переміщення від гідравлічного приводу, а дві інші оправки з брусками синхронне переміщення з верхньою оправкою. Висока точність та якість обробки мікрофінішуванням дозволяють у деяких випадках замінити групове складання на складання з повною взаємозамінністю.

Обробка поверхневим пластичним деформуванням. Обробка деформування здійснюється без зняття стружки, так як заснована на деформуванні тонкого поверхневого шару з використанням пластичних властивостей металу. В даний час є велика кількість методів обробки поверхневим пластичним деформування (ППД). Калібруванням обробляють отвори за допомогою калібруючих оправок (дорнів) або кульок, які проштовхуються через отвір, що обробляється, з встановленим натягом. Інструменти для калібрування виготовляють із твердих сплавів ВК8 або ВК15М. Швидкість калібрування 5-10 м/хв для чорних металів та 2-6 м/хв - для кольорових металів. Точність калібрування для тонкостінних заготовок 8-6-ї квалітети та 6-ї, 5-ї квалітети - для товстостінних. Калібрування можна знизити шорсткість з  $Ra = 2,50-1,25$  мкм до  $Ra = 1,25-0,16$  мкм.

Обкатування та розкочування являє собою процес пластичного деформування мікронерівностей за допомогою спеціальних інструментів (обкатників та розкочників), у яких робочими елементами є ролики або кульки високої твердості (рис. 1.6).

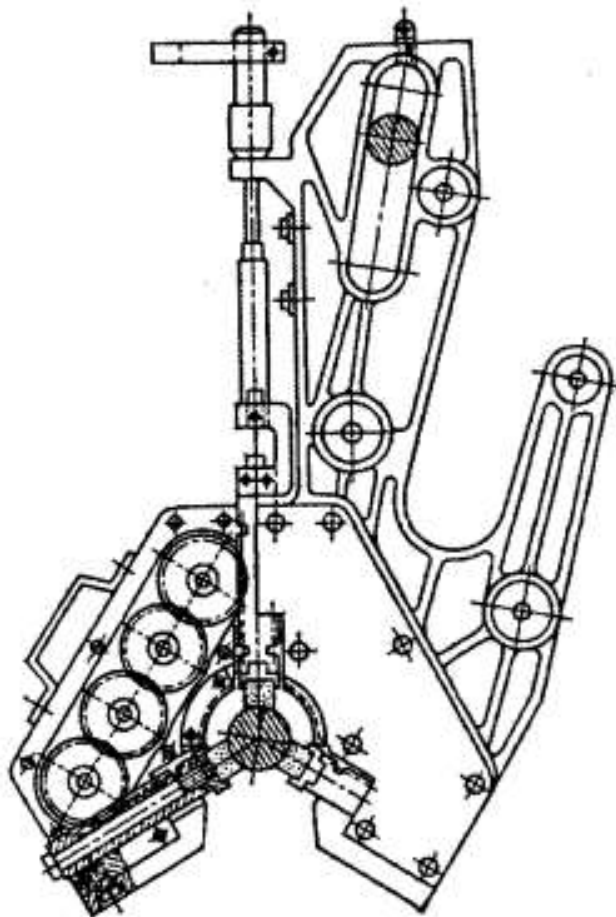


Рисунок 1.5. Головка для обробки мікрофінішуванням

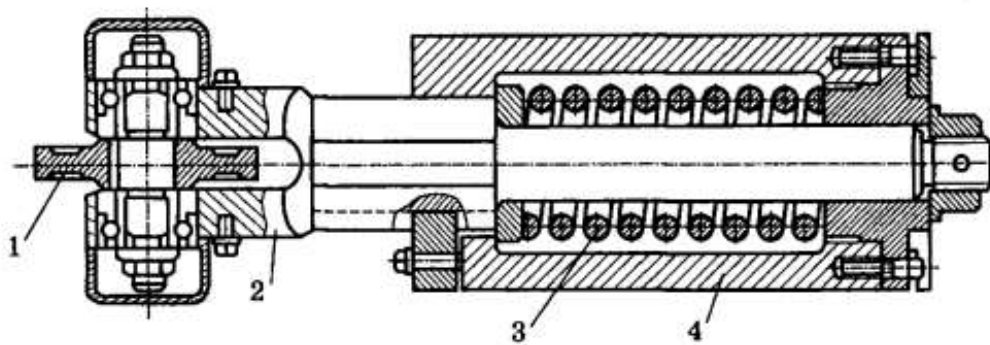


Рисунок 1.6. Пристрій для обкатки зовнішніх циліндричних поверхонь

В результаті пластичного деформування знижується шорсткість поверхні (з  $Ra = 2,50-1,25$  мкм до  $Ra = 1,25-0,32$  мкм) і змінюються фізико-механічні властивості, тобто відбувається наклеп (зміцнення) поверхневих шарів металу. При цьому точність підвищується незначно, оскільки процес здійснюється тільки в межах гребінців мікронервностей. Натяг інструменту приймається в межах 0,03-

0,30 мм в залежності від вихідної та необхідної шорсткості. Як змащувально-охолоджувальну рідину застосовується машинне масло, суміш машинного масла та гасу (1:1) або сульфозфрезол. Обробку бажано виконувати за один хід інструменту, щоб уникнути переклеювання.

Діамантове вигладжування здійснюється шляхом ковзання алмазного інструменту, що притискається до поверхні, що обробляється під певним тиском (рис. 1.7).

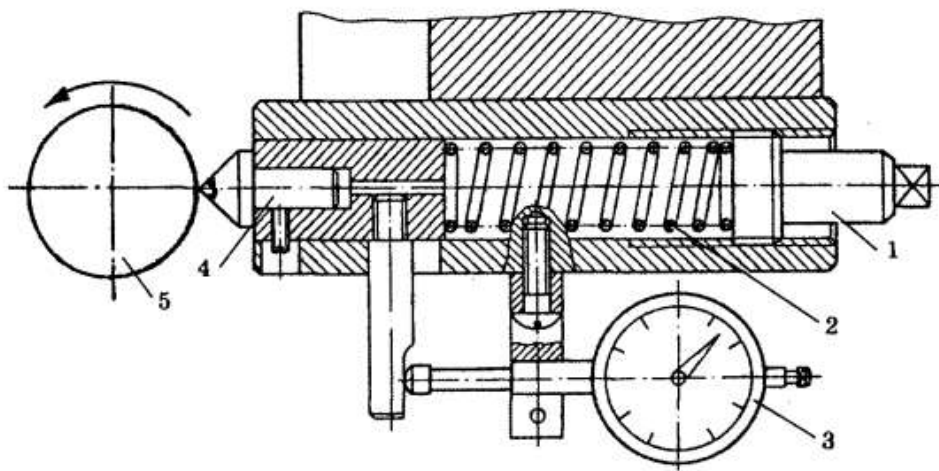


Рисунок 1.7. Схема пристрою для діамантового вигладжування

Діамантовий інструмент є кристалічним. Діамант, закріплений у спеціальній державці та шліфований за сферою радіусом 0,6-4,0 мм. Шорсткість поверхні після випрасування становить  $Ra = 0,160-0,025$  мкм, мікротвердість, підвищується на 50-60%. Швидкість алмазного вигладжування приймають у межах 10-80 м/хв (для м'яких сталей та кольорових металів) та 200-250 м/хв (для загартованих сталей). Алмазне вигладжування можна виконувати на універсальних та спеціальних верстатах. Оброблені алмазним вигладжуванням поверхні мають високу зносостійкість і втомну міцність.

Наклепування відцентрово-ударним інструментом (рис. 1.8) полягає у нанесенні ударів по оброблюваній поверхні кульками, поміщеними в радіальні пази диска, що швидко обертається (сепаратора). Натяг інструменту (вихід кульок над поверхнею диска) приймається в межах 0010-0025 мм; подача інструменту - 0,02-



0,20 мм/об.

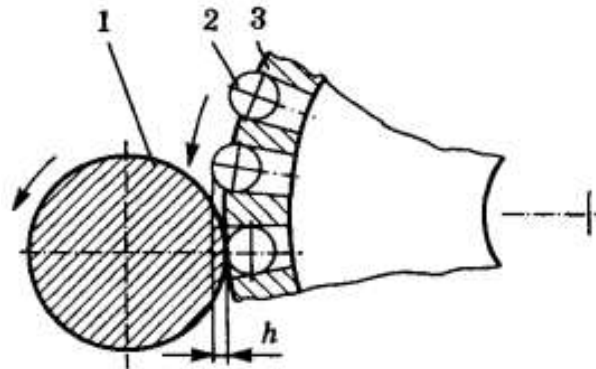


Рисунок 1.8. Центробіжна обробка кульками

Окружна швидкість сепаратора становить 8-40 м/с, заготівлі - 0,5-1,5 м/с. Як змащувально-охолоджувальну рідину застосовується суміш машинного масла і гасу. Шорсткість після обробки знижується на 1-2 класи; твердість підвищується на 30-80% з утворенням на поверхні напруг стиснення до 400-800 МПа. Електрофізичні та електрохімічні способи обробки.

В автомобільній промисловості найбільшого поширення набули електроіскрова, електроімпульсна, анодно-механічна, ультразвукова та світлопроменева (лазерна) обробка. Електроіскрова обробка заснована на руйнуванні металу під дією електричного іскрового розряду, що виникає під час проходження електричного струму між інструментом та заготівлею (рис. 1.9). Електроди розділені міжелектродним проміжком Інструмент 5-100 мкм, необхідним виникнення розряду. Процес здійснюється в рідкому середовищі (гас, мінеральне масло). Заготівля підключається до позитивного, а електрод-інструмент до негативного полюса генератора імпульсів. Електрод-інструмент виготовляють з алюмінію, латуні, графіту, мідно-графітових сплавів. При іскровому розряді термічна дія обмежується ділянками площею 0,05-1,00 мм<sup>2</sup> з глибиною ураження 0,005-0,300 мм. Щільність струму досягає 10<sup>4</sup> А/мм<sup>2</sup>. Точність обробки - 7-5-й квалітети, досяжна шорсткість Ra = 1,25-0,63 мкм.

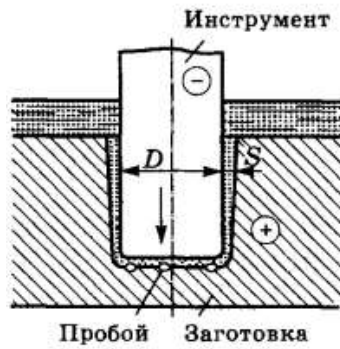
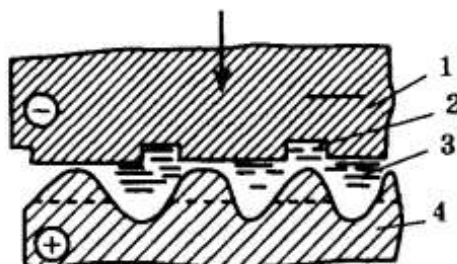


Рисунок 1.9. Схема електроіскрової обробки

Електроіскровим методом можна обробляти всі струмопровідні матеріали будь-якої твердості та вести обробку отворів різних перерізів та форми або прорізів розміром 0,15-0,30 мм.

Для електроіскрової обробки застосовуються спеціальні верстати із універсальним інструментом. Електроімпульсна обробка відрізняється від електроіскрової тривалістю і потужністю імпульсного розряду і деякою ними параметрами його формування. Збільшення потужності розряду дозволяє підвищити продуктивність для обробки сталевих заготовок до 20-103 мм<sup>3</sup>/хв (600 мм<sup>3</sup>/хв при електроіскровій обробці). Цим методом можна обробляти отвори з точністю 0,01-0,02 мм та складні фасонні поверхні. Якість поверхні залежить від електричних режимів обробки. При м'якому чистовому режимі шорсткість досягає  $R_a = 5,00-1,25$  мкм. Метод застосовується в автомобільній промисловості виготовлення прес-форм для лиття під тиском, штампів та інших виробів.

Анодно-механічна обробка деталей здійснюється в результаті теплового та хімічного впливу електричного струму, що протікає між електродами, зануреними в рідке середовище (рис. 10).



## Рисунок 1.10. Схема анодно-механічної обробки

Під впливом електричного струму та робочого середовища на поверхні анода утворюється плівка, електричний опір якої вище опору шару робочої рідини. При відносному переміщенні інструменту (або заготівлі) під тиском 0,05-0,15 МПа відбувається зіткнення його з виступами мікронерівностей заготівлі та руйнування плівки, де концентрується електричний струм (щільність струму становить декілька десятків ампер на  $1 \text{ см}^2$ ). При цьому відбувається миттєве оплавлення мікровиступів поверхні заготівлі.

В якості робочої рідини застосовується рідке скло, розведене водою. Інструменти (диски) виготовляють із червоної міді, чавуну, сталі, алюмінію. Найбільш ерозійностійкі диски з червоної міді, знос яких складає 20-30% від обсягу знятого сплаву ВК8. Швидкість знімання металу становить від 2-5  $\text{мм}^3/\text{хв}$  (при доведенні) до 200-300  $\text{мм}^3/\text{хв}$  (при грубих режимах обробки). Метод застосовується для обробки твердих сплавів, високолегованих сталей, відрізки матеріалів, заточування інструменту.

Ультразвукова обробка є механічною процесом, в якому різальним елементом служать зважені в рідині абразивні зерна, які одержують енергію від джерела ультразвукових коливань. Джерелом їх може бути магнітострикційний або п'єзоелектричний випромінювач.

Магнітострикційний ефект полягає у зміні розмірів тіл, виконаних з нікелю, корозійностійкої сталі, пермалою, пермендюру, під дією електричного струму або магнітного поля. Під впливом ультразвукових коливань (20-30 кГц) абразивні зерна з великою швидкістю і силою вдаряють у оброблювану поверхню і виконують необхідну роботу (рис. 1.11). Швидкість обробки залежить від частоти та амплітуди коливань.

Для ультразвукової обробки використовують абразивні зерна карбіду бору, карбіду кремнію, алмазний порошок та інші тверді матеріали. Інструмент має форму, що відповідає формі заданого отвору по кресленню деталі, і виготовляється зі сталей 40, 45, 50, 40Х, 65Г. Наскрізні отвори можна обробляти з точністю

0,01-0,02 мм; глухі - менш точно. Шорсткість поверхні залежить від обсягу абразивних зерен і забезпечується не більше  $Ra = 0,63-0,16$  мкм. Продуктивність при обробці круглих отворів у 2-3 рази вища порівняно з обробкою лезовим інструментом.

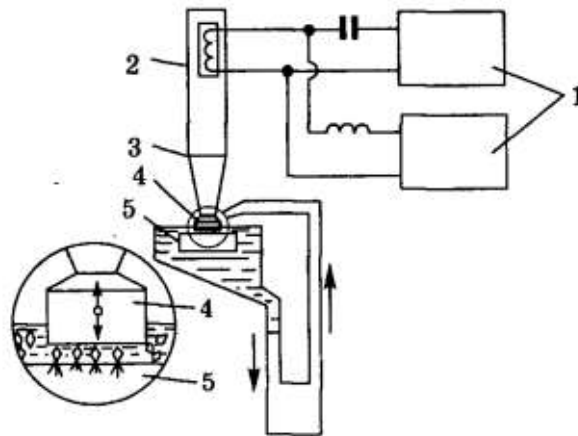


Рисунок 1.11. Схема ультразвукової обробки

Лазерна обробка здійснюється концентрованою температурою тепловою енергією, що виникає в результаті зосередження спеціально сформованого лазерного променя на оброблюваній ділянці заготовлі. Переваги її - легкість фокусування та точність напрямку променя; відсутність обробного інструменту та механічних впливів на оброблювану поверхню, легкість автоматизації процесу. Недоліки - низький ККД генераторів; Труднощі в отриманні імпульсів великої тривалості та вищої частоти (понад 10 в 1 с). Потужність установки (0,5-3,0 кВт) для прошивки отворів дозволяє одержувати отвори діаметром 2-10 мкм. За допомогою лазерної обробки можна свердлити, прошивати, вести зварювання, вирізати по контуру та виконувати інші операції.

### 1.3 Висновки по розділу

Нова автомобільна техніка розробляється, як правило, відповідно до науково-технічних програм, котрі визначаються на тривалий термін. У них наведено на підставі розробок науково-дослідних, конструкторських та інших організацій

перспективні технічні середовища, яких потребує народне господарство для виконання технологічних процесів у виробництві. У документах по кожній машині, що підлягає розробці, наведені основні параметри (вантажопідйомність, потужність двигуна, витрати палива на 100 км та ін.), найважливіші експлуатаційні показники (продуктивність, експлуатаційні витрати. Окремі зразки автомобілів можуть створюватися ініціативним способом (так звані ініціативні розробки). Стадії розробки та постановки на виробництво автомобілів, що розробляються за державними програмами або ініціативним розробкам, як правило, однакові та загальному випадку передбачають:

- розроблення вихідних вимог;
- розроблення технічного завдання на проектування;
- розробку конструкторської та експлуатаційної документації;
- виготовлення, випробування дослідних зразків та приймання результатів розробки;
- постановку виробів на виробництво.

## РОЗДІЛ II

### ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТИПОВИХ ДЕТАЛЕЙ

#### 2.1 Виготовлення корпусних деталей

Корпусні деталі здебільшого є базовими деталями, куди встановлюються окремі складальні одиниці. До них відносяться: картери коробок передач, редукторів, блоки циліндрів та ін. Для корпусних деталей характерна наявність точно оброблених отворів, координованих між собою та щодо базових поверхонь.

Корпусні деталі при всьому різноманітті конструкцій можна розділити на два основні різновиди: призматичні та фланцеві. Корпуси призматичного типу, наприклад, картер коробки, блок циліндрів двигуна, характеризуються великими зовнішніми поверхнями і розташуванням декількох отворів на паралельних осях. У корпусів фланцевого типу базовими поверхнями служать торцеві поверхні основних отворів та поверхні центруючих виступів або виточок.

Корпусні деталі виконуються литими. Матеріалом виготовлення корпусних деталей зазвичай служить сірий чавун марок СЧ24; СЧ15; чавун КЧ35-10 або алюмінієві сплави марок АЛ4, АЛ6, АЛ9. Для більш дрібних корпусних деталей використовують цинкові та магнієві сплави.

Корпусні деталі з огляду на їх конструктивну складність, як правило, виготовляють литтям у піщано-глинисті та металеві форми або литтям під тиском. Виливки повинні забезпечувати герметичність корпусу. Твердість виливків із сірого чавуну має бути 160-240 НВ, а виливків із алюмінієвих сплавів - 50-70 НВ.

При виготовленні виливків велике значення надається їх якості. До відправки в механічний цех у виливків видаляють литники та прибутки, термічною обробкою знімають внутрішні напруги, очищають поверхню, контролюють розміри.

Для корпусних деталей характерна наявність базових поверхонь, а також основних та кріпильних отворів. Базові:

- тонке розточування чи хонінгування точних отворів;

- остаточна обробка поверхонь, що вимагають забезпечення високої точності розмірів.

