

## ЛЕКЦІЯ 3

### Підходи до модернізації верстата з ЧПК та типи робіт

Одним з найбільш важливих факторів, які визначають конкурентоздатність промислового підприємства, є наявність гнучкого, переналагоджувального виробництва, до створення якого є декілька підходів. *Системний підхід* – визначає його економічну ефективність, в першу чергу, це випуск продукції з низькою собівартістю, яка буде максимально відповідати індивідуальним потребам. Це не просто поставка верстатів або їх капітальний ремонт, але й розробка технології керуючих програм, вибір і поставка інструменту, визначення стратегії обробки та режимів різання. Системний підхід має на увазі уніфікацію компонентів, автоматизацію процесів, сервісне обслуговування і навчання персоналу, можливість розширення і удосконалення виробництва. Такий підхід повинен реалізовуватись при модернізації технологічного обладнання.

Слід мати на увазі, що головним виробничим завданням будь-якого промислового підприємства є випуск продукції, що максимально точно відповідає вимогам технічної документації. Для цього, перш за все, необхідно виконувати вимоги стандарту ISO-9001, основною ідеєю якого є *процесний підхід*, коли будь-який об'єкт виробничих відношень (підприємство, цех, служба, відділ, дільниця, виробнича одиниця і ін.) розглядаються як самостійний процес. В ньому є визначена кількість входів і виходів, завдяки яким конкретний процес пов'язаний з іншими процесами:

- повинна бути єдина технічна політика в галузі модернізації верстатів з ЧПК;
- необхідний стандарт з експлуатації верстатів з ЧПК;
- повинні бути пропрацьовані при складанні плану модернізації питання, які знаходяться на межі областей відповідальності оператора, програміста-технолога, наладчика, ремонтника;
- слід чітко розподілити функції між оператором і наладчиком;
- необхідно обмежити доступ до керуючих програм за рахунок введення системи паролів, які використовуються для коректування, програмісту-технологу, наладчику, ремонтнику, оператору;
- максимально використовувати можливості CAD/CAM- систем.

Зазвичай питання пошуку рішень з модернізації діючих верстатів з ЧПК ставиться під конкретні групи деталей та конкретні технологічні завдання. Основою для таких рішень буде *модульний підхід* (принцип) побудови обладнання, яке модернізується, або *агрегування*. Наприклад такий підхід дозволяє підприємствам, які виробляють дрібносерійну продукцію, вести послідовну фрезерну (включаючи зубо- і шліцеобробку), токарну, свердлильну, розточувальну і навіть шліфувальну обробку різних деталей, з використанням високопродуктивної технології та різального інструменту, за одну установку, на одному робочому місці, в автоматизованому циклі без безпосередньої участі оператора. При цьому завдяки застосуванню інтегрованих CAD/ CAM – систем, сучасних приводів і систем ЧПК отримується висока гнучкість виробництва від проектування до виготовлення.

Для реалізації цього підходу використовуються базові деталі (основа верстата, що модернізується) та придбані вироби (системи, агрегати, механізми і ін.):

- системи з ЧПК;
- швидкодіючі сервоприводи (як вітчизняного так і закордонного виробництва);
- кулько-гвинтові пари;
- кулькові та роликові лінійні напрямні;
- лінійні приводи для переміщень за додатковими осями;
- силові та швидкісні кільцеві двигуни, що дозволяють виключити зубчасті передачі;
- мотор-шпинделі різного застосування;
- станції для температурного регулювання шпиндельних вузлів та лінійних напрямних;
- станції для циркуляційного та імпульсного мащення верстата;
- станції мастильно-охолоджуючих технологічних рідин;
- сучасні кабель-канали для укладення шин управління верстатом та засоби захисту напрямних;
- сучасні магазини і маніпулятори для заміни інструмента та спеціального оснащення;
- сучасні інтегровані CAD/CAM- системи з мережевою підтримкою керуючого обладнання, що дозволяють працювати безпосередньо з 3D-моделями та моделювати весь процес обробки.

Після вибору необхідних складових (ЧПК, приводів, КГП та ін.) для вирішення конкретного технологічного завдання проектується та виготовляється необхідний конструктивний елемент для механічного стикування з базовими деталями верстата, який модернізується.

Перевагами такого підходу є висока гнучкість та ефективність виробництва, що дозволяє не тільки скоротити час технологічного процесу та знизити фінансові витрати, а й повністю виключити суб'єктивний фактор у роботі. Для обслуговування верстата після модернізації замість декількох висококваліфікованих верстатників, потрібен один оператор для установа-зняття деталі, прив'язки системи координат та візуального спостереження за процесом обробки.