Крім перерахованих операцій, в технологічний процес можуть входити запресування напрямних втулок, складання складальних деталей з деталей, що сполучаються, і їх подальша спільна обробка, а також миття і автоматичний контроль розмірів.

Обробляє корпусні деталі на непереналагоджуваних (жорстких) лініях. Для виготовлення корпусних деталей автомобілів МАЗ, ЗІЛ, ГАЗ досі застосовуються частково автоматизовані потокові лінії, на яких виконуються різноманітні технологічні операції обробки різанням - фрезерування, свердління, розгортання, розточування, протягування, хонінгування, різьбонарізування. Крім цього, на автоматичних лініях виконують окремі складальні операції (запресування втулок, складання кришок корінних підшипників з блоком та затягуванням болтів), промивання, контроль та випробування.

Як приклад розглянемо виготовлення блоку циліндрів V-подібного двигуна. Блок циліндрів є складною та трудомісткою деталлю через наявність великої кількості площин та отворів, щодо тонких зовнішніх та внутрішніх стінок, різких переходів, ребер жорсткості, а також високих вимог до якості заготовлі деталі. Заготовки блоків циліндрів одержують із сірого чавуну. СЧ18, СЧ21 та інших марок литтям у піщані форми машинного формування. Форму заливають при температурі чавуну не нижче 1340 °С. Враховуючи складність заготовлі блоку, чавунний вилив вибивають з опоки при температурі не вище 500 °С, а стрижні - не вище 400 °С. Виливок повинен мати щільну дрібнозернисту структуру, не допускаються раковини, тріщини та інші ливарні дефекти. У дробометних камерах зачищаються місця видалення литників, прибутків і задирок, у них ретельно очищаються від землі і піску внутрішні порожнини блоку. Заготовлі піддають старінню при температурі 150-200 °С протягом 5 год.

Відхилення товщини стінок циліндрів, водяної сорочки та газопроводів - не більше 2 мм від номінального розміру. Твердість чавунних заготовок 143-289

НВ залежно від марки сірого чавуну. Заготівлі блоків піддають гідровипробуванню під тиском 03-05 МПа протягом 3 хв. Наявність течі та запітніння не допускається. Припуск на обробку різанням чавунних блоків становить 3-5 мм набік.

Блоки циліндрів із алюмінієвих сплавів отримують литтям у кокіль або під тиском. У порівнянні з чавунними вони легші, з меншими припусками на механічну обробку (2-3 мм).

При лиття алюмінієвих блоків у кокіль використовують стрижні ні, що виготовляються на піскодувних машинах із застосуванням формальдегідної смоли. Після затвердіння виливки стрижні вибивають, а литники відрізають на спеціальних верстатах.

Складна форма блоку циліндрів може спричинити деформацію литої заготовки при охолодженні, тому при чистовій обробці різанням на перших технологічних операціях видаляють припуск із поверхонь найбільшої довжини та площі.

Заготівля V-подібного блоку циліндрів базується по нижньому ним площинам 1 і двом настановним отворам 5.

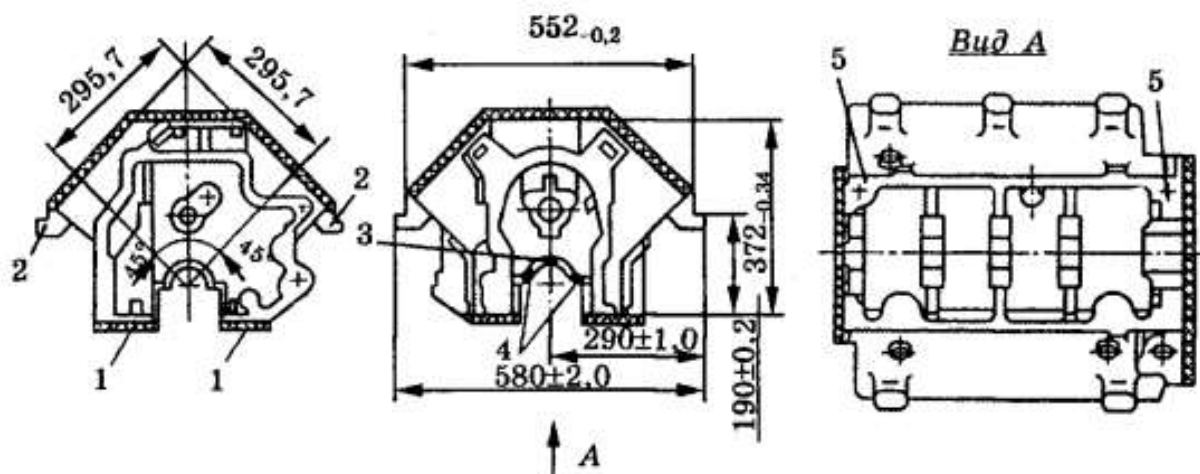


Рисунок 2.1. Базуюча поверхня блока циліндрів

Базуючі поверхні обробляють на автоматичній лінії, де як бази використовують площини технологічних припливів 2 та поверхні гнізд корінних підшипників 3 та 4. При обробці різанням основні поверхні блоку циліндрів виготовляють із високою точністю взаємного розташування поверхонь, розмірів та малою



висотою нерівностей.

Обробка здійснюється на автоматичних лініях. Комплекси з автоматичних ліній виконані за складною структурною схемою та об'єднані в автоматизовану ділянку, на якій відбувається повна обробка V-подібних блоків циліндрів. Ділянка автоматичних ліній заводу ЗІЛ складається із 147 верстатів, на яких встановлено 312 силових вузлів із загальним числом шпинделів 1554. На лініях працює 455 електродвигунів загальною потужністю 2216 кВт. Площа, що займається комплексом автоматичних ліній (автоматизованої ділянки), складає 3605 м<sup>2</sup>. У ВО «Автодизель» працює комплекс, багато в чому подібний до побудови ліній, що працюють на ЗІЛі. Разом з тим є відмінності, викликані тим, що на лініях обробляють шести-і восьмициліндрові блоки циліндрів. Обробка виконується в довільній послідовності, оскільки передбачено автоматичне переналагодження робочих позицій без зупинки ліній. Заготівлі блоку подаються першу автоматичну лінію на п'яти технологічних припливах.

У процесі обробки різанням заготовок блоків циліндрів на комплексі автоматичних ліній здійснюються багаторазові повороти навколо вертикальної і горизонтальної осей. Силові вузли автоматичних ліній, поворотні механізми, транспортні пристрої та механізми затискання та фіксації заготовок - блоків циліндрів у пристроях верстатів наводяться в дію від гідроприводів. Для управління роботою допоміжних механізмів передбачена контрольно-регулююча та розподільна апаратура. Поруч із лініями розташовані інструментальні шафи, в яких зберігаються запасні комплекти різальних інструментів. Налагодження різальних інструментів на розмір відбувається у спеціальних пристроях поза лінією.

Технологічний маршрут обробки різанням на комплексі автоматичних ліній представлений у табл 2.1.

Таблиця 2.1. Технологічний процес обробки різанням V-образного блоку циліндрів двигуна

| № | Операція  | Обладнання  |
|---|---|---|
| 1 | <b>Перша автоматична лінія</b><br>Попереднє та остаточне фрезерування нижньої площини   | Поперечно-фрезерувальні двопозиційні чотирьохшпindelні верстати |
| 2 | Фрезерування технологічних приливів з двох сторін блоку, свердління та зенкування трьох технологічних отворів у нижній площині та разповертання двох (переднього та заднього) настановних отворів | Свердлильно-фрезерні верстати                                   |
| 3 | Попереднє та остаточне фрезерування верхньої площини блоку  | Поздовжньо-фрезерні двохшпindelлові двосторонні верстати        |
| 4 | Попереднє та остаточне фрезерування торців блоку  | Поздовжньо-фрезерні двохшпindelлові двосторонні верстати        |
| 5 | Чорнове та чистове фрезерування двох верхніх похилих площин під головки циліндрів   | Поздовжньо-фрезерні двосторонні верстати                        |
| 6 | Просування поверхонь під вкладиші та кришки корінних підшипників  | Горизонтально-протяжні верстати                                 |
| 7 | <b>2-а автоматична лінія</b>  |   |

|    |   |  |
|----|---|--|
|    | Попереднє та остаточне фрезерування торців під корінні підшипники та замків під вкладиші  | Спеціальні двошпиндельні горизонтально-фрезерні верстати             |
| 8  | Чорнове та чистове фрезерування майданчиків під масляний насос та привід механізму газорозподілу  | Спеціальні горизонтально-фрезерні двошпиндельні двосторонні верстати |
| 9  | Чорнове та напівчистове розточування виточки, верхньої та нижньої направляючих під гільзи.  | Розточувальні шестипиндельні верстати                                |
| 10 | Свердління поздовжніх масляних каналів з обох торців, зенкерування та цекування отворів під заглушки, свердління, зенкерування та розгортання отворів під настановні штифти, під штангу приводу паливного насоса та інших отворів | Свердлильні двота тристоронні двопозиційні агрегатні верстати        |
| 11 | Свердління отворів під масляний насос, похилого масляного каналу, під привод механізму газорозподілу та ін.   | Свердлильні агрегатні багатошпиндельні верстати                      |
| 12 | Зенкерування отворів під масляний насос та привід механізму газорозподілу   | Свердлильні чотири шпиндельні верстати                               |
| 13 | Свердління отворів під різблення для кріплення нижнього картера та кришок корінних підшипників, трьох отворів для кріплення масляного насоса та інших отворів з боку нижньої площини  | Свердлильні багатошпиндельні двосторонні агрегатні верстати          |
| 14 | Свердління отворів зливних масляних каналів у підшипниках розподільного валу, отворів під різблення, під настановні штифти для кріплення головок  | Свердлильні та розточувальні багатошпиндельні                        |

|    |   |  |
|----|---|--|
|    | блоку циліндрів; свердління та зенкерування отворів під штовхачі клапанів, чистове розточування гнізд під гільзи циліндрів та інших отворів   | двосторонні верстати                                     |
| 15 | Зрізання п'яти технологічних припливів  | Спеціальні фрезерні п'ятишпиндельні двосторонні верстати |
| 16 | Зенкерування отворів під різьблення для кріплення головки циліндрів та розгортання двох отворів під настановні штифти, зенкування та зенкерування отворів під штовхачі клапанів     | Свердлильні багатошпиндельні двосторонні верстати        |
| 17 | Зінкування отворів під різьблення для кріплення нижнього картера, кришок корінних підшипників та інших отворів  | Свердлильні багатошпиндельні верстати                    |
| 18 | Нарізання різьблення в отворах кришок корінних підшипників, для кріплення головок циліндрів та нижнього картера, приводу механізму газорозподілу та в інших отворах                 | Різьбонарізні багатошпиндельні верстати                  |
| 19 | Свердління отвору в п'ятому підшипнику розподільного валу та нарізування різьблення в отворах для кріплення кришки розподільних зубчастих коліс, картера зчеплення та інших отворів | Вертикально-різьбонарізні багатошпиндельні верстати      |
| 20 | Складання блоку з кришками корінних підшипників та загортання болтів вручну   | Агрегат для збирання на конвеєрі                         |
| 21 | <b>3-я автоматична лінія</b><br>Загортання та затягування болтів кришок корінних підшипників  | Шестишпиндельні автоматичні установки                    |
| 22 | Чорнове та напівчистове розточування отворів під  | Розточувальний   |

|    |   |  |
|----|---|--|
|    | вкладиші корінних підшипників та втулки опор розподільчого валу   | чотиришпиндельний двопозиційний верстат                            |
| 23 | Розгортання отворів під втулки опор розподільчого валу  | Свердлильні одношпиндельні верстати                                |
| 24 | Запресовування втулок опор розподільного валу   | Спеціальна установка   |
| 25 | Остаточне розточування отворів під вкладиші корінних підшипників та втулки опор розподільного валу та розгортання чотирьох отворів під штифти з обох торців заготовлі блоку | Свердлильно-розточувальні горизонтальні станки                     |
| 26 | Розточування канавок під кільця ущільнювачів і підрізання торців з двох сторін в отворах під колінчастий вал  | Розточувальні горизонтальні чотиришпиндельні двопозиційні верстати |
| 27 | Хонінгування отворів під вкладки корінних підшипників   | Вертикально-хонінгувальний верстат                                 |
| 28 | <b>4-а автоматична лінія</b><br>Чистове послідовне фрезерування двох похилих площин під головки блоку циліндрів   | Поздовжньо-фрезерні двошпиндельні верстати                         |
| 29 | Остаточне фрезерування майданчиків під привод розподільника запалювання та масляний насос   | Горизонтально-фрезерні двошпиндельні двосторонні верстати          |
| 30 | Чистове розточування та розгортання отворів під привод механізму газорозподілу та масляний насос  | Розточувальні го-  |

|    |  |  |
|----|--|--|
|    |  | ризонтальні двошпіндельні верстати                 |
| 31 | Цікування внутрішнього опорного гнізда під привод розподільника запалювання  | Свердлильні горизонтальні одношпіндельні верстати  |
| 32 | <b>5-а автоматична лінія</b><br>Остаточне розточування отворів у блоці під бурти гільз з одночасним підрізуванням торців | Спеціальні багатошпіндельні розточувальні верстати |
| 33 | Остаточне розточування отворів під гільзи циліндрів  | Спеціальні багатошпіндельні розточувальні верстати |

Контроль блоків циліндрів після обробки полягає в зовнішньому огляді, перевірці точності взаємного розташування отворів та площин, діаметрів отворів під корінні підшипники та у втулках розподільчого валу, отворів підгільзи циліндрів та глибини виточок у них тощо.

Усі блоки циліндрів піддають гідровипробуванню на спеціальних стендах. Після остаточного контролю блоки циліндрів передаються на конвеєр збирання двигунів.

Обробляє корпусні деталі на гнучких автоматичних лініях. Основним напрямом технічного прогресу сучасного автомобілебудування є створення, що забезпечує швидко переналагодження устаткування випуску широкої номенклатури виробів. Ці властивості мають гнучкі виробничі системи (ГПС), здатні до швидкої перенастроювання за рахунок застосування обладнання з ЧПУ, автоматизованих засобів міжопераційного транспортування та накопичення систем автоматизованого управління.

Для обробки корпусних деталей у ГПС в основному застосовують багатоцільові верстати фрезерно-розточувальної групи з ЧПУ типу обробного центру (ОЦ). Таке обладнання має автоматизоване завантаження та розвантаження заготовок, забезпечене одним або двома інструментальними магазинами. На рис. 2.2 представлений гнучкий виробничий модуль моделі IC 500 ПМ 1Ф4-01, призначений для обробки корпусних деталей з чавуну, сталі, алюмінієвих та магнієвих сплавів у діапазоні розмірів від 50 x 50 x 50 мм до 700 x 700 x 700 мм.

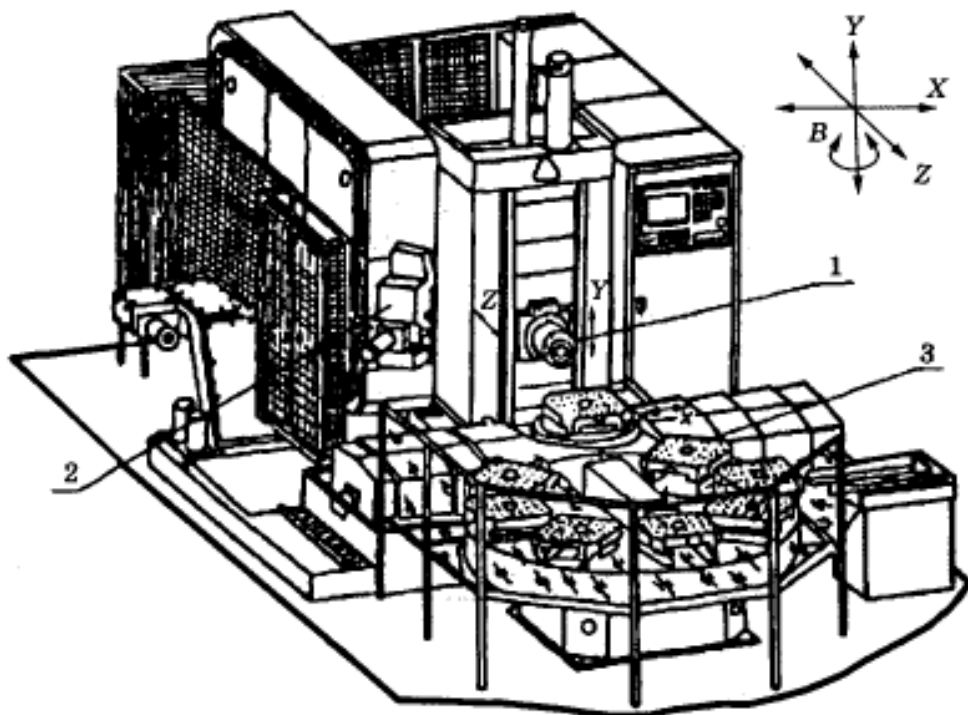


Рисунок 2.2. Гнучкий виробничий модуль для обробки корпусних деталей

Верстат забезпечений шпindelною бабкою 1 з двигуном, що дозволяє безступінчасто змінювати частоту обертання шпинделя, що має можливість переміщатися у двох взаємно перпендикулярних напрямках. Ланцюговий інструментальний магазин 2 розташований на своєму фундаменті. Маніпулятор зміни інструменту встановлений на корпусі магазину. Передбачено встановлення багатошпindelних та кутових головок зі змінним кодуванням інструменту та двома магазинами на 64 та 100 інструментів. Це дозволяє виконувати обробку плоских по-

верхонь, гладких та різьбових отворів, циліндричних виступів, виточок, зовнішніх канавок, а також обточування торців корпусних деталей, закріплених у спеціальних пристроях 3.

Для обробки складних корпусних деталей, таких як блоки циліндрів, картери КПП, корпуси компресорів, особливо ефективно застосування верстатів наступного покоління: трипоїдів та гексапоїдів (рис. 2.3). Особливістю цих верстатів є те, що вони забезпечені трьома (трипоїд) або шістьма (гексапоїд) шарнірно з'єднаними телескопічними штангами зі вбудованими 108 лінійно-вимірвальними системами. Шпиндель-мотор із інструментом встановлюється на телескопічні штанги.

Таким чином, верстати, оснащені інструментальними магазинами, дозволяють одночасно обробляти кілька поверхонь. Зміна інструментів виконується автоматично.

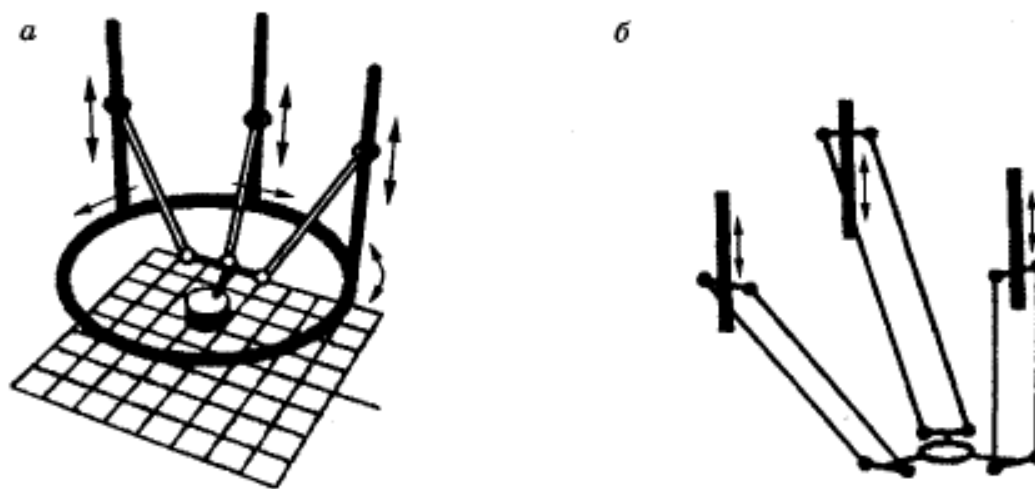


Рисунок 2.3. Кінематична схема трипоїду та гексапоїду

У трипоїда стіл верстата нерухомий, а телескопічні штанги зі шпинделями-моторами концентрично переміщуються круговою траєкторією щодо столу із закріпленою на ньому заготовлею. Таке компонування дозволяє забезпечувати нахил шпинделів аж до отримання горизонтального положення та здійснювати обробку з керуванням по п'яти осях координат.



Гексапод має шість телескопічних штанг. Шестистрижнева система утримує в робочому просторі платформу з інструментами, переміщуючи її одночасно і узгоджено по шести ступенях свободи (щодо осей x, y, z з поворотом навколо кожної осі). На платформі всі шість стрижнів пов'язані за допомогою безлюфтових шарнірів. Опорою кожного стрижня служить силова рама із фрикційно-безлюфтовими приводами. Переміщення кожного стрижня відстежується лазерними інтерферометрами дискретністю 1 мкм. Дані передаються на комп'ютер, який у реальному режимі тимчасово керує приводом.

Однією з найважливіших чинників, які впливають на експлуатаційну ефективність ГПС, є розробка оптимального варіанта технологічного процесу під підібрану номенклатуру деталей. Груповий технологічний процес повинен мати загальний технологічний маршрут або набір технологічних деталей, що забезпечують обробку будь-яких деталей; єдність технологічних баз; оптимальне завантаження обладнання; мінімальні втрати на переналагодження під час переходу з однієї деталі (групи деталей) в іншу.

ГПС для групової обробки корпусних деталей розробляють кілька етапів. У першому етапі аналізують номенклатуру деталей, оброблюваних у цеху, і групують їх. На другому етапі деталі кодують за конструктивно-технологічними ознаками, поділяють на групи та розробляють групові технологічні процеси. На етапі формують склад і виробничо-технологічну структуру ДПС, тобто визначають оптимальний за технологічними можливостями комплект обладнання та типаж, вибирають найбільш доцільний рівень автоматизації виробничого процесу, засоби та системи оснащення ГПС.

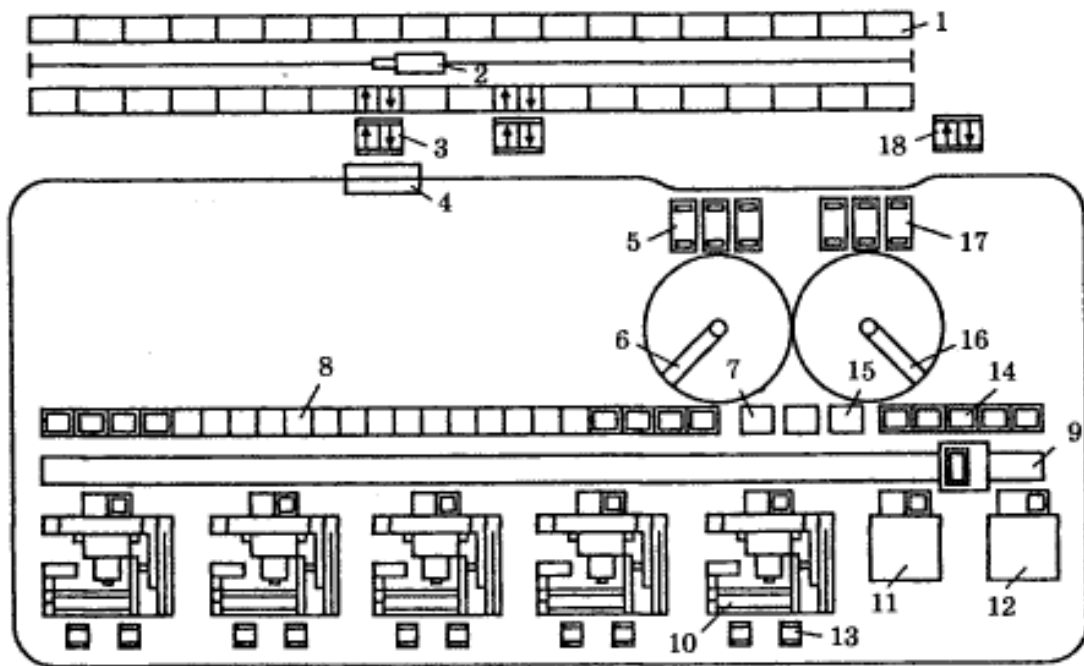


Рисунок 2.4. Структура комплексу для обробки корпусних деталей автомобіля

За такою методикою була сформована виробничо-технологічна структура комплексу для обробки 26 найменувань корпусних деталей автомобілів БЕЛАЗ (розробка НДІТ-автопрому спільно з МДТУ та МАМІ) (рис. 2.4). Комплекс складається з автоматизованого складу 1, звідки заготовки за допомогою штабелера 2 вантажопідйомністю 0,5 т подаються на двосекційний проміжний накопичувач 3. Звідси вони переміщуються роботом 4 на односекційний накопичувач 5. Потім маніпулятор 6 подає заготовки на станції завантаження 7 до приставного накопичувача 8 і до стрічкового транспортера 9, який подає їх на позиції обробки, де з ЧПУ, мийна машина 11 і контрольне обладнання 12. Інструмент в магазини верстатів автоматично подається з приставних накопичувачів 13. Оброблені деталі надходять на транспортер 14 і станцію розвантаження 15. Потім маніпулятор 16 переміщає їх на односекційний накопичувач готових деталей 17, звідки проміжний накопичувач 18 і склад готових деталей. Роботою верстатів та транспортними системами управляє ЕОМ, розміщена у спеціальному приміщенні.

На ГПС, що розглядається, виготовляються такі корпусні деталі, як корпус

зворотних клапанів, корпус розподільника, корпус редуктора і т.д. Гнучкі виробничі системи з управлінням ЕОМ слід розглядати як один з етапів на шляху створення комплексно-автоматизованих виробництв, а в перспективі - автоматизованих заводів.

Обробка деталей на лініях із змінною структурою. Гнучкі виробничі системи (ГПС), що широко застосовуються для корпусних та інших типів деталей, мають значну перевагу в порівнянні з традиційними автоматичними лініями, створеними для автомобільних заводів з масовим та великосерійним виробництвом. Кожна ГПС дозволяє вести обробку великої групи деталей, що часто істотно відрізняються за розмірами, формою, методами та маршрутами обробки поверхонь. Переналагодження з однієї деталі на іншу відбувається автоматично та потребує мінімального часу. Однак через те, що у переважній більшості випадків на кожному обробному центрі (ОЦ) ДПС інструменти працюють послідовно, продуктивність таких систем виявляється суттєво нижчою, ніж традиційних (жорстких) автоматичних ліній. Для підвищення продуктивності ГПС включають по кілька одношпindelних паралельно працюючих однакових ОЦ, що істотно ускладнює їх компонування і в кілька разів підвищує вартість обладнання.

У зв'язку з тим, що автомобільний ринок стає дедалі більше динамічним, конструкції багатьох вузлів і деталей змінюються через 3-4 роки, а термін служби ліній 10-12 років, необхідне створення верстатних систем (зі змінною структурою), які б забезпечували багатоінструментальну високопродуктивну обробку, як жорсткі лінії, і в той же час дозволяли періодично перекомпоновувати їх, змінювати методи та маршрути обробки на окремих позиціях верстатних систем при зміні деталей. Лінії зі змінною структурою ще не знайшли широкого застосування у нас у країні та СНД, проте широко використовуються там і називаються «реконфігураційні системи». Вирішальним для системи зі змінною структурою є подальший розвиток методу агрегування верстатного обладнання, суттєве підвищення рівня стандартизації та уніфікації вузлів та елементів, з яких вони компонуються. Одним з найважливіших напрямів уніфікації має стати забезпечення

можливості заміни вузлів різного призначення: багатошпindelних головок з різною кількістю шпindelів, силових головок, автоматичних завантажувальних, вимірювальних та інших компонентів, що вбудовуються.

Для цього змінні вузли повинні мати уніфіковані настановні розміри з базовими вузлами (наприклад, станинами), тоді час їх заміни може бути мінімізовано. На рис. 15 показано компонування лінії зі змінною структурою для обробки двох деталей.

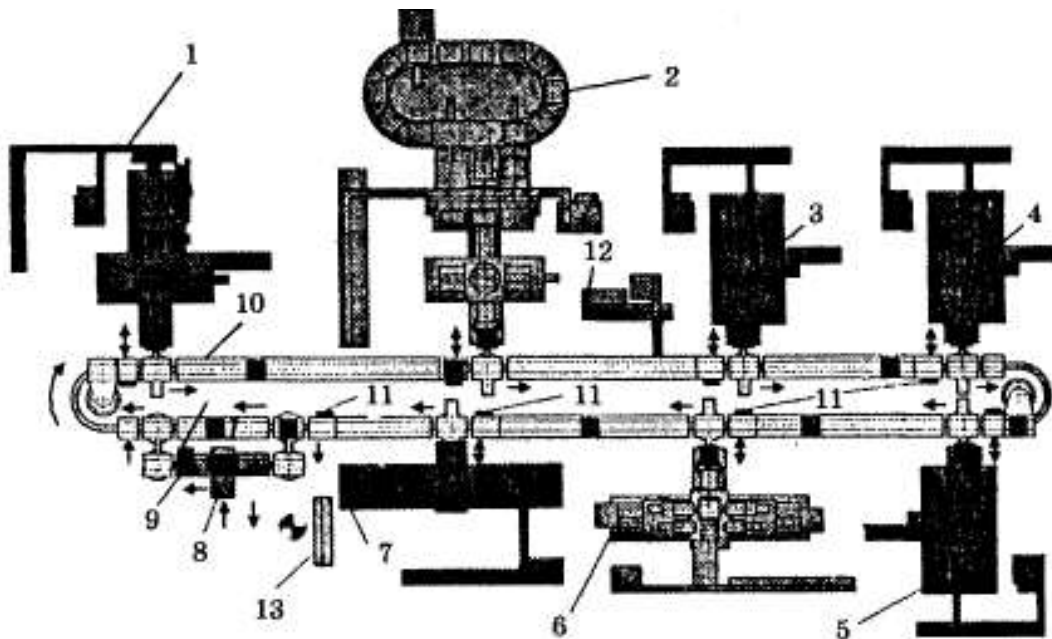


Рисунок 2.5. Лінія для обробки двох корпусних деталей

Ця лінія включає сім верстатів, транспортну систему для деталей, що встановлюються в супутники, позицію завантаження заготовок та знімання готових деталей. Одношпindelний обробний центр 1 виконує чорнову обробку деталей фрезеруванням та розточуванням. Верстат 2 зі змінними багатошпindelними коробками призначений для виконання свердлильних та фрезерних робіт. На обробних центрах 3, 4 та 5 відбувається традиційна для корпусних деталей обробка отворів. Верстат 6 виконує чистове розточування отворів корпусах у трьох напрямках. Фінішну обробку отворів у двох напрямках виконує верстат 7. На завантажувальній позиції 8 встановлюють супутники 9 заготовки і знімають готові де-

талі після обробки. Транспортно-конвеєрний пристрій 10 передає деталі, що обробляються з супутниками від верстата до верстата. Пристрій 11 для кодування та зчитування інформації про деталі, що надходить на обробку, передає цю інформацію систему управління лінією 12 для відповідного зміни циклів обробки деталі на кожному верстаті. Станки можуть працювати незалежно (кожен обробляє свою деталь). Пристрій контролю 13 лінії дозволяє оператору відстежувати процес обробки на кожному верстаті і контролювати роботу верстатної системи в цілому.

Наведені у розділі приклади обробки корпусних деталей - найскладніших деталей автомобіля - показують, наскільки складна технологічна підготовка виробництва, у автомобілебудуванні. Забезпечення заданого випуску деталей з високою якістю та точністю оброблюваних поверхонь вимагає аналізу великої кількості варіантів технологічного процесу, вибору технологічних та транспортних систем, а також систем керування.

## **2.2 Технологія виготовлення валів**

Особливості конструкцій валів. Конструкції валів зазвичай мають складну форму і є поєднанням гладких шийок, різьблень, фланців, зубчастих вінців і т. д. Осьові отвори валів можуть бути гладкими, ступінчастими або фасонними. Деякі вали мають радіальні отвори (для підведення мастила).

Найбільшого поширення набули ступінчасті вали. При переході від одного ступеня до іншого вони мають канавки чи перехідні поверхні. До валів пред'являються високі вимоги щодо геометричної форми та взаємного розташування окремих поверхонь. Деякі вали мають бути динамічно збалансовані. Дисбаланс валів має перевищувати 10-40 г·см.

З метою підвищення зносостійкості робочих поверхонь вали піддають термічній обробці. При виготовленні з низьковуглецевих сталей їх цементують або нітроцементують на глибину 07-12 мм, потім гартують і відпускають (твердість робочих поверхонь 58-62 HRC). Термічна обробка валів, що виготовляються з

високовуглецевих сталей, полягає в поверхневому загартуванні з подальшою низькою відпусткою.

Вали в основному виготовляють із конструкційних і легиованих сталей: 40, 45, 35X, 40X, 25ХГМ, 20ХГНМ, 19ХГН, 15ХГНТ2А. Прогресивні методи виготовлення заготовок валів (штампування в закритих штампах, висадка на горизонтально-кувальних машинах, поперечно-гвинтова прокатка, об'ємне холодне штампування та ін.) дозволяють отримати коефіцієнт використання металу 0,7 і вище. Заготовки гладких і ступінчастих валів з невеликим перепадом сходів виготовляють із гарячекатаного або калібрований прокат. Після пластичного деформування для зняття внутрішньої напруги виконують термічну обробку заготовок валів: з низьковуглецевих сталей - нормалізацію, зі сталі 35X - відпал, зі сталей 45, 40X - поліпшення.

Заготовки чавунних валів виготовляють литтям в оболонку форми, що дозволяє отримувати заготівлі валів високої точності.

Типові технологічні процеси обробки валів. Незважаючи на велику різноманітність розмірів та конструктивних форм, вали обробляються за єдиною технологічною схемою.

Типовими настановними базами є центрові конусні отвори. На деяких операціях обробки при впливі значних сил різання (при фрезеруванні площин, свердлінні радіальних отворів) як настановні бази використовують оброблені шийки.

Залежно від конструкцій валів технологічний процес їх виготовлення може відрізнятися лише послідовністю обробки або запровадженням додаткових операцій. Типовий процес обробки валів автомобілів можна представити у вигляді такої послідовності технологічних операцій:

- підготовка технологічних баз (підрізання торців та центрування);
- чорнова токарна обробка кінців валу, підрізування торців та уступів;
- чистова токарна обробка (виконується в тій же послідовності, як і чорнова);
- чорнове шліфування шийок валу, службовців додатків.

Іншими базами при фрезеруванні, свердлінні, розточуванні отворів на одному з кінців валу:

- редагування валу при обробці нежорстких деталей;
- чорнова та чистова обробка фасонних поверхонь (нарізання шліців, зубчастих вінців, шліфування кулачків та ін.);
- обробка отворів, різьблень, канавок (свердління та розгортання отворів, нарізування різьблення, фрезерування лисок, шпонкових канавок);
- термічна обробка (всієї деталі або окремих її поверхонь);
- виправлення валу;
- чорнове та чистове шліфування зовнішніх поверхонь, торців отворів;
- доведення точних поверхонь;
- контрольні операції.

Устаткування для виконання процесу обробки валів може бути різним, проте порядок і характер операцій зберігаються.

Розглянемо окремі операції обробки східчастих валів. Підрізання торців і центрування - це перші технологічні переходи при виготовленні ступінчастих валів, вони служать для підготовки технологічних баз.

У серійному виробництві обробку ведуть на фрезерно-центрувальних напівавтоматах із встановленням заготівлі по зовнішньому діаметру в призмах і базуванням у осьовому напрямку за упором. Підрізування торців виконують окремо від центрування на поздовжньо-фрезерних або горизонтально-фрезерних верстатах, а центрування - на односторонньому або двосторонньому центрувальному верстаті. У масовому виробництві для фрезерування торців та центрування застосовують спеціальні верстати (рис. 2.6), у яких установка деталі здійснюється на дві самоцентруючі призми з осьовою фіксацією упором 3 по торцю головки. Підрізування торців з одночасним свердлінням центрових отворів виконується головками 1 та 2, оснащеними комбінованим інструментом.

Обточування валів в залежності від обсягу випуску виконують на універсальних токарних верстатах з програмним керуванням, на верстатах з багаторіздцевими головками, на копіювальних токарних верстатах.

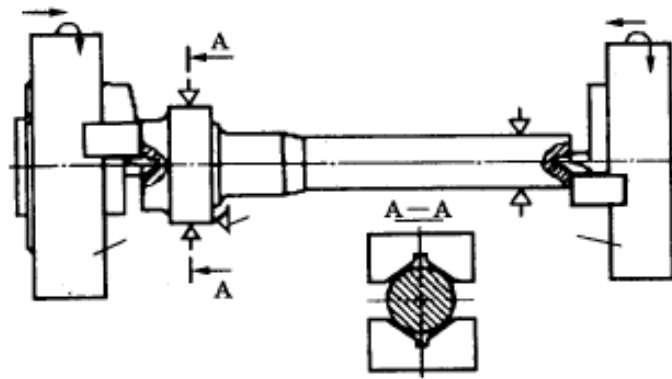


Рисунок 2.6. Схема обробки технологічних баз

Обробка валів на верстатах із багаторізцевими головками (рис. 2.7) вимагає щодо тривалої їх налагодження, тому даний метод застосовують у серійному та масовому виробництві. Чорнова обробка контуру та чистове обточування хвостовика валу здійснюються різцем 3. Різцями 2 у 9 підрізають торцеві поверхні головки валу, а різцем 8 прорізають канавку під стопорне кільце. Різець 5 служить для чистового обточування поверхні під шліци. Стрілки позначені напрями переміщення різців.