Послідовність процедур, які використовуються в процесі прийняття рішення про модернізацію і її реалізації, не відрізняються новизною, але проблеми приховуються в деталях. Розробку проекту проводить підприємство власноруч або доручає спеціалізованим організаціям. Для цього створюються завдання на проектування, яке включає в себе базові показники обладнання, що модернізується.

В процесі підготовки і проведення модернізації вирізняють два взаємопов'язаних типи робіт: *організаційні* та *технічні*.

*Організаційні роботи* пов'язані з виробленням стратегії модернізації промислового виробництва, в структуру якої входить мережеві графіки ходу виконання технічних етапів робіт, включаючи попередню розробку проекту. Виконання цих графіків буде запорукою успішного завершення процесу.

*Технічні роботи* включають в себе безпосередньо роботи, пов'язані з виконанням функцій обладнання, яке модернізується, прив'язку або монтаж нових складових елементів до базових деталей та пусконаладжувальні роботи. Монтажні роботи виконуються по мережевому графіку, в якому установлюється послідовність і терміни монтажу. По закінченню робіт підписуються акти здавання-прийняття та пакет технічної документації.

### **Підготовка технічної документації на модернізацію обладнання**

До технічної документації на модернізацію відносять перш за все проекти модернізації, які розробляються на основі технічних завдань. При їх складанні відділи головного технолога повинні передбачити підвищення техніко-економічних та експлуатаційних параметрів і показників верстата, який модернізується, до рівня, відповідного сучасним моделям. Відділ головного механіка доповнює технічне завдання заходами, що забезпечують підвищення надійності, довговічності і ремонтпридатності. Відділ техніки безпеки повинен слідкувати, щоб в технічному завданні були враховані вимоги техніки безпеки та передбачались заходи з полегшення праці на обладнанні, яке модернізується.

Технічний проект модернізації і робочі креслення розробляють конструкторські підрозділи, які знаходяться у складі відділів головних механіків підприємства або відділів головного технолога. Інколи на великих заводах ці роботи виконують спеціальні бюро механізації та модернізації, які підпорядковані головному інженеру, або його заміснику з підготовки виробництва.

Основою для організації систематичної і ефективної роботи з покращення експлуатаційних якостей обладнання слугує облік та аналіз відмов, використання даних про дефекти, які регулярно виникають у обладнанні, а також результатів вибірових інспекторських обстежень працюючого обладнання, призначених для перевірки загального технічного стану. Результати цієї роботи необхідно використовувати при модернізації, яка проводиться з технологічних міркувань, оскільки при цьому вона отримує характер комплексної модернізації. Вони використовуються також для часткової модернізації, що здійснюється для підвищення ремонтпридатності з ініціативи відділу головного механіка. Підвищення ремонтпридатності досягається шляхом: конструктивних змін окремих механізмів обладнання, в результаті чого забезпечується більша доступність для ремонту і заміни деталей, спрощується і полегшується демонтаж і монтаж деталей і механізмів гідроапаратури, електроапаратури та ін.; створення і збереження технологічних баз і деталей для їх ремонтної обробки; установлення запобіжних і блокувальних пристроїв і діагностичних датчиків; застосування різних методів компенсації зносу; уніфікації деталей та вузлів і ін.

Зміни в конструкції і технічних параметрах верстата, що проведені при модернізації, вносять в його технічний паспорт. При великих обсягах змін в конструкції і параметрах, за умови зміни його технологічного призначення або спеціалізації, складають новий паспорт.

## **Порядок проведення модернізації**

Проведення модернізації здійснюється в наступній послідовності:

1. Підготовка технічного завдання (ТЗ) на необхідне обладнання для обробки нової деталі.
2. Підбір моделей застарілого обладнання.
3. Дефектація і відновлювальний ремонт компонентів застарілого обладнання для використання в процесі модернізації.
4. Складання технічних вимог (ТВ) до систем верстата, який модернізується.
5. Підбір нових компонентів.
6. Розробка та узгодження з замовником робочого проекту на модернізацію.
7. Розробка конструкторської документації (КД) на модернізацію.
8. Виготовлення нових вузлів і складання.
9. Налагодження і контроль параметрів модернізованого обладнання.
10. Розробка керуючих програм під деталь, яку планується виготовляти.
11. Виготовлення тестової деталі.
12. Впровадження обладнання в цеху.

### **Підбір моделей застарілого обладнання**

Для забезпечення економічної ефективності при виготовленні нових видів продукції необхідно прагнення до мінімізації витрат на усіх напрямках і етапах освоєння виробництва:

- підбір схем базування оброблюваних деталей з найменшою кількістю переустановлень;
- застосування обладнання вже наявного на підприємстві;
- використання обладнання та технологій раніше освоєних на виробництві.