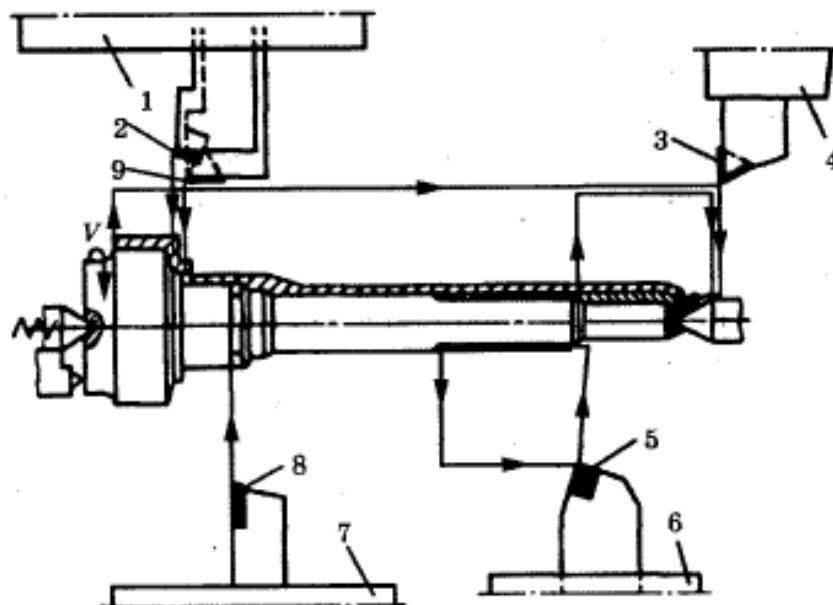


Рисунок 2.7. Схема обточування валу на багаторізцевому верстаті



Для обробки ступінчастих валів широко використовують одношпindelні копіювальні напівавтомати (рис. 2.8). Схема обробки валу наступна: поздовжній супорт обточує вал по копіру 2, а поперечний утворює виточення. Поперечним супортом можна виконувати і підрізування торців. При обробці валів на копіювальних верстатах знижується час налагодження інструментів у 2-3 рази, забезпечується при чистовому точені точність, що відповідає 9-му кваліфікату, та підвищена якість обробленої поверхні (відсутні уступи, характерні при обробці на верстатах з багаторізцевою головкою).

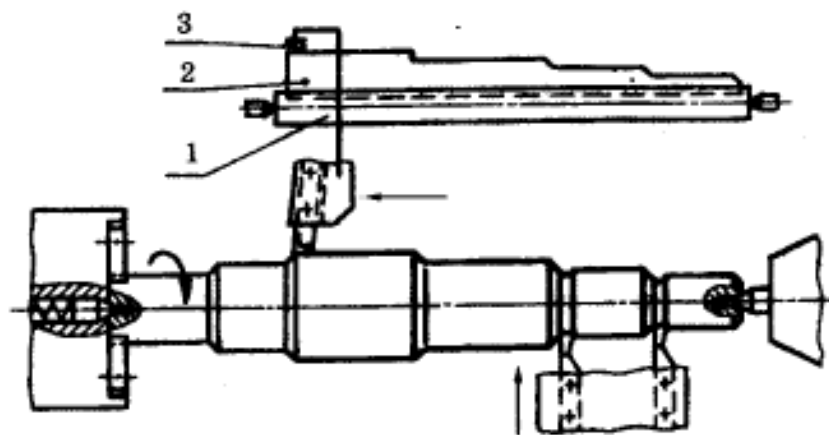


Рисунок 2.8. Схема обробки ступінчастого валу на копіювальному напівавтомат

У масовому та великосерійному виробництві широко використовують багатшпindelні багаторізцеві напівавтомати. У дрібносерійному виробництві ефективно застосування токарних верстатів з гідросупортами, а також верстатів з програмним керуванням.

Шлицеві поверхні на валах обробляють обкочуванням черв'ячною фрезою на шлицефрезерних або зуборізних верстатах. При діаметрі валу більше 80 мм шліци фрезерують за два робочі ходи. У валів, що загартовуються, центрованих по зовнішній поверхні, обробка шліців включає наступні операції: шліфування зовнішньої поверхні; фрезерування шліців з припуском на шліфування бічних поверхонь; термічну обробку; зовнішнє шліфування; шліфування бічних повер-

хонь шліців, яке виконується одночасно двома колами із застосуванням розподільчого механізму для повороту заготовки.

У незагартовуваних валів обробка шліців складається тільки з зовнішнього шліфування циліндричної поверхні та фрезерування шліців. Якщо шліцеве з'єднання центрується поверхнею внутрішнього діаметра, то послідовність операцій до термообробки залишається тією ж. Після термічної обробки шліфування бічних поверхонь шліців та шліфування внутрішніх поверхонь по діаметру здійснюється або профільним колом (одночасно по бічних поверхнях і дну западини), або в дві операції: шліфування двома колами бічних поверхонь, а потім шліфування внутрішньої поверхні кругом, заправленим по дузі. Шліфування одним профільним колом дає кращі результати щодо точності та продуктивності. Є і більш продуктивні методи обробки шліців: на шліцестругальних та шліцепротяжних верстатах, а також утворення евольвентних шліців накочуванням при твердості поверхні не більше 220 НВ та модулі шліців до 2,5 мм.

Шпонкові пази в залежності від їх конструкції виконують дисковою фрезою (якщо наскрізний паз) або торцевою (пальцевою) фрезою, якщо паз глухий. Вал встановлюють у центрах або зовнішньої поверхні на призми пристосування.

Шпонкові пази виконують на горизонтально-і вертикально-фрезерних верстатах. У серійному та масовому виробництві для отримання глухих шпонкових пазів застосовують шпоночно-фрезерні напівавтомати, що працюють «маятниковим» методом: двозуба пальцева фреза за один робочий хід подається на глибину 0,2-0,3 мм і фрезерує паз на всю довжину. Потім знову подається на ту ж глибину і фрезерує паз в іншому напрямку (і так до повної глибини паза). У великосерійному та масовому виробництві фрезерувати пази доцільно із застосуванням багатомісних пристроїв комплектом фрез. Різьблення на внутрішніх поверхнях валів нарізують машинними мітчиками на свердлильних, револьверних та різьбо-нарізних верстатах залежно від типу виробництва. Зовнішні різьблення нарізають різцями, гребінками, плашками, а також одержують фрезеруванням, вихровим методом, накочуванням. У дрібносерійному та одиничному виробництві зо-

внішні різьблення виготовляють на токарно-гвинторізних верстатах із застосуванням різьбових різців або гребінок, забезпечуючи 6-8 ступеня точності. Різьблення 4-го ступеня точності нарізають на прецизійних токарно-винторізних верстатах. Нарізання різьблення плашками та різьбонарізними головками виконують на револьверних, токарних та болторізних верстатах, а також на токарно-револьверних автоматах.

У великосерійному та масовому виробництві різьблення виконують накочуванням, при цьому отримують різьблення 6-го ступеня точності. Накочування різьблення продуктивніше нарізування її різьбовими головками.

Якщо вал не піддається загартування, то різьблення нарізають після остаточного шліфування шийок. На гартованих шийках різьблення виготовляють до термообробки. Вали шліфують на круглошліфувальні та безцентрово-шлифувальних верстатах. Для отримання точності, що відповідає 6-му квалітету, шліфування виконують у дві операції (два переходи). При обробці валів на круглошліфувальних верстатах базою є центрові отвори. Шліфування напрохід застосовують при обробці поверхонь значної протяжності, а врізне шліфування - при обробці коротких шийок.

У серійному та масовому виробництві врізне шліфування часто виконується за автоматичним циклом, що підвищує якість обробки та продуктивність.

При шліфуванні деталей розміри контролюють у процесі обробки без зупинки верстата, а також використовують вимірювальні засоби активного контролю, що автоматично відключають поперечну подачу при досягненні заданого розміру.

Безцентрове шліфування виконують як з поздовжньої, так і та з поперечною подачею (врізанням). Якщо вал гладкий, то застосовують шліфування з поздовжньою подачею напрохід; якщо ж ступінчастий - шліфують із поздовжньою подачею до упору. Шліфування з поперечною подачею обробляють короткі буртики. Безцентрове шліфування застосовують при обробці невеликих валів, забезпечуючи точність, що відповідає 6-8 кваліфікаціям. Цей метод за точністю дещо поступається шліфування на круглошліфувальних верстатах.

Великий інтерес представляє одночасне шліфування кількох поверхонь, що виконується широким колом, розташованим під кутом до осі деталі (рис. 2.9).

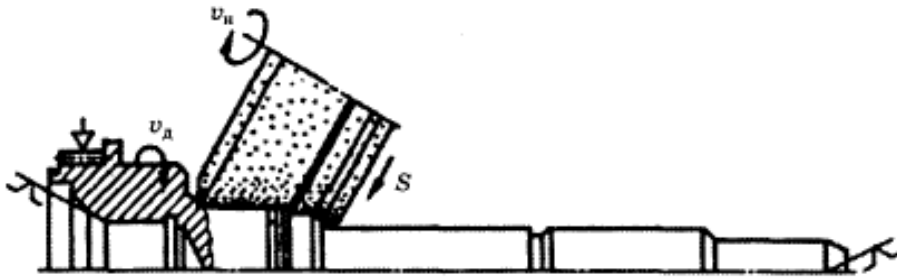


Рисунок 2.9. Схема одночасного шліфування п'яти поверхонь одним шліфувальним кругом

Профіль кола забезпечується його періодичною правкою алмазним інструментом. Під час виготовлення штоків гідровузлів для остаточної обробки застосовують обкатування поверхні роликками. В результаті пластичного деформування підвищується якість поверхні та її зносостійкість.

У табл. 2.2 як приклад наведені технологічні процеси обробки первинних та вторинних валів коробок передач вантажних та легкових автомобілів.

Аналіз показує, що ступінчасті шліцеві вали та вали із зубчастими вінцями обробляються за єдиною технологічною схемою. Основна відмінність при їх виготовленні полягає в тому, що у шліцевого валу фрезерують або накочують шліци, біля валу-шестірні нарізають вінчастий зубчастий.

При виготовленні первинного валу коробки передач (КП) автомобіля ВАЗ проводиться ряд складальних операцій (установка мідного кільця, диска, запресування зубчастого вінця). Ці операції не відображені в таблиці, оскільки вони характерні лише для цієї деталі. Для забезпечення заданої точності та шорсткості окремих поверхонь вводяться довідкові операції: мікрофінішування або полірування (наприклад, при обробці первинного валу КП автомобіля ЗІЛ-431411 та вторинного валу КП автомобіля ВАЗ).

Механічна обробка деталей типу валів здійснюється на автоматичних та

потоків ліній, що складаються з різних спеціалізованих та спеціальних верстатів.

Ці лінії оснащені засобами механізації, приладами активного контролю розмірів у процесі обробки, пристроями для автоматичного налагодження інструменту. Характерною особливістю сучасних автоматичних ліній є їхня комплексність, що дозволяє в автоматичному циклі виконувати всі види обробки, передбачені технологічним процесом: чернові та фінішні операції різанням, термообробку, миття, контроль, складання, балансування. Автоматизація охоплює і допоміжні операції (транспортування, завантаження та вивантаження оброблюваних деталей, зміну та налаштування інструментів).

Міжопераційне транспортування валів здійснюється за допомогою підвісних конвеєрів, штовхаючих, тягових, стрічкових та інших транспортерів. Завантаження та вивантаження деталей, переміщення їх на позиції обробки виконуються автооператорами, порталними завантажувачами чи промисловими роботами.

Таблиця 2.2

| Операція механічної обробки          | Первинний вал |              | Вторинний вал | Проміжковий вал |
|--------------------------------------|---------------|--------------|---------------|-----------------|
|                                      | 20ХГМ (ЗІЛ)   | 20ХГНМ (ВАЗ) | 20ХГНМ (ВАЗ)  | 15ХГНТ2А        |
| Центральна                           | +             | +            | +             | +               |
| Чорнова Токарна                      | +             | +            | +             | +               |
| Чистова токарна                      | +             | +            | +             | +               |
| Редагування                          | -             | -            | +             | -               |
| Чорнове шліфування ший під підшипник | +             | -            | +             | -               |
| Токарна                              | +             | -            | -             | -               |
| Нарізування шліців                   | +             | Н            | +             | -               |
| Накочування рифлень                  | -             | -            | +             | -               |
| Фрезерування зубів                   | +             | +            | -             | +               |
| Довбання зубів                       | -             | -            | -             | +               |
| Закруглення зубів                    | +             | +            | -             | +               |
| Шевінгування зубів                   | +             | +            | -             | +               |

|                                   |   |   |   |   |
|-----------------------------------|---|---|---|---|
| Калібрування зубів                | - | + | + | - |
| Свердління отворів                | + | + | + | + |
| Фрезерування шпонкових пазів      | - | - | + | + |
| Термообробка                      | - | - | + | + |
| Зачищення центрів                 | + | + | + | + |
| Виправлення                       | - | + | + | + |
| Остаточне шліфування шийок        | - | + | - | + |
| Шліфування отвору під підшипник   | + | + | - | + |
| Хонінгування отвору під підшипник | + | П | - | - |
| Мікрофінішування під шийок валу   | + | - | П | - |
| Хонінгування зубів вінців         | + | - | - | - |
| Обкатка з еталонною шестернів     | + | + | - | + |
| Мийка                             | + | + | + | + |
| Остаточний контроль               | + | + | + | - |

Технологія виготовлення колінчастих валів. У вітчизняних двигунів застосовуються сталеві та чавунні колінчасті вали. Основним матеріалом є сталі 35, 40, 50, 40Г, 45Г, 50Г та ін. (Для мало-і середньооборотних двигунів). Вали високооборотних та середньофорсованих двигунів при діаметрі циліндрів менше 200 мм зазвичай виготовляють з легованих сталей 40ХН, 35ХМ, 38ХМЮА, 40ХНВА, 25Х2Н4ВА, 38ХН3ВА та ін. Застосовуються також литі колінчасті вали з високоміцного чавуну з кулястим графітом ВЧ45-5, ВЧ50-2, ВЧ60-2 та ін. Розподіл колінчастих валів за матеріалами виглядає наступним чином: середньовуглецеві сталі - 45%, леговані - 35%).

Колінчасті вали більшості закордонних автомобілів литі з високоміцного чавуну з кулястим графітом. На високофорсованих двигунів застосовуються ковани вали з високоміцної легової сталі.

Технологічний процес обробки колінчастих валів складний у порівнянні з

обробкою інших деталей класу валів. Колінчастий вал не має достатньої жорсткості, тому при обробці порівняно легко деформується під дією сил різання. Для розвантаження валу під час його обробки задні бабки верстатів роблять приводними.

Основними базами при обробці колінчастих валів є поверхні корінних шийок, окремих операціях можуть використовуватися також центрові отвори. Для підвищення жорсткості валу під час обробки передбачається використання додаткових опор (люнетів). У міру наближення розмірів колінчастого валу до заданих за кресленням пружні деформації заготовки, що обробляється, знижуються. Поверхні, регламентовані вузькими допусками з їхньої виготовлення, обробляються дві операції (чистову і оздоблювальну).

В даний час обробку колінчастих валів здійснюють на частково автоматизованих ділянках із застосуванням на ряді технологічних операцій високопродуктивних автоматичних та напіваавтоматичних верстатів.

Як приклад розглянемо технологію виготовлення коленчатого валу двигуна автомобіля ВАЗ (рис. 2.10).

Заготівлю колінчастого валу відливають із спеціального високоміцного чавуну в піщані форми при машинному формуванні. Припуски на обробку різанням становлять 2-3 мм (за середніми шийками), а по решті шийок 1,5-2 мм.

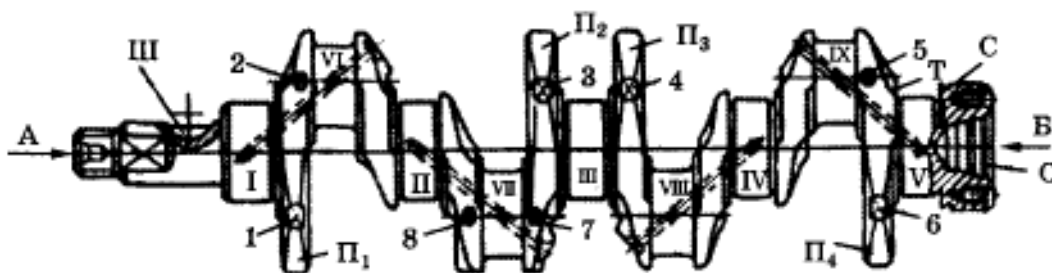


Рисунок 2.10. Колінчатий вал двигуна Ваз

Обробка колінчастого валу різанням повинна забезпечити правильне взаємне розташування поверхонь, високу точність розмірів та низьку шорсткість

(табл.2.3).

Таблиця 2.3

| Параметри   | Од. вимірювання | Значення параметру   |
|---|-----------------|----------------------|
| Точність розмірів:<br>◆ корінних та шатунних шийок<br>◆ шийки під ведучі зірочку та шків,<br>фланця під сальник | квалітет        | 5<br>6               |
| Овальність та конусність шийок  | мм              | 0,004                |
| Відхилення від паралельності осей шатунних та крайніх корінних шийок  | мм              | 0,03                 |
| Відхилення від площинності торця фланця маховика  | мм              | 0,05                 |
| Биття фланця маховика   | мм              | не більше 0,03       |
| Дисбаланс колінчастого валу   | г*см            | 12                   |
| Шорсткість поверхні Ra:<br>◆ корінних та шатунних шийок<br>◆ шийки під провідну зірочку та шків                 | мкм             | 0,32-0,16<br>2,0-1,2 |

Обробка колінчастих валів здійснюється на автоматизованій ділянці. Заготівлі подаються із завантажувальної позиції і встановлюються в самоцентруючі призматичні губки по корінній шийці 1 і поверхні під сальник. Фіксація в осьовому напрямку здійснюється по торцю Т (рис. 2.20).

Технологічний процес реалізується в такий спосіб.

1. Обробку заготівлі починають із підготовки технологічних баз. Підрізання торців, центрування з двох сторін та фрезерування восьми технологічних бобишок виконують на тринадцятипозиційній автоматичній лінії.

2. Обточування п'яти корінних шийок, переднього кінця валу та поверхні під сальник з проточуванням маслозгінної канавки та зняттям фасок виконують в один прохід на спеціальних багаторіздцевих верстатах (заготівлю встановлюють у центрах з осьовою фіксацією по торцю фланця Т, а кутову орієнтацію здійснюють по майданчику 4 противаги ПЗ).

3. Отримане шліфування одночасно п'яти корінних шийок та поверхні під сальник виконується на спеціальних крутлошліфувальних автоматах із шістьма



абразивними колами.

4. Обточування чотирьох шатунних шийок здійснюється на спеціальному двопозиційному токарному автоматі. Базування заготовки валу виконується по поверхнях I і V корінних шийок, фіксація в осьовому напрямку - по торцю Т, а кутова фіксація - по фрезерованих технологічних майданчиках 1 і 6 противаг Пх і ТТ4 (жорсткість заготовки підвищує люнет, встановлений на III корінній шийці).

5. Обробка всіх мастильних каналів, свердління отворів та нарізання різьблення в торці фланця для кріплення маховика, розточування гнізда під підшипник, фрезерування лисок і шпонкового паза на передньому кінці валу виконуються на 52-позиційній автоматичній лінії (заготівля встановлюється по поверхнях I і V корінних шийок, кутова фіксація відбувається по фрез 7 і 8 осьове орієнтування по торцю Т (рис 20).

6. Промивання мастильних каналів для видалення з них стружки здійснюється в автоматичній мийній установці.

7. Загартування та відпустка п'яти корінних та чотирьох шатунних шийок виконуються на спеціальній загартованій установці ТВЧ (твердість шийок 50 HRC, глибина загартованого шару 20-23 мм).

8. Чистове шліфування п'яти корінних шийок та поверхні під сальник виконується на тому ж обладнанні, що і напівчистове шліфування (допуск на діаметр корінної шийки 20 мкм, овальність та конусність 4 мкм).

9. Чистове шліфування опорного торця фланця під маховик здійснюється на кутовому круглошліфувальному автоматі (заготівля встановлюється в центрах, фіксація в осьовому напрямку - по торцю Т, обертання передається через шийку 1 валу).

10. Чистове шліфування циліндричної поверхні, торців і жолобників чотирьох шатунних шийок здійснюється на автоматичній лінії, що складається з одношпindelних шліфувальних автоматів (установка заготовки проводиться по корінних шийках I і V, а осьова фіксація - по кожній шийці, що шліфується).

11. Дефектоскопічний контроль валів (100 %) та їх подальше розмагнічування.
12. Динамічне балансування валів на автоматичній лінії.
13. Доведення торців та утворення жолобників на I-V корінних шийках виконуються на спеціальному токарному багаторізцевому верстаті. Зачищаються задирки каналів, місця під пробки, заплічки шатунних шийок, отвори після балансування та ін.
14. Полірування поверхні п'яти корінних та чотирьох шатунних шийок та поверхні під сальник здійснюється на автоматичному стрічково-полірувальному верстаті.
15. Миття валів у машині конвеєрного типу.
16. Запресування заглушок масляних каналів з наступним розкернюванням, запресування шпонки та підшипника, встановлення провідної зірочки приводу розподільчого валу.

### **2.3 Виготовлення зубчатих коліс**

Вимоги до зубчастих коліс. Зубчасті колеса є наймасовішими деталями автомобілів. З підвищенням вимог до надійності автомобілів зростають і вимоги до точності та якості зубчастих коліс, тому їх виготовляють із високим ступенем точності та низькими параметрами шорсткості профілю зубів.

У зубчастих передачах автомобілів застосовуються в основному циліндричні зубчасті колеса, що володіють високим ККД та надійністю в експлуатації. Для циліндричних зубчастих коліс стандартом встановлено 12 ступенів точності. В автомобільній промисловості найчастіше застосовуються зубчасті колеса 7-го та 8-го ступенів точності.

Високі вимоги до точності встановлюються також за умови обробці центральних посадкових отворів зубчастих коліс та інших базових поверхонь.

Матеріали для виготовлення зубчастих коліс вибирають в залежності від їх призначення, умов експлуатації та навантажень, що передаються. Найчастіше ви-

користують вуглецеві сталі (40,45,50), хромисті (20Х, 40Х, 50Х), високолеговані хромонікелеві сталі (12ХН3А, 12Х2Н4А, 20ХН, 40ХН, 20ХН4А), хромомарганцево-титаністі сталі (18ХГТ, 30ХГТ), хромомолібденові (20ХМ), хромомолібденоалюмінієві (38ХМЮА), хромомарганцево-нікелеві з титаном та бором (20ХНТР) та ін. У зв'язку з невеликим вмістом вуглецю поверхні шар зубчастих коліс, виготовлених з легуваних сталей, піддається цементації або нітроцементації, а з середньовуглецевих - азотування.

Матеріали для виготовлення зубчастих коліс повинні мати хорошу оброблюваність, незначні деформації при термообробці, низьку вартість (вартість матеріалу становить 50-55 % загальної вартості зубчастого колеса).

Твердість робочих поверхонь зубів, цементованих на глибину 1,1-2,0 мм, має бути не нижче 50-63 HRC. Твердість інших поверхонь 180-270 НВ.

Якість зубчастих коліс оцінюється також за контактною міцності зубів та параметрів безшумної роботи. Рівень шуму автомобільних зубчастих передач середніх розмірів при окружній швидкості обертання 10-12 м/с не повинен перевищувати 80-85 дБ.

Для отримання заготовок циліндричних зубчастих коліс, найбільш поширеними методами є гаряче об'ємне штампування, штампування на горизонтально-кувальних машинах, спікання з порошкових матеріалів. Прогресивним способом отримання зубчастих вінців є обробка методом пластичного деформування металу (так зване накочення зубів).

Цей процес ведуть на спеціальних верстатах із застосуванням нагріву заготовки ТВЧ до температури 1100-1150 °С. Отримання заготовок з формоутворенням зубів знижує витрату металу, зменшує трудомісткість механічної обробки та підвищує експлуатаційні властивості зубчастих коліс (міцність зубів підвищується на 15-35 %).

Технологічний процес отримання заготовок повинен забезпечувати дрібнозернисту структуру та правильне розташування волокон металу. Форма та розміри заготовки повинні максимально наближатися до форми та розмірів готової деталі, що багато в чому визначає структуру та трудомісткість технологічного

процесу обробки різанням.

Типова схема технологічного процесу виготовлення зубчастих коліс. Технологічний процес виготовлення зубчастих коліс залежить від ряду факторів, основними з яких є: конструктивна форма та призначення зубчастого колеса; формзуба та розташування зубчастого вінця, що визначають вибір методу обробки зубів; матеріал колеса, що впливає спосіб отримання заготовки і вид термічної обробки; точність виконання окремих елементів зубчастого колеса

Типовий технологічний процес виготовлення циліндричних зубчастих коліс складається з таких операцій.

Чорнова та чистова токарна обробка торця та отвори та чорнова обробка зовнішньої циліндричної поверхні. Настановними чорновими базами є торець та зовнішня циліндрична поверхня заготівлі.

1. Постійними технологічними базами для наступних операцій є оброблені на першій операції торець і поверхню отвору.

2. Чорнова та чистова токарна обробка деталі за зовнішнім контуром на одношпindelному багаторізцевому напівавтоматі.

3. Свердління та розгортання дрібних отворів, фрезерування невеликих поверхонь, протягування шпонкових пазів та ін.

4. Чорнове нарізування зубів при базуванні заготовки по отвору та торцю.

5. Додаткові операції, пов'язані з нарізуванням зубів (закруглення зубів, свердління мастильних отворів, зачищення гострих кромки та ін.).

6. Чистова обробка зубів коліс (шевінгування зубів) при базуванні по отвору та торцю.

7. Термообробка зубів.

8. Чистова обробка центрального отвору та торцевих поверхонь.

9. Чистове оздоблення зубів зубчастих коліс.

У великосерійному та масовому виробництві обробка зубчастих коліс виконується на автоматичних лініях з автоматичним завантаженням заготовок, що дозволяють швидко переналагоджувати їх на обробку однотипних деталей.

## 2.4. Висновки по розділу

Корпусні деталі здебільшого є базовими деталями, куди встановлюються окремі складальні одиниці. До них відносяться: картери коробок передач, редукторів, блоки циліндрів та ін. Для корпусних деталей характерна наявність точно оброблених отворів, координованих між собою та щодо базових поверхонь.

Корпусні деталі при всьому різноманітті конструкцій можна розділити на два основні різновиди: призматичні та фланцеві. Корпуси призматичного типу, наприклад, картер коробки, блок циліндрів двигуна, характеризуються великими зовнішніми поверхнями і розташуванням декількох отворів на паралельних осях. У корпусів фланцевого типу базовими поверхнями служать торцеві поверхні основних отворів та поверхні центруючих виступів або виточок.

Корпусні деталі виконуються литими. Матеріалом виготовлення корпусних деталей зазвичай служить сірий чавун марок СЧ24; СЧ15; чавун КЧ35-10 або алюмінієві сплави марок АЛ4, АЛ6, АЛ9. Для більш дрібних корпусних деталей використовують цинкові та магнієві сплави.

Конструкції валів зазвичай мають складну форму і є поєднанням гладких шийок, різьблень, фланців, зубчастих вінців і т. д. Осьові отвори валів можуть бути гладкими, ступінчастими або фасонними. Деякі вали мають радіальні отвори (для підведення мастила).

Найбільшого поширення набули ступінчасті вали. При переході від одного ступеня до іншого вони мають канавки чи перехідні поверхні. До валів пред'являються високі вимоги щодо геометричної форми та взаємного розташування окремих поверхонь. Деякі вали мають бути динамічно збалансовані. Дисбаланс валів має перевищувати 10-40 г-см.

З метою підвищення зносостійкості робочих поверхонь вали піддають термічній обробці. При виготовленні з низьковуглецевих сталей їх цементують або нітроцементують на глибину 07-12 мм, потім гартують і відпускають (твердість робочих поверхонь 58-62 HRC). Термічна обробка валів, що виготовляються з високовуглецевих сталей, полягає в поверхневому загартуванні з подальшою низькою відпусткою.

Зубчасті колеса є наймасовішими деталями автомобілів. З підвищенням вимог до надійності автомобілів зростають і вимоги до точності та якості зубчастих коліс, тому їх виготовляють із високим ступенем точності та низькими параметрами шорсткості профілю зубів.

У зубчастих передачах автомобілів застосовуються в основному циліндричні зубчасті колеса, що володіють високим ККД та надійністю в експлуатації. Для циліндричних зубчастих коліс стандартом встановлено 12 ступенів точності. В автомобільній промисловості найчастіше застосовуються зубчасті колеса 7-го та 8-го ступенів точності.

## РОЗДІЛ ІІІ

### ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ

#### 3.1 Вибір та обґрунтування технології розбирання-складання під час ремонту

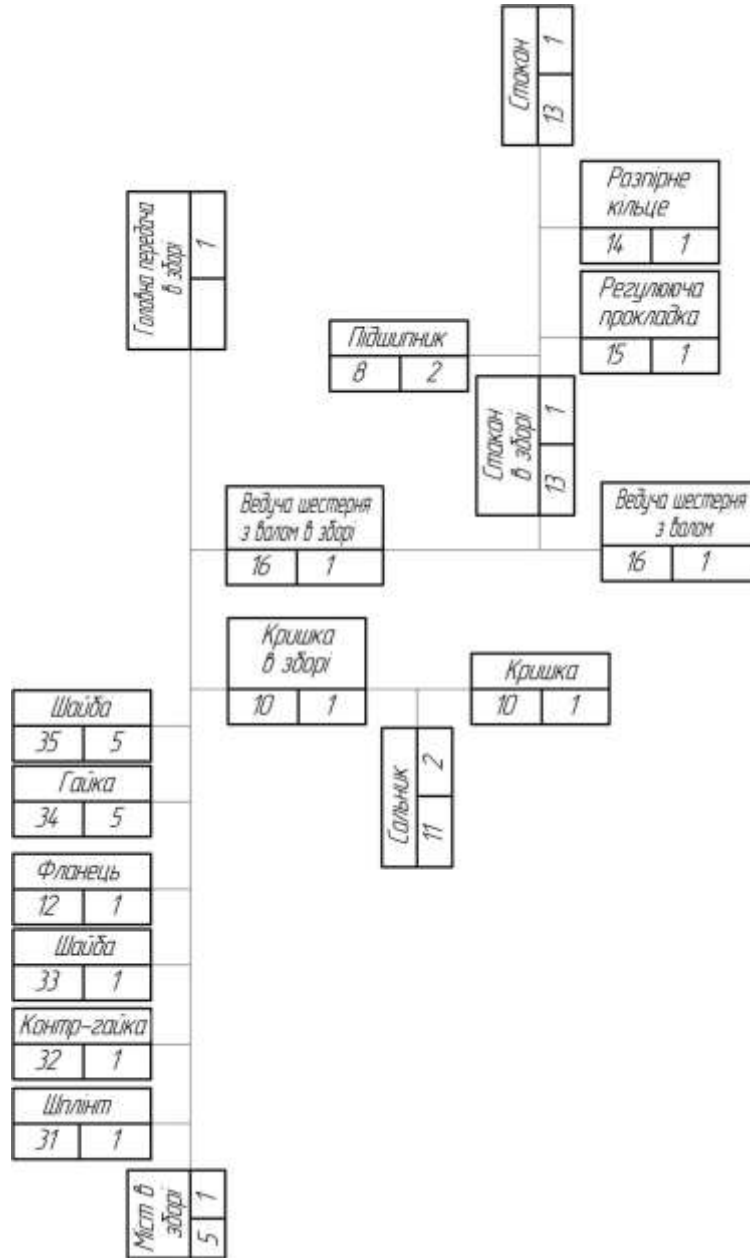


Рисунок 3.1. Технологічна схема розбирання та складання під час ремонту

Таблиця 3.1 Технічна документація на ремонт вузла.

| №   | Назва операції             | Зміст операції              | Оснащення               | Час, (хв) |
|-----|----------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------|
| 1   | 2                          | 3                           | 4                       | 5         |
| 005 | Мийна                      | 1. Встановити деталь;       | Мийна машина (ОМ-22612) | 5         |
|     |                            | 2. Мити деталь;             |                         |           |
|     |                            | 3. Вийняти деталь.          |                         |           |
| 010 | Розбирання головної БТР-60 | 1. Встановити на підставку; | Електрична таль         | 0,48      |
|     |                            | 2. Витягнути шплінт;        | Вручну                  | 0,49      |
|     |                            | 3. Відкрутити контргайку;   | Пневматичний гайковерт  | 0,16      |
|     |                            | 4. Зняти шайбу;             | Вручну                  | 0,1       |
|     |                            | 5. Зняти фланець;           | Вручну                  | 0,57      |
|     |                            | 6. Відкрутити гайку (5 шт); | Пневматичний гайковерт  | 0,5       |
|     |                            | 7. Зняти шайбу (5 шт);      | Вручну                  | 0,5       |
|     | Розбирання                 | 1. Зняти кришку в зборі;    | Вручну                  | 0,49      |



|     |        |                              |        |      |
|-----|--------|------------------------------|--------|------|
| 015 | кришки | 2. Витягнути сальник (2 шт); | Вручну | 0,29 |
|-----|--------|------------------------------|--------|------|

|         |   |   |                   |          |
|---------|---|---|-------------------|----------|
| 02<br>0 | Розбирання ведучої шестерні з валом в зборі | 1. Зняти ведучу шестерню з валом в зборі; | Вручну            | 0,6      |
|         |   | 2. Випресувати підшипник;                 | Механічний знімач | 0,5<br>8 |
|         |   | 3. Зняти розпірне кільце;                 | Вручну            | 0,1<br>9 |
|         |   | 4. Зняти регулюючу прокладку;             | Вручну            | 0,1<br>5 |
|         |   | 5. Зняти стакан;                          | Вручну            | 0,5<br>4 |
|         |   | 6. Випресувати підшипник.                 | Механічний знімач | 0,5<br>8 |

### 3.2 Вибір та технічне обґрунтування методів відновлення поверхонь валу

Для вибору раціонального способу відновлення деталі розглянемо відновлення згідно трьох основних критеріїв:

- можливість використання;
- довговічності;
- техніко-економічної ефективності.

Критерії можливості використання або технологічний критерій дозволяє різних способів відновлення об'єкта, який найбільш повно задовольняє вимогам відновлення даної деталі.

$$K_T = f(M_g, \Phi_g, D, U_g, H_g, \sum_{i=1}^n T_i),$$

де  $M_g$  - матеріал деталі;

$\Phi_g$  і  $D$  - форма і діаметр деталі поверхні, що відновлюється;

$U_g$  - знос деталі;

$H_g$  - величина та характер навантаження, який сприймається деталлю;

$\Sigma T$  - сума технологічних особливостей способу, який визначає галузь його раціонального використання.

Критерій можливого використання не записується числом, а є попереднім, він дає можливість визначити способи за допомогою яких деталей можна відновити.

Критерій довговічності виражається числом або коефіцієнтом довговічності числа способів, які відповідають критерію можливого використання.

Обирають способи, відновлення якими забезпечить наступний міжремонтний строк служби деталі:

$$K_g = f(K_u, K_{зчеп}, K_{вит}),$$

де  $K_u$  - коефіцієнт зносостійкості;

$K_{зчеп}$  - коефіцієнт зчеплення наплавленого шару з основною;

$K_{вит}$  - коефіцієнт витривалості.

Ці коефіцієнти визначають в результаті лабораторних досліджень.

Вибір раціонального способу за наведеними критеріями характеризує

якіснута техніко-економічну сторону відновлення конкретних деталей, враховуючи умови їх експлуатації, їх геометричні, фізико-механічні і конструктивно-технологічні особливості. В той же час спосіб відновлення деталі залежить від програми.

При аналізі доцільності відновлення деталі спочатку вибирають базовий варіант, тобто той з яким проводять порівняння. В якості базового варіанту приймають варіант, той що забезпечує найменші витрати. При порівнянні варіантів необхідно забезпечити тотожність по об'єму, якості і часу виконання відновлюваних робіт. Якщо за яким-небудь варіантом виявляється відмінність, необхідно провести відповідне коректування результатів. При порівнянні найліпшим вважається той варіант технологічного процесу, котрий забезпечує найбільший економічний ефект, що рівносильне максимальній економії суспільної праці.

Переваги та недоліки основних методів нанесення покриття.

Всі дефекти, що розглядаємо відносяться до поправних. Тобто дані дефекти можливо і доцільно ремонтувати.

Дефекти 1 та 2 розташовані на зовнішніх циліндричних поверхнях  $d_{40}$  мм та  $d_{35}$  мм відповідно. Дефекти виникають при зношуванні зовнішніх поверхонь ведучої шестерні з валом у зв'язку із спрацюванням спряження вал підшипник. Дані дефекти будемо усувати методом наплавлення з подальшою механічною обробкою до номінальних розмірів.

Дефект 3 розташований на зовнішній шліцьовій поверхні валу з  $\varnothing 40$  мм. Пошкодження виникають у зв'язку із змінними навантаженнями, які передаються через шліцьову поверхню на вал. Дефект 3 будемо усувати методом зрізання пошкодженої шліцьової поверхні, наплавлення нової, з подальшим фрезеруванням нової шліцьової поверхні.

Дефект 4 розташований на різьбовій поверхні валу з  $\varnothing 24$  мм. Даний дефект виникає через недостатнє затягування гвинтів і гайок, в з'єднанні, яке під час роботи сприймає великі і знакозмінні навантаження. Під дією цих навантажень болти і гвинти розтягуються, крок різьби і її профіль порушуються.