Визначившись зі схемою обробки деталі особливу увагу слід приділити підбору верстата під модернізацію. Найчастіше на підприємстві з різних причин є обладнання задіяне у виробництві не на повну потужність (з коефіцієнтом використання менш 0,3- 0,5).

Вдихнути в таке обладнання «друге життя» можливо проведенням модернізації за такими напрямками:

- заміною окремих систем (гідравлічної, системи управління та ін.);
- розширенням вихідних функціональних можливостей (введенням додаткової лінійної, налагоджувальної або кругової осі);
- комплексною заміною елементної бази всіх систем верстата з одночасним розширенням числа робочих координат, використовуючи основні елементи станини.

### **Дефектація і відновлювальний ремонт компонентів застарілого обладнання для використання в процесі модернізації**

При проведенні дефектації верстатів, підібраних під подальшу модернізацію, оцінюється стан, працездатність елементів і систем верстата, що

плануються для подальшого використання при модернізації без заміни, з проведенням їх відновлювального ремонту.

В першу чергу звертають увагу на стан поверхонь напрямних лінійних осей. На даних поверхнях не допустимі тріщини, задирки, забоїни. Контроль площинності слід виконувати за допомогою оцінки відбитка фарби, котрий має бути не менше 90% без розривів по контуру. Стикові поверхні елементів станин також повинні забезпечувати надійне з'єднання, без перекосів і зсувів. Виступи і напливи усувають за допомогою шліфування (для невеликих деталей), або ручним шабруванням (для великогабаритних компонентів).

Підшипникові вузли перевіряють на плавність ходу, проводять промивання в нефрасі для видалення продуктів зношування тіл кочення і сепараторів. При постановці на виріб вузли заповнюють новим мастилом.

Гідравлічна апаратура перевіряється на відсутність течії, при необхідності проводять заміну всіх ущільнень, гнучких рукавів високого тиску, фітингів, ніпелів та інших швидкозношуваних елементів. Так само перевіряється спрацьовування електрокерованих розподільників, при виявленні відмов проводять підбір нової апаратури з ідентичними параметрами по прохідних перетинах і робочому тиску.

### **Складання технічних вимог (ТВ) до систем модернізованого верстата**

Для підбору покупних комплектуючих і формування схеми модернізованого обладнання з певними характеристиками міцності, нормами точності та ін. необхідно скласти основні технічні вимоги до основних і допоміжних систем верстата. Головними вихідними даними є вимоги технічного завдання, техніко-економічне обґрунтування, але при цьому обов'язково враховуються цілі, які досягаються за рахунок модернізації:

- повне відновлення працездатності;
- підвищення точності;
- підвищення продуктивності;
- скорочення витрат на обслуговування;
- підвищення зручності для оператора;
- нові можливості в обслуговуванні і діагностиці верстата;
- компенсація похибок механіки;
- збільшення обсягу пам'яті для програм;
- можливість передачі керуючих програм через дискету, флеш-носії або локальну мережу;
- можливість обробки більш складних деталей.

### **Підбір нових компонентів**

Для розробки робочого проекту модернізації, з урахуванням розроблених ТВ основних і допоміжних систем верстата і бюджету проекту, необхідно провести підбір, узгодження можливості та умов поставки покупних

комплектуючих виробів (ПКВ), агрегатів і систем. При вивченні комплектації зразків імпортного обладнання провідних фірм виробників, можна виділити основні пріоритети.

Перелік комплектуючих використовуваних при модернізації обладнання:

- високомоментні торові і лінійні двигуни – Etel, Hiwin, Parker, Siemens;
- мотор-шпинделі, шпинделі – Fisher, Kessler, Ibag;
- силові поворотні головки – CyTecu;
- гальмівні лінійні і кругові системи – Roto Clamp, Zimmer;
- системи лінійних переміщень (КГП, кулькові і роликові рейкові напрямні з каретками) – Hiwin, THK, Bosch Rexroth, Schneeberger;
- системи вимірювання кутового і лінійного переміщення – Renishaw, Heidenhain;
- системи інструментального забезпечення – Miksch, Pragati, SanJet, Dęta;
- агрегати очищення МОТС, скребкові конвеєри – Knoll;
- гідроапаратура – Гідрома, Ponar;
- система змащування – Dropsa, Vogel;
- пневмоапаратура – Festo, Camozzi;
- телескопічні захисти, міхи, роleti – Hennlich, KabelSchlep;
- кабелеукладчики – Igus, Lap Group;
- муфти R + W;
- підшипники – Ina Fag, SKF;
- привідні системи і ЧПК – Siemens, West Labs.

Для визначення постачальників покупного устаткування необхідно враховувати не тільки вартість і умови поставки, але в першу чергу *слід звертати увагу на наявність технічної підтримки, гарантійних зобов'язань і післягарантійного обслуговування.*