Розглянемо ряд переваг та недоліків основних методів нанесення покриття:

Наплавлення в середовищі вуглекислого газу. Суть методу: дуга горить між електродом та поверхнею деталі в потоці вуглекислого газу. Захисний газ витісняє повітря, тобто кисень та азот.

Завдяки елементам Mn (марганцю) і Si (кремнію) ми розкислюємо розплавлений шов, а сполуки MnO і SiO<sub>2</sub> утворюються у вигляді шлаку. При цьому методі отримується високоякісний шар наплавленого металу з невеликою зоною термічного впливу. Це досить важливо при наплавленні деталей, які мають невелику товщину, а також для деталей з низьколегованих сталей.

Переваги методу:

- в 1,2-1,5 разів економніше та на 20-80% продуктивніше від інших методів наплавлення;

- відсутність шкідливого впливу на наплавлений шар металу.

Недоліки методу:

- наплавлення доречно використовувати для циліндричних деталей не більш 50 мм;

- вуглекислий газ належить до активних газів і в процесі наплавлення в зоні дуги виникають реакції розпаду вуглекислого газу на його складові.

Наплавлення під шаром флюсу. Суть методу: електрична дуга горить між кінцем електродного дроту і деталлю. З бункера у зону горіння дуги надходить флюс, де частина його плавиться, утворюючи еластичну оболонку, що захищає розплавлений метал від взаємодії з киснем і азотом повітря. Під тиском газів, що виділяються при зварюванні, ця оболонка відтискується, утворюючи газовий міхур, у якому і горить дуга.

Як спосіб відновлення деталей наплавленням під шаром флюсу мають ряд переваг: висока продуктивність і стабільність процесу; гарна якість наплавленого шару (однорідність, щільність, рівномірність); гарна сплавка шару з основним металом; можливість одержання шарів товщиною до 6 - 8 мм і більш; великі можливості одержання наплавленого шару з заданим хімічним складом і властивостями.

Разом з тим наплавлення під шаром флюсу має і ряд недоліків: швидке і глибоке нагрівання веде до зміни фізико-механічних властивостей і до деформації деталей, особливо деталей малого перетину; необхідність і труднощі (особливо при наплавленні) відділення жувільної кірки; труднощі утримання флюсу і ванни розплавленого металу на поверхні деталей малого діаметра менш 50 - 60 мм), неможливість одержання шару малої товщини (менш 1,5 - 2,0 мм).

Вібродугове наплавлення. Суть вібродугового наплавлення: електродний дріт подається до поверхні деталі, яка знаходиться під струмом з коливаннями, за рахунок яких відбувається періодичне замикання і розмикання електричної дуги між електродом і поверхнею деталі.. Вібрація електрода зменшує тепловий вплив на деталь. Процес вібродугового наплавлення відбувається в середовищі захисного газу, охолоджувальної рідини, під шаром флюсу і без захисту.

Вібродугове наплавлення забезпечує малу зону термічного впливу, покриття різної товщини з високою твердістю, зносостійкістю і незначними деформаціями поверхні деталі.

Недоліком способу є неоднорідність структури, нещільність і пористість металу шва, які зменшують міцність і спричиняють втомленість деталі. Вібродуговим наплавленням відновлюють циліндричні поверхні деталей із сталі і чавуну діаметром 15 мм і більше, які мають спрацювання не більш як 2 мм на сторону.

Для усунення дефектів ми вибираємо метод наплавлення в середовищі захисного газу, який використаємо також і для відновлення. Для наплавлення обираємо установку У651.

В якості матеріалу для наплавки в середовищі захисного газу вибираємо проволку НП-30ХГСА, що дасть не меншу якість наплавленого шару і значно зменшить собівартість відновлення деталі.

Оберемо проволку діаметром 1,5 мм.

Яка має такий хімічний склад:

0,90 - 1,20% Si; 0,30% Cu; 0,80 - 1,10% Mn;  
0,30% Ni; 0,025% P; 0,80 - 1,10% C; 0,025% S.

Фізичні властивості:

- модуль пружності,  $E = 215$  ГПа;
- щільність,  $\rho = 7850$  кг/см<sup>3</sup>;
- коефіцієнт теплопровідності  $38$  Вт/(м·°С);
- коефіцієнт лінійного розширення  $11,7$ .

### 3.3 Формування маршруту технологічного процесу відновлення ведучої шерстні валу

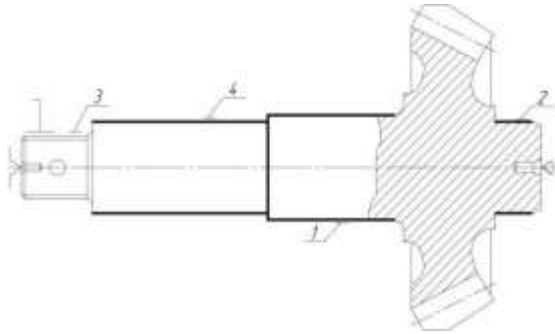
- 005 - Мийна;
- 010 - Дефектувальна;
- 015 - Токарна;
- 020 - Наплавлювальна;
- 025 - Термічна;
- 030 - Токарна;
- 035 - Фрезерувальна;
- 040 - Різьбонарізна
- 045 - Свердлильна;
- 050 - Термічна;
- 055 - Шліфувальна;
- 060 - Контрольна.

Таблиця 3.2 Маршрутна схема

| №   | Найменування операцій та технічних переходів   | Схема установа | Обладнання   |
|-----|--|----------------|--|
| 005 | Мийна:<br>1. Установити і зняти деталь<br>2. Мити деталь розчином «Лабомід».             |                | Струменево- камерна машина ОН-4610.                      |
| 010 | Дефектувальна:<br>1. Дефектувати деталь та визначити всі дефекти які потрібно відновити. |                | 1. Дефектувальний стіл.<br>2. Штангенциркуль ГОСТ 166-89 |

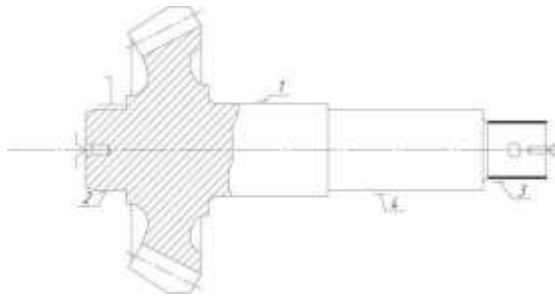
- Токарна:  
 Установ 1:  
 1. Установити та закріпити деталь;  
 2. Точити поверхню 1 однократно до  $\varnothing 39,7$  мм; 3. Точити поверхню 2 однократно до  $\varnothing 34,7$  мм; 4. Точити поверхню 4 однократно до  $\varnothing 35$  мм;  
 Установ 2:  
 5. Установити та закріпити деталь;  
 6. Точити поверхню 3 однократно до  $\varnothing 24,7$  мм;  
 7. Зняти деталь

Установ 1



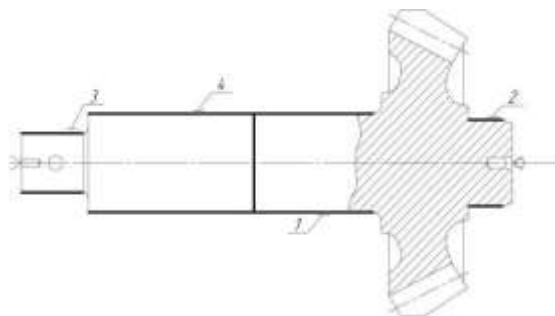
Токарно-гвинторізний верстат 16K20

Установ 2



- Наплавлювальна:  
 1. Установити та закріпити деталь;  
 2. Наплавити поверхню 1 до  $\varnothing 42,162$  мм;  
 3. Наплавити поверхню 2 до  $\varnothing 36,937$  мм;  
 4. Наплавити поверхню 3 до  $\varnothing 25,39$  мм;  
 5. Наплавити поверхню 4 до  $\varnothing 42,2$  мм;  
 6. Зняти деталь.

Наплавлювальна установка У651

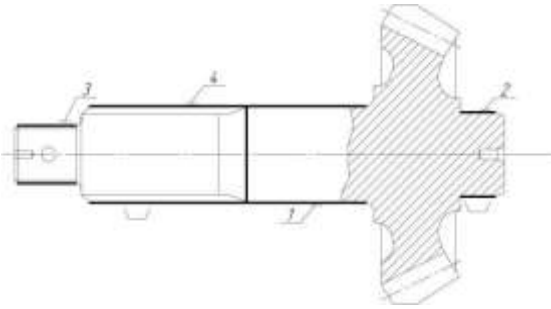


020

Термічна:

025

1. Установити та закріпити деталь;
2. Відпуск поверхонь 1, 2, 3 та 4 при  $T = 550^{\circ}\text{C}$  з подальшим охолодженням на повітрі;
3. Зняти деталь.



Установка.  
СНО-4.8.4/12-И1

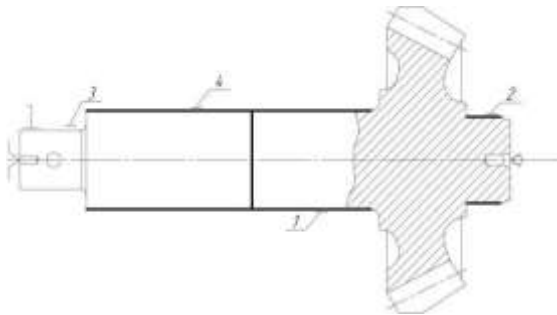
Токарна:

Установ 1

030

1. Установити та закріпити деталь;
2. Точити поверхню 4 до  $\text{Ø}40,908$  мм;
3. Точити поверхню 1 до  $\text{Ø}40,913$  мм;
4. Точити поверхню 2 до  $\text{Ø}35,973$  мм;
5. Точити поверхню 2 до  $\text{Ø}35,186$  мм;
6. Точити поверхню 1 до  $\text{Ø}40,264$  мм

Установ 1

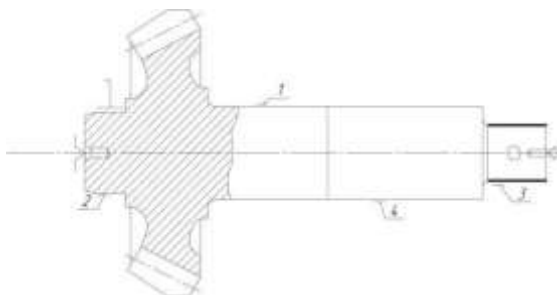


Токарно -  
гвинтонарізний  
верстат 16K20

Установ 2

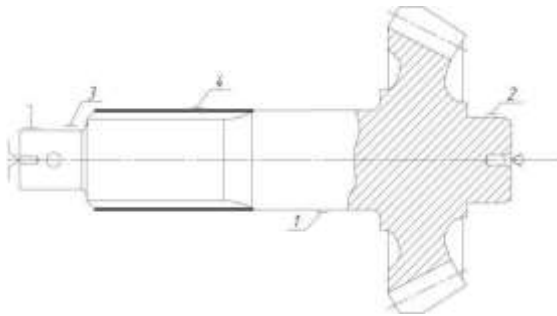
7. Установити та закріпити деталь;
8. Точити поверхню 3 до  $\text{Ø}24,546$  мм;
9. Точити поверхню 3 до  $\text{Ø}24,147$  мм;
10. Зняти деталь.

Установ 2



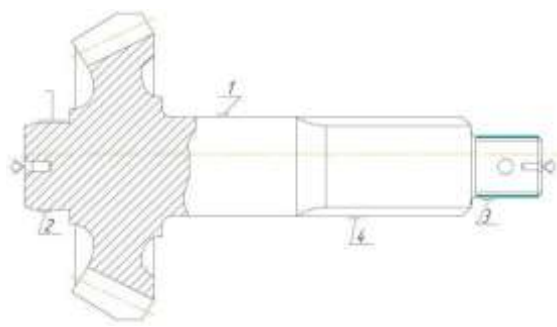


- Фрезерувальна:
1. Установити деталь;
  2. Фрезерувати шліцьову поверхню 4 до  $\text{Ø}32$  мм;
  3. Зняти деталь.



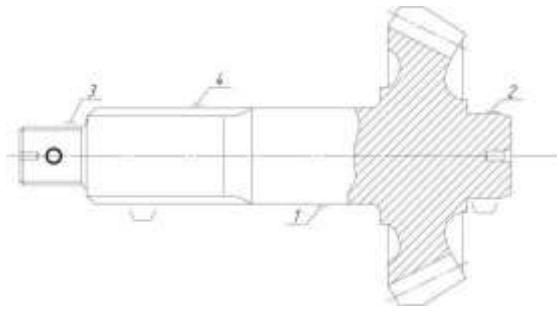
Шліцефрезерний верстат 5Б352ПФ2

- Різьбонарізна:
1. Установити та закріпити;
  2. Нарізати різьбу на поверхню 3 в розмір М24х2-8g;
  3. Зняти деталь



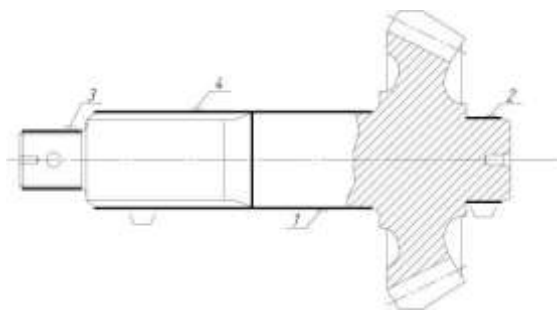
Токарно - гвинторізний верстат 16Б05П

- Свердлильна:
1. Установити та закріпити;
  2. Оновити отвір до  $\text{Ø}6$  мм;
  3. Зняти деталь



Вертикально-свердлильний верстат 2Н125

- Термічна:
1. Установити та закріпити деталь
  2. Гартувати поверхню 1, 2, 3,4 при  $T = 850^\circ\text{C}$  з наступним охолодженням вмастилі;
  3. Зняти деталь.

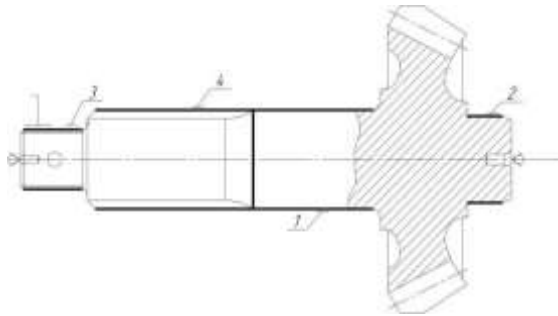


Установка. СНО-4.8.4/12-И1

Шліфувальна:

1. Установити та закріпити;
2. Шліфувати поверхню 1 до  $\varnothing 40$  мм;
3. Шліфувати поверхню 2 до  $\varnothing 35$  мм;
4. Шліфувати поверхню 3 до  $\varnothing 24$  мм;
5. Шліфувати поверхню 4 до  $\varnothing 40$  мм;;
6. Зняти деталь.

055

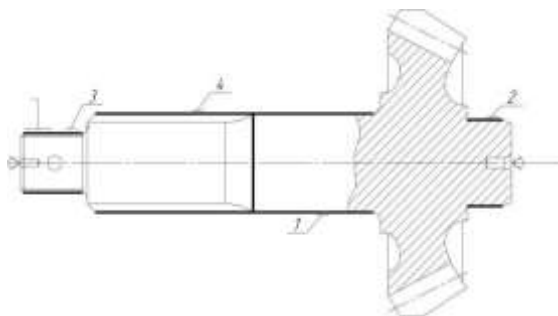


Шліфувальний верстат 3М163В,  
шліфувальний круг  
С40П5СМ1К6

Контрольна:

1. Установити деталь;
2. Виконати контрольні проміри поверхонь 1-4 згідно ремонтного креслення;

060



Контрольний стіл, інструмент для вимірювання (мікрометр, штангенциркуль)

### 3.4 Контроль якості відновлених деталей

Якість покриттів залежить від підготовки поверхні, яка наплавлюється.

Ефективність технологічного процесу нанесення покриття характеризується, у першу чергу, якістю покриття, коефіцієнтом використання матеріалу, який розплавлюється, та енергії, що використана при цьому, а також продуктивністю процесу. Відома значна кількість параметрів, які залежно від функціонального призначення покриття можуть характеризувати його якість. Але, в більшості випадків, достатнім є визначення кількох основних показників якості, до яких відносяться: товщина (або різновтовщинність) покриття, міцність зчеплення покриття з основою, міцність газотермічного покриття, пористість покриття, твердість (мікротвердість) матеріалу покриття.

При наплавленні покриття найпоширенішими методами вимірювання товщини покриття є неруйнучі методи - метод прямого вимірювання, метод вимірювання мас, відривний магнітний метод, індукційний магнітний метод, електромагнітний метод (вихрових струмів) тощо. Широко використовуються також руйнучі методи - металографічний, гравіметричний, струменевий, крапельний, струменево-періодичний, струменево-об'ємний, термоелектричний.

При вакуумно-конденсаційних методах товщину покриття в процесі його нанесення контролюють мікрозважуванням, використовують оптичні методи, основані на явищах поглинання, пропускання або відбиття світла, а також на явищі інтерференції. Для вимірювання товщини вже наплавленого шару використовуються згадані вище руйнучі та неруйнучі методи.

Методи визначення міцності зчеплення покриття з основою поділяються на якісні та кількісні. Основними методами визначення міцності зчеплення газотермічного покриття з основою є кількісні методи: клейовий метод та метод відривання штифта. Можливо використання якісних методів: полірування, навивання, нанесення сітки подряпин, втискування, тертя, нагрівання та ін. Аналогічні методи використовуються і при ВКНП. До них додаються кількісні методи ультрацентрофугування та відшаровування, а також якісний метод дослідження кінетики нестационарного реєвипаровування атомів металу при формуванні плівок у вакуумі.

Пористість всіх видів покриттів зазвичай визначається методом гідростатичного зважування. При ВКНП та ГТНП використовуються також корозійні методи, метод ртутної порометрії.

Твердість покриття визначають за відомими методиками Вікерса, Роквела, Бринеля. Мікротвердість за стандартизованою методикою визначається втискуванням у визначені ділянки покриття алмазної піраміди на спеціальних приладах типу ПМТ-3.

Окрім основних, згаданих вище, параметрів якості визначальними, в окремих випадках, можуть бути газопроникність, шорсткість, блиск покриття,

стійкість до спрацьовування, корозійна стійкість, електрофізичні властивості покриття та ін. Відомі методики визначення цих параметрів.

Коефіцієнт використання матеріалу при наплавленні - коефіцієнт, що є відношенням маси матеріалу, який був наплавлений, до маси матеріалу, який був використаний для створення покриття.

Зазначені показники якості покриття та ефективності технологічного процесу можуть бути параметрами оптимізації при відпрацьовуванні технологічного процесу.

### **3.5 Висновки по розділу**

Для вибору раціонального способу відновлення деталі розглянемо відновлення згідно трьох основних критеріїв:

- можливість використання;
- довговічності;
- техніко-економічної ефективності.

Критерії можливості використання або технологічний критерій дозволяє різних способів відновлення обрати той, який найбільш повно задовольняє вимогам відновлення даної деталі.

Ефективність технологічного процесу нанесення покриття характеризується, у першу чергу, якістю покриття, коефіцієнтом використання матеріалу, який розплавлюється, та енергії, що використана при цьому, а також продуктивністю процесу. Відома значна кількість параметрів, які залежно від функціонального призначення покриття можуть характеризувати його якість. Але, в більшості випадків, достатнім є визначення кількох основних показників якості, до яких відносяться: товщина (або різновтовщинність) покриття, міцність зчеплення покриття з основою, міцність газотермічного покриття, пористість покриття, твердість (мікротвердість) матеріалу покриття.

## РОЗДІЛ IV

### ОХОРОНА ПРАЦІ

В розділі охорони праці розглянемо шкідливі і небезпечні виробничі фактори, що виникають на виробництві, зокрема небезпечні чинники, що завдають шкоди оператору ЕОМ.

В даний час досягнення науково-технічного прогресу дозволяють поліпшити умови праці на робочих місцях, зокрема звести ручну працю до мінімуму за рахунок механізації та автоматизації, комп'ютеризації та роботизації, де широкое застосування знаходять засоби електронної техніки.

Метою даного розділу - аналіз чинників, що впливають на здоров'я людини на робочому місці при використанні електронно-обчислювальної техніки, зокрема - ЕОМ.

#### **4.1. Небезпечні та шкідливі фактори**

Фактори можуть бути небезпечними і шкідливими. Аналіз небезпечних і шкідливих факторів і їхня класифікація розглядається відповідно до ГН 3.3.5-8.6.6.1-2002. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу. Фактори, що приводять до раптового погіршення здоров'я, називають небезпечними. До небезпечних виробничих факторів відносяться: небезпека ураження електричним струмом чи наявність статичної електрики. Фактори, вплив яких може призвести до погіршення стану здоров'я, зниження працездатності працівника, називають шкідливим.

Шкідливі фактори зв'язані з застосуванням токсичних речовин, радіопромінюваннями.

Співробітники обчислювальних центрів зв'язані з впливом таких фізично небезпечних і шкідливих виробничих факторів, як підвищений рівень шуму,

недостатня освітленість робочої зони, підвищена або знижена вологість повітря, ураження електричним струмом, статична електрика, пожежна небезпека та інше.

На робітників впливають також психофізіологічні фактори: розумова перенапруга зорових і слухових аналізаторів, монотонність праці.

#### **4.1.1. Підвищений рівень шуму в виробничому приміщенні**

Безладне змішання небажаних для людини звуків різноманітної інтенсивності називають шумом. Звук при достатній силі сприймається вухом в діапазоні частот 16-16000 Гц, приблизно рівним 10 октавам. Наш слух характеризується спроможністю реагувати не на абсолютний приріст частоти, а на відносну її зміну. Тривкий, постійний шум справляє на організм людини менший вплив, ніж нерегулярний шум мінливої амплітуди. Ця відмінність в ступені впливу на людину зумовлена спроможністю організму до само адаптації при більш-менш постійному впливі чинників, що дратують організм.

Шум негативно впливає на всю нервову систему або ж пошкоджує слуховий апарат. Шум, гучність якого перевищує 120дБ, може призвести до сталих змін нервової системи. Шум підвищує кров'яний тиск, що негативно відбивається на діяльності серцево-судинної системи, з'являється втома, роздратованість. Все це призводить до значного зниження працездатності.

Джерелами шуму при експлуатації обладнання є:

- вихідні периферійні прилади (принтер);
- вхідні периферійні прилади (дискони, клавіатура);
- вентилятори, кондиціонери і т. д.

Допустимі по ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку рівні шуму в приміщенні для експлуатуючого ПЕОМ персоналу наведені у таблиці 5.1.

#### 4.1.2. Недостатня штучна освітленість робочої зони

Освітлення виробничих приміщень може бути природним і штучним. Освітлення називають суміщеним, коли в світлий час доби, недостатнє за нормами, природне освітлення доповнюється штучним.

Таблиця 4.1. Сумарний рівень шуму, що створюється перевищує допустиму межу і чинить на обслуговуючий персонал негативну дію

|                              | Середньгеометричні частоти октавних смуг, Гц |    |    |    |     |     |     |     |
|------------------------------|--|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
|                              | 3  | 25 | 50 | 00 | 000 | 000 | 000 | 000 |
| Еквівалентні рівні звука, дБ | 1  | 1  | 4  | 9  | 5   | 2   | 0   | 8   |

В ДБН В.2.5-28-2006. «Природне і штучне освітлення» передбачається обов'язкове природне освітлення всіх виробничих приміщень, а також адміністративних, підсобних і побутових.

Природне освітлення може бути:

- боковим (через світлові прорізи в зовнішніх стінах);
- верхнім (через світлові прорізи в дахах);
- комбінованим.

Показником ефективності природного освітлення є коефіцієнт природного освітлення (КПО), виражений у відсотках (%).

$$КПО = (E_g / E_n) * 100 ,$$

де:

$E_g$  - освітлення в даній точці, від природного джерела світла, лк

$E_n$  - освітленість поза приміщенням світлом всього небосхилу, лк.

Штучне освітлення виробничих ділянок і будинків може бути:

- загальним;
- місцевим;

- комбінованим.

Загальне освітлення може бути рівномірним при симетричному розташуванні світильників або посиленням на окремих ділянках виробничого приміщення.

При недостатній освітленості очі сильно втомлюються, знижується темп роботи, збільшується втомленість. При надзвичайно яскравому освітленні драгується сітківка ока, розсіюється увага.

У даному приміщенні застосовується загальне штучне освітлення. Для чого використовуються люмінесцентні лампи, переваги котрих у порівнянні з лампами накаливання полягають в наступному:

- висока віддача світла;
- кращий спектр світлового потоку;
- великий термін служби (в 2-5 раз вище, ніж у ламп накаливання);
- низька температура нагріву поверхні трубки.

Люмінесцентні лампи виконуються різноманітної забарвленості:

- холодного білого світла (ЛХБ),
- білого світла (ЛБ),
- теплого білого світла (ЛТБ),
- денного світла (ЛД),
- денного світла з покращеною передачею світла.

У даному приміщенні застосовуються лампи білого світла (ЛБ) з решітками ЛСО 02 (тип ламп ЛБ 404-4). Недостатнє освітлення - одна з причин низької продуктивності праці. Причина недостатності освітлення в робочому приміщенні зв'язана з недостатністю природного або штучного освітлення. В умовах недостатнього освітлення очі працюючого сильно напружені, у людини знижується тиск та якість роботи, погіршується загальний стан. На органи зору негативно позначається й надмірне освітлення.

Надмірне освітлення, яке може бути викликане наявністю зайвого штучного або природного освітлення, може привести до сліпоти, яка характеризується різким подразнюючими діями та різцю в очах, при цьому очі працюючого



швидко втомлюються та зорове сприйняття погіршується.

#### **4.1.3. Підвищена або знижена вологість повітря**

Мікроклімат помешкання визначається чинним на організм людини співвідношенням ряду параметрів (температури, відносної вологості, швидкості руху повітря), котрі в робітничій зоні виробничого приміщення повинні задовольняти вимогам ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень».

Для оцінки мікроклімату в помешканнях роблять виміри температури, вологості, інтенсивності руху повітря і теплового випромінювання. Результати вимірів зрівнюються з установленими нормами. Оптимальні значення температури, відносної вологості і швидкості руху повітря встановлюються для робочої зони виробничих помешкань з урахуванням тяжкості виконуваної роботи і сезону року.

У залах обчислювальної техніки, при виконанні робіт операторського типу, пов'язаних з нервово-емоційною напругою, повинні дотримуватися оптимальні величини для робітничої зони (де робочою зоною виробничих приміщень є простір висотою до 2 м над рівнем підлоги) - температура повітря 22-24°C, його відносна вологість 40-60% і швидкість руху (близько 0,1 м/с). Коливання температури в робочій зоні, а також протягом зміни допускаються від 4-6°C. З метою профілактики теплових травм температура зовнішніх поверхонь технологічного обладнання або оточуючих його приладів не повинна перевищувати 45°C.

#### **4.1.4. Підвищене значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може пройти через тіло людини**

У зв'язку з тим, що ЕОМ - пристрій, що працює від електромережі, існує небезпека поразки людини електричним струмом. Споживачами електроенергії є 2 комп'ютера і принтер (в загальній кімнаті), сервер (в окремому помешканні) й освітлювальні прилади. Живлення ПЕОМ здійснюється від мережі частотою 50Гц і напругою 220В.

Згідно з ДСТУ Б В.2.5-82:2016 Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом, НПАОП 0.00-1.29-97. Правила захисту від статичної електрики помешкання відносяться до категорії помешкань без підвищеної електробезпеки, тому що в ньому відсутні чинники підвищеної електричної небезпеки: відносна вологість повітря менше 75%, температура повітря менше 35 °С, відсутні пил і підлог, що проводять струм, а також виключена можливість одночасного доторку до корпусів електрообладнання і частин, що проводять струм.

Але наряду зі струмом робітників очікує небезпека зі сторони статичної електрики - заряди статичної електрики можуть виникати при зіткненні або терті твердих матеріалів, при пересипанні однорідних і різнорідних матеріалів, що не проводять струм, при розбризкуванні діелектричних рідин, при транспортуванні сипучих речовин і рідин по трубопроводах і в інших випадках.

Токи розряду, що протікають через тіло людини, звичайно досягають невеликих значень ( $10^{-6}$ - $10^{-3}$  А), але у деяких випадках електризація тіла людини і можливі розряди на землю або частини виробничого обладнання, що були заземлені, а також електричний розряд з незаземленого обладнання через тіло людини на землю може викликати вкрай неприємні і болючі відчуття, а також стати причиною довільного скорочення м'язів людини, в результаті якого людина може отримати певний ступінь механічної травми (порізи, забої, переломи, струси і т. д.). До того ж тривалий вплив статичної електрики є причиною ряду захворювань.

Ці болючі відчуття вірні лише для випадків поразки статичною електрикою, тобто при струмах, що протікають через тіло людини, порядку мікроампер (мкА). При більш високих значеннях струмів наслідки поразки стають невимірно більш важкими (до смертельних випадків).

#### **4.1.5. Підвищений рівень статичної електрики**

Для обслуговуючого персоналу та операторів при роботі з ПК (пер-

сональними комп'ютерами) шкідливим фактором є вплив підвищеного рівня статичної електроенергії.

Заряд статичної електрики в робочій зоні виникає при зіткненні або терті твердих матеріалів (наприклад, розмотування рулонів паперу), при переписанні однорідних та різнорідних матеріалів та ін.

Статична електрика є джерелом значних перешкод, які впливають на точність відтворювання інформації, вона приводить до відмови елементів, є причиною виникнення пожег та вибухів; шкідливо діє на організм людини.

В ряду випадків електризація тіла людини та можливий розряд на землю або заземлені частини виробничого обладнання, а також електричний розряд з незаземленого обладнання через тіло людини на землю може визвати вкрай неприємні больові та нервові відчуття і бути причиною вільного скорочення м'язів людини, в результаті якого людина може одержати певну ступінь механічної травми (порізи, удари, переломи, струс).

В результаті дії індукційного ефекту при пересування людини, тертя одягу по обшивці столу, стільців, панелей обслуговуючий персонал може зарядитися до потенціалу в 40кВ. Дія електричного розряду стає достатньо відчутний для людини при значенні потенціалу більше 3кВ, а при потенціалі більше 35кВ - спостерігається гостра судома. **ЦЕ ПОВТОРЮЄТЬСЯ З ПОПЕРЕДНЬОГО ПУНКТУ** При більш високих значеннях струмів наслідки дії електричного струму стають більш важкими.

#### **4.2. Технічні й організаційні заходи щодо зменшення рівня впливу шкідливих та ліквідації небезпечних виробничих факторів**

Конструктивне оформлення блоків пристрою, який проектується, вирішено таким чином, щоб виключити або звести до мінімуму можливість впливу на оператора перерахованих у попередньому підрозділі небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

#### 4.2.1. Захист від підвищеного рівня шуму в виробничому приміщенні

Захист від підвищеного рівня шуму в виробничому приміщенні є обробка звукопоглинаючими матеріалами приміщення, встановлення установок та агрегатів на амортизаційну платформу що також зменшує і рівень вібрації.

#### 4.2.2. Розрахунок освітлення

Від освітлення виробничих приміщень в значній мірі залежить продуктивність праці, якість роботи, і безпека праці.

Раціональне освітлення повинно відповідати ряду вимог:

- повинно бути достатнім, щоб очі без напруги могли розрізняти деталі.
- постійно весь час, для цього напруга в живлячій мережі не повинна коливатися більш ніж на 4%.
- повинно бути рівнонаправленим робочим поверхням, щоб оку при роботі не приходилося зазнавати різкого світлового контрасту.

Будівельними нормами і правилами нормується штучне освітлення. Розрахунок штучного освітлення може бути виконаний декількома засобами.

Один з них - метод коефіцієнта використання світлового потоку, призначений для розрахунку загального рівномірного освітлення горизонтальних поверхонь.

Розрахункове рівняння методу:

$$F = \frac{E_{\min} \times S \times K \times Z}{N \times g \times n},$$

де:

F - світловий потік лампи в світильнику, лм;

S - площа приміщення, м<sup>2</sup>;

E<sub>min</sub> - нормована мінімальна освітленість;

K - коефіцієнт запасу;

Z - коефіцієнт нерівномірності освітлення (Z=1,1-1,5);

N - кількість світильників, що забезпечують умови рівномірного освітлення;

$n$  - кількість ламп у світильнику;

$g$  - коефіцієнт використання освітлювальної установки (0,2-0,7), котрий вираховується у залежності від індексу приміщення;

$$g = \frac{A \times B}{H_p(A + B)},$$

де:

$A$  і  $B$  ширина , довжина приміщення, м;

$H_p$  - висота розташування світильника, м.

Нехай приміщення має розміри  $A = 30$  м,  $B = 15$  м,  $h = 5$  м, підвісна стеля, що обладнана промисловими LED-світильниками LED GX5 з люмінесцентними лампами типу АД-40 (1-но ламповий). Коефіцієнт відображення світлового потоку від стелі ті стін  $f_c = 60\%$ ,  $f_{ct} = 50\%$  для магнітних зон рівень робочої поверхні над стелею 0,8 м при цьому  $h = 5$  м.

У світильниках найкраще співвідношення  $I = 1,4$  м, а відстань між рядами світильників  $L=7$  м ( $L=I \cdot h$ ).

Відстань між стінами і рядами світильників знаходяться в межах  $I=(0,3 \div 0,5)$ . При ширині  $B=15$  м число рядів  $n=4$ . Для машинних залів при загальному освітленні  $E=400$  лн.

$$g = \frac{450}{4 \times (30 + 15)} = 2,5$$

З довідникових даних нормальний світовий потік лампи  $F_{\text{л}}=3200$  лм, тоді загальний потік світильника

$$F_{\text{св}} = 4 \times F_{\text{л}} = 4 \cdot 3200 = 12800 \text{ (лм)}$$

Звідси необхідна кількість світильників в ряду:

$$N = \frac{400 \times 450 \times 1,5 \times 1,1}{12800 \times 0,6 \times 4} = 10$$

При довжині одного світильника  $L_{\text{св}}=1,33$  м, загальна довжина світильників:

$$N \cdot L_{\text{св}} = 1,33 \times 10 = 13,3 \text{ (м)}.$$

Залишаємо між світильниками проміжки:

$$R = \frac{(A - N) \times Lcc}{N - 1} = 2 \text{ (м)}.$$

Для створення раціонального освітлення потрібен пильний і регулярний догляд за установками штучного освітлення.

Захист від підвищеного значення напруги в електричному ланцюзі та замикання, для забезпечення нормальної роботи електроустановок і захисту від електричного струму використовують робочу ізоляцію струмоведучих частин. З метою виключення можливості стикання з струмоведучими частинами і наближення до них на небезпечну відстань використовують загорожі, проведення ізоляційних робіт, встановлення заземлення та занулення.

#### **4.2.3. Розрахунок повітрообміну**

Для створення нормальних умов для персоналу лабораторії, система, що використовується витяжне кондиціонування, що забезпечує необхідні оптимальні мікрокліматичні параметри і чистоту повітря, що залежить від концентрації в повітрі токсичних речовин.

Захист працюючих від впливу промислових газів і парів здійснюється за допомогою наступних заходів:

- автоматизація і механізація процесів, що супроводжуються виділенням шкідливих речовин;
- вдосконалення технологічних процесів;
- прилади місцевої вентиляції;
- індивідуальних засобів (спецодяг, антитоксичні пасти, очки, шоломи, протигази, респіратори).

При використанні протяжно-витяжної вентиляції нагрітих в приладах повітря віддаляється, або шляхом викиду з лабораторії, або забором з стійок за допомогою приєднаних до них спеціальних повітрязаборників. Повітря, що передається в машинний зал протяжно-витяжною системою, повинно бути з температурою 16-25<sup>0</sup>С і максимальною запиленістю не більш 0,75 кг/м<sup>3</sup>, при розмірі

часток не більш 3 мкм, при цьому всі прилади не повинні працювати більш 20 хв при відключеній вентиляції.

Повітрообмін характеризується кратністю  $n$ :

$Q$  - необхідний витрата повітря (м<sup>3</sup>/год)

$V$  - об'єм приміщення (м<sup>3</sup>)

$$n = \frac{Q}{V} = 5 \dots 10$$

Частіше за все кондиціонування повітря здійснюється регулюванням швидкості його досягнення і температури. Швидкість руху повітря можна регулювати шляхом зміни площі вхідного отвору повітропроводу.

Із рівняння сталості об'ємної витрати повітря для нескрапленого газу:

$$Q = v \times S,$$

де:

$v$  - швидкість повітря (м/с)

$S$  - площа поперечного перетину повітропроводу (м<sup>2</sup>),

Впливає, що швидкість можна регулювати зміною площі поперечного перетину повітропроводу.

$$Q = 0,314 \times 30 = 9,42 \text{ (м}^3\text{/с)}$$

Втрата тиску в повітропроводі в (Н/м<sup>3</sup>) визначається з формули:

$$\Delta p = \lambda \rho \times l/d \times v^2/2,$$

де:

$\lambda$  - коефіцієнт аеродинамічного опору (0,03...0,05);

$\rho$  - щільність повітря (1,229 кг/м<sup>3</sup>);

$l$  - довжина повітропроводу (м) ( $l = 30$  м);

$d$  - діаметр повітропроводу (м);

$$d = 0,2 \text{ м};$$

$$v = 30 \div 50 \text{ м/с} = 30 \text{ м/с}$$

$$S = 0,314 \text{ м}^2;$$

$$\Delta p = 4147,87 \text{ Н/м}^3$$

Споживана потужність електродвигуна вентилятора визначається

за формулою:

$$N = \frac{Q_{max} \times Dr \times k}{1000 \times h_e \times h_n}$$

Підставивши значення, отримуємо потужність двигуна дорівнює 43,378кВт.

#### **4.2.4. Захист від ураження електричним струмом**

Для забезпечення нормальної роботи електроустановок і захисту від електричного струму використовують робочу ізоляцію струмоведучих частин. З метою виключення можливості стикання з струмоведучими частинами і наближення до них на небезпечну відстань використовують загорожі. Відповідно ПУЕ 2017, визначенні допустимі значення струму та напруги.

Вони складають:

- змінні 50 Гц; 2 В; 0,3 мА
- постійні 8 В; 1 мА.

До технічних засобів захисту відносять:

- використання малих напруг;
- занулення;
- захисне відключення;
- використання індивідуальних засобів захисту;
- електрозахисне заземлення;
- вимкнення електричних мереж.

#### **4.2.5. Захист від статичної електрики**

Заходи від впливу підвищеного рівня статичної електроенергії є розрахунки заземлення, використання матеріалів з найменшим показником статичної електроенергії.



#### **4.2.6. Забезпечення пожежної й вибухової безпеки в розробленому проєкті**

Пожежна безпека - цей такий стан об'єкту, при якому з ймовірністю, що регламентується виключається можливість виникнення і розвитку пожежі і впливу на людей небезпечних чинників пожежі, а також забезпечується захист матеріальних цінностей. Проведення заходів щодо запобігання пожеж і вибухів здійснюється відповідно до наставляння по пожежній охороні (СНиП II-90-81).

Згідно з ДНАОП 0.01-1.01-95 «Правила пожежної безпеки в Україні», електричний струм може бути джерелом виникнення пожежі. До причин виникнення пожежі електричного характеру відносяться:

- короткі замикання, перенавантаження, іскріння від порушення ізоляції, що призводить до перегріву провідників та виникнення вогню;
- електрична дуга, виникаюча між контактами авіаційних апаратів (роз'єднувачів, рубильників) не призначених для відключення великих струмів загрузки;
- незадовільні контакти в місцях з'єднання проводів (скрутки);
- іскріння в електричних апаратах і машинах, а також іскріння в наслідок електричних розрядів і ударів блискавки;
- несправність в обмотках електричних машин при відсутності потрібного захисту.

З метою запобігання причинам виникнення пожежі проводять наступні дії: Система електроживлення обчислювальних комплексів повинна мати блокування, що забезпечує її відключення в випадку її зупинки системи охолодження і кондиціонування.

Повітроводи слід виконувати з матеріалів що не згорають.

Система вентиляції повинна бути обладнана засобами, що забезпечують автоматичне відключення, а також перекриття повітроводів повинно забезпечитись автоматичними заслонниками в випадку виникнення пожежі.

Окрім цього необхідно забезпечити систему електрозахисту у відповідності з ПУЕ. В приміщеннях рекомендується встановлювати системи гасіння пожежі газовими вогнегасними засобами.

Пожежна безпека регламентується ДСТУ 2272:2006 «Пожежна безпека. Терміни та визначення основних понять». Для швидкої ліквідації пожежі в приміщенні рекомендується встановлювати датчики, що спрацьовують при появі диму, підвищенні температури, що реагують на пряме полум'я.

Вибухонебезпечність - це такий стан виробничого процесу, при якому виключається можливість вибуху або, в випадку його виникнення, відвертання впливу на людей небезпечних і шкідливих чинників, що викликаються або з забезпеченням збереження матеріальних цінностей.

По вибухонебезпечності загальні вимоги викладені в НАПБ Б.03.002-2007. «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою».

### **4.3. Інструкція з охорони праці**

Вимоги до системи відвернення пожежі і пожежного захисту, а також попередження вибухів регламентує ДБН В.1.1-7-2002 «Захист від пожежі. Пожежна безпека об'єктів будівництва, НПАОП 0.00-4.33 - 99 Положення щодо розробки планів локалізації і ліквідації аварійних ситуацій і аварій». Необхідно виконання наступних вимог:

1. Перед початком роботи необхідно вивчити інструкцію по експлуатації і ТБ, інструкцію протипожежної безпеки.
2. Обов'язково виконувати всіх вимоги, означені в написах, що попереджають на апаратурі і в приміщеннях, де встановлене дане обладнання.
3. Вчасно перевіряти заземлення і його справність.
4. У випадку виникнення пожежі при технічному обслуговуванні повідомити в пожежну частину і розпочати гасіння пожежі, дотримуючись правила гасіння електроустаткування.

Інструкції по техніці безпеки, виробничої санітарії, пожежної безпеки викладені в Держстандарті 12.1.004-85, ДНАОП 0.00-4.15-98 «Положення про розробку інструкцій з охорони праці».

Обслуговуючий персонал повинен завжди пам'ятати, що небезпеку представляють первинні ланцюги блоків живлення, під'єднаних до трьохфазної напруги 380/220В, 50 Гц.

При роботі на електроустановках необхідно дотримуватись наступних організаційно-технічних заходів.

#### **4.3.1. Обов'язки користувача перед початком роботи**

Перед початком роботи користувач зобов'язаний:

- приступити до роботи одягненим за формою;
- перевірити усунення зауважень попереднього дня;
- уважно оглянути робоче місце, прибрати всі предмети, що заважають роботі.

#### **4.3.2. Обов'язки працюючих у процесі роботи**

У процесі роботи працівник зобов'язаний:

- необхідно працювати відповідно до технічної документації;
- додержуватися правила пуску і вмикання обладнання.

#### **4.3.4. Обов'язку працюючих у випадку виникнення аварійної ситуації**

У разі виникнення аварійної ситуації працівник зобов'язаний:

- у випадку виникнення несправності в устаткуванні забороняється самостійно їх усувати;
- при поразці людини електричним током необхідно ліквідувати контакт постраждалого зі струмоведучими частинами.

#### **4.3.5. Обов'язку користувача по закінченні роботи**

Після закінчення роботи користувач зобов'язаний:

- виключити апаратуру відповідно до інструкцій з експлуатації устроїв;
- виключити високу напругу на щиті живлення;
- упорядкувати робоче місце;
- зробити запис у журналі про час наробітки машини;
- зробити запис у журналі про огляд помешкання перед закриттям.

## РОЗДІЛ V

### ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

#### 5.1. Аналіз екологічної небезпеки

До чинників, що викликають несприятливий вплив на навколишнє середовище, можна віднести:

- електромагнітне випромінювання;
- акустичне забруднення;
- високий рівень споживання електроенергії.

Зростання використання ЕОМ у різноманітних галузях народного господарства вимагає самого серйозного ставлення до питань, пов'язаних із впливом ЕОМ на середовище мешкання.

Проектованим об'єктом у даній дипломній роботі є сукупність автоматизованих робочих місць (АРМ). Оскільки ця система розробляється на ЕОМ, то прямого збитку навколишньому середовищу не завдається. Хоча можна говорити про непрямий збиток на стадії експлуатації від використання електроенергії (а також при виробництві ЕОМ).

Комплексність цієї проблеми можна проаналізувати на прикладі виготовлення інтегральних схем, при котрому виявляється ряд чинників, що впливають на навколишнє середовище. Елементи схеми змонтовані на печатних платах, що виготовляються з фольгированого склотекстоліту. При обробці його неминучі відходи: шматочки плат, порошковий пил, котрі, попадаючи в ґрунт, зберігається досить довго. А випари, котрі утворюються при травленні, шкідливо впливають на робітників, зайнятих у даному виробництві, та викидаються в навколишнє середовище.

Після травлення, плати промивають водою і знезаражують рідинами (спирт, бензин, ацетон). Через недостатнє удосконалення технологій промивання ці речовини можуть потрапити в проточні води. Усі плати для підвищення електро і пожежної безпеки покриваються лаком Е-4100 (епоксидний лак). Випа-

ровуючись лак виділяє в атмосферу токсичні речовини. При монтажі плат, процесі пайки виділяються шкідливі пари, газу, а також з'єднання олова і свинцю. При монтажі проводів ідуть у відходи ізоляція, невикористані шматки проводів, припій.

При експлуатації ЕОМ, елементи його конструкції виділяють тепло (нагріваються мікросхеми, транзистори, резистори), у результаті чого нагріваються захисні лаки, фарби, створюючи в атмосфері токсичні речовини, у виді летучих фракцій.

## 5.2. Визначення відверненого збитку навколишньому природному середовищу

Розроблений у даному дипломному проєкті комплекс АРМ є необхідним елементом роботи Медико-біологічного відділу Міністерства Надзвичайних Ситуацій, тому що автоматизація обробки документів значно прискорює процес обчислень і дозволяє одержувати результати в будь-якому зручному виді.

Вхідні дані:

- споживана потужність базових ЕОМ Pentium -  $3(\text{ЕОМ}) \cdot 0,2 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ ;
- споживана потужність використовуваних ЕОМ складає  $1(\text{сервер}) \cdot 0,23 \text{ кВт} \cdot \text{год} + 2(\text{ЕОМ}) \cdot 0,2 \text{ кВт} \cdot \text{год} = 0,63 \text{ кВт} \cdot \text{год}$ ;
- фонд часу обладнання до і з використанням програми;
- площа помешкання для ЕОМ -  $20 \text{ м}^2$  (загальна кімната) +  $6 \text{ м}^2$  (під сервер);
- визначимо витрати електроенергії ЕОМ, площа котрої  $6 \text{ м}^2$  у процесі розробки.

Розрахунок видатку електроенергії визначають в залежності від потужності базового обладнання, кількість годин роботи з урахуванням коефіцієнта корисної дії:

$$\sum_{i=1}^n W_{об} = \frac{\sum_{i=1}^n M_{yi} * \Phi_{oi} * K_{zi} * K_0}{\eta * K_{вм}} \quad (5.1)$$

де:

$M_{yi}$  - сумарна потужність і-го обладнання, кВт;

$\Phi_{oi}$  - дійсний фонд часу і-го обладнання до введення комплексу:

$\Phi_{oEOM} = (365-144)*8=2652$  (год) - до введення комплексу;

$\Phi_{oEOM}' = (365-144)*6=1768$  (год) - після введення комплексу;

$\Phi_{oCERPBER}' = 365*24=8760$  (год)

$K_{zi}$  - коефіцієнт завантаження і-го обладнання;

$K_{zEOM} = 0,8$  - до введення комплексу;

$K_{zEOM}' = 0,5$  - після введення комплексу;

$K_{zCERPBER}' = 0,2$  (оскільки паралельно Сервер обслуговує ще 4 КФЗ);

$K_0$  - коефіцієнт поновлення:  $K_0=0,8$ ;

$\eta$  - коефіцієнт корисної дії:  $\eta=0,85$ ;

$K_{bc}$  - коефіцієнт втрат в мережах:  $K_{bc}=0,95$ ;

$W_{EOM} = (0,2*2652*0,8*0,8)/(0,95*0,85)=420$  (кВт\*год);

$W'_{EOM} = (0,2*1768*0,5*0,8)/(0,95*0,85)=175,1579$  (кВт\*год);

$W'_{CERPBER} = (0,23*8760*0,2*0,8)/(0,95*0,85)=399,22$  (кВт\*год);

$W'_{ob} = 2*W'_{EOM} + W'_{CERPBER} = 749,53$  (кВт\*год).

Визначимо витрати електроенергії на освітлення виробничого приміщення по формулі:

$$\sum_{i=1}^n W_{oy} = \frac{P_y * F_{yi} * \Phi_{oi} * K}{1000} \quad (5.2)$$

де:

$P_y$  - питомий видаток електроенергії на 1 м<sup>2</sup> площі, що залежить від типу світильника, в даному випадку рівний  $60*2/2=6$  (Вт);

$F_{yi}$  - площа і-ї ділянки, 20 м<sup>2</sup>;

$\Phi_{oi}$  - число годин роботи освітлювальних приладів:

$\Phi_{oi} = 5*221=1105$  (год);

$\Phi_e = 4*\Phi_{oi}=4420$  (год);

$\Phi'_{oi} = 4*221=884$  (год);

$\Phi_e = 4*\Phi_{oi}=3536$  (год).

$K$  - коефіцієнт втрат:

$$K = 1,05.$$

$$W_{oy} = (6 \cdot 20 \cdot 4420 \cdot 1,05) / 1000 = 556,92 \text{ (кВт*год)},$$

$$W'_{oy} = (6 \cdot 20 \cdot 3536 \cdot 1,05) / 1000 = 445,54 \text{ (кВт*год)}.$$

Загальна витрата електроенергії:

$$W = W_{об} + W_{oy} \tag{5.3}$$

до введення комплексу:

$$W = W_{об} + W_{oy}$$

$$W = 1261.13 + 556.92 = 1818.057 \text{ (кВт*год)}$$

після введення комплексу:

$$W' = W'_{об} + W'_{oy}$$

$$W = 1377.43 + 891.07 = 1195.069 \text{ (кВт*год)} \tag{5.4}$$

### 5.3. Відвернений економічний збиток навколишньому середовищу

Нанесений екологічний збиток. Розрахунок згідно формули:

$$Y_{ел} = W * Y_e$$

де

$Y_e$  - питомий економічний збиток (0,24 грн./кВт\*год);

$$Y_{ел} = W * Y_e = 1818,057 * 0,24 = 436,33 \text{ (грн/рік)},$$

$$Y'_{ел} = W' * Y_e = 1195,069 * 0,24 = 286,82 \text{ (грн/рік)},$$

Відвернений соціально-економічний збиток складає 149,51 грн/рік.

У результаті використання нового типу людино-машинної системи і переході до мережевої структури, програма дозволяє поліпшити умови роботи, заощаджувати електроенергію і зменшує не тільки збитки, котрі наносяться навколишньому середовищу, а також і час, котрий витрачається на обробку даних.

### 5.4 Висновки по розділу



До чинників, що викликають несприятливий вплив на навколишнє середовище, можна віднести:

- електромагнітне випромінювання;
- акустичне забруднення;
- високий рівень споживання електроенергії.

Зростання використання ЕОМ у різноманітних галузях народного господарства вимагає самого серйозного ставлення до питань, пов'язаних із впливом ЕОМ на середовище мешкання.

Комплексність цієї проблеми можна проаналізувати на прикладі виготовлення інтегральних схем, при котрому виявляється ряд чинників, що впливають на навколишнє середовище. Елементи схеми змонтовані на печатних платах, що виготовляються з фольгированого склотекстоліту. При обробці його неминучі відходи: шматочки плат, порошковий пил, котрі, попадаючи в ґрунт, зберігається досить довго. А випари, котрі утворюються при травленні, шкідливо впливають на робітників, зайнятих у даному виробництві, та викидаються в навколишнє середовище.

## ВИСНОВОК

В даній дипломній роботі я розглядав основні питання розвитку сучасних технологій відновлення типових деталей автомобіля.

Під час виконання магістерської роботи було розглянуто: способи відновлення деталі «ведучої шестерні з валом центрального редуктора головної передачі БТР-60», що включало такі дії як: аналіз та призначення методів відновлення, визначення умов роботи деталі у вузлу, розробка технологічного процесу відновлення, обґрунтований вибір матеріалів та обладнання для напилення та наплавлення, розроблено ремонтне креслення деталі, підібрано кількість операцій механічної обробки до та після нанесення покриття та розраховані режими механічної обробки.

Сталь 45, матеріал з якого виготовлено деталь, є досить стійким до статичних та динамічних навантажень, має всі якості для роботи в вузлах з високими навантаженнями.

Згідно з науковою частиною даної роботи можна зробити висновки, що ванадій змінив структуру зразка і в перехідній зоні відбулось подрібнення феріто-перлітної структури. Отже, за рахунок ванадію ми отримали структуру з підвищеними механічними властивостями в перехідній зоні шва з основним металом. В бакалаврській дипломній роботі, я ознайомився з різними видами дефектів на різних поверхнях, таких як місця місця під підшипники, шліцьова та різьбова поверхня. Для забезпечення відновлення дефектів шийки під підшипники, шліцьову та різьбову поверхонь було використано наплавлення на установці У651 в середовищі захисного газу. Обрані установки та матеріали, що дають можливість забезпечити потрібні властивості нанесених покриттів.

Отже, обраний технологічний процес відновлення ведучої шестерні з валом є раціональним та економічно вигідним, що дає можливість зменшити витрати на ресурси при відновленні, а також зменшити час відведений на процес відновлення.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анциферов В.Н. Порошковая металлургия и напыление покрытия / В.Н. Анциферов. - Москва : Металлургия, 1987. - 792 с.
2. Барановский Ю.В. Режимы резания металлов / Ю.В. Барановского. - М.: Машиностроение, 1972. - 407 с.
3. Баласанян Р.А. Атлас деталей машин / Р.А. Баласанян - Х.: Основа, 1996. - 256с.
4. Борисов Ю.С. Газотермические покрытия из порошковых материалов. / Ю.С. Борисов, Ю.А. Харламов, С.Л Сидорченко. - Киев: Наукова думка, 1987. - 544 с.
5. Винокуров В.А. Сварочные деформации и напряжения. - М.: Машиностроение, 1968. - 236 с.
6. Гайдамак О. Л. Вузлі та деталі ремонтного виробництва автотракторної техніки. - Навчальний посібник / О.Л. Гайдамак, В.І. Савуляк - Вінниця: УНІВЕРСУМ. 2005. - 92 с.
7. ГОСТ 1497-84. Металлы. Методы испытаний на растяжение, - М.:Издательство стандартов, 1987 - 52с.
8. ГОСТ 1050-88. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия, - М.:Издательство стандартов, 1987. - 48с.
9. Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. - Минск : Выш. школа, 1983. - 243 с.
10. Григурко І.О. «Технологія обробки типових деталей. Навчальний посібник.» - Львів : «Новий Світ - 2000», 2006. - 576 с.
11. Дусанюк Ж.П. Посібник до практичних занять з дисципліни «Механоскладальні дільниці та цехи в машинобудуванні" / Ж.П. Дусанюк, В.В. Савуляк, С.В. Репінський, О.В Сердюк. - Вінниця: ВНТУ, 2008. - 205 с.
12. Косилова А.Г., Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение,

1985. - 496 с.

13. Мягков В.Д. Допуски и посадки / В.Д. Мягков, М.А. Палей,

14. А.Б. Романов, В.А. Брагинский. - Ленинград : Машиностроение, Ленинградское отделение, 1983. - 357 с.

15. Иванов М.І. Технологічні основи сільськогосподарського машинобудування. Частина 2 / М.І. Иванов, Ж.П. Дусанюк., С.В. Дусанюк., О.М. Иванова - Вінниця, ВНАУ 2009. - 148с.

16. Попов В.С. Восстановление и повышение износостойкости и срока службы деталей машин. / В.С. Попов, - Запорожье: Изд-во ОАО "Мотор-Сич", 2000. -394 с.

17. Ярошевич В.К., Савич А.С., Иванов В.П. «Технологія виробництва та ремонту автомобілів» .