

## ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ КООРДИНАТНО-СВЕРДЛИЛЬНИХ ВЕРСТАТІВ НА БАЗІ СТАНДАРТНИХ ЦИКЛІВ

**Мисковець С.В.** (ЛНТУ, м.Луцьк, Україна)

*The method of technological preparation of machine-tools is resulted with numerical control. It is based on the use of compatible cycles of treatment of surfaces and sequence of management cycles. The developed method allows to shorten time of preparation of the programs of management machine-tools and decrease machine time.*

Сучасний розвиток гнучких виробничих систем передбачає широке використання координатно-свердильних верстатів (КСВ) з ЧПК у вітчизняній та зарубіжній практиці і робить актуальними питання їх ефективного використання. Останнє, в свою чергу, визначається економічною, технологічною та організаційною підготовкою виробництва, в якій застосовуються КСВ з ЧПК. З появою КСВ в технологічній підготовці виробництва з'явилися нові етапи: підбір деталей для обробки на КСВ, формування геометричних планів обробки, підготовка програм керування. Від правильного підбору деталей і оптимального формування геометричних планів обробки плит і печатних плат багато в чому залежить ефективність використання КСВ.

Геометричні плани обробки представлені сукупністю схем відносного розміщення поверхонь, що часто повторюються, створюють передумови для підготовки програм керування із множини стандартних циклів, записаних і збережених в пам'яті КСВ з ЧПК. Це відкриває широкі можливості для використання перевірених на практиці типізованих технологічних рішень в технологічній підготовці КСВ.

Виробничий досвід обробки плит і печатних плат на КСВ дозволив виділити основні вимоги до деталей, що підлягають обробці на КСВ. Перші рекомендації по підбору деталей для обробки на КСВ з'явилися в кінці 60-х початку 70-х років.

Великий вклад в розробку принципів підбору деталей для обробки на верстатах з ЧПК внесли І.І.Княжицький, Ю.А.Кошкін, В.І.Уралов, Я.А.Юзефпольський. та інші вітчизняні вчені. Досвід експлуатації верстатів з ЧПК підтвердив правильність їх теоретичних висновків та узагальнень. Значний внесок в підвищення ефективності технологічної підготовки координатно-свердильних верстатів зробили Л.І.Волчкович [1], А.П.Гусев [2], А.А.Ловигін [3], А.Б. Борисенко [4], Островський [5] та інші. Методика підбору деталей для обробки на КСВ передбачає п'ять послідовних кроків. При підборі деталей на першому кроці пропонується надавати перевагу складним деталям з точними по розмірах і співвідношенню отворів, розміщеними в різних площинах. У виробничій практиці такі рекомендації виконуються неоднозначно і залежать від кваліфікації технолога. Через суб'єктивність оцінки на першому кроці допускаються помилки, що призводять до відсіювання деталей, які доцільно обробляти на КСВ, або до набору надлишкової недоцільної кількості деталей, що піддаються аналізу на наступних кроках. Другий крок в підборі деталей передбачає оцінку деталей по числу позиціонувань:

$$П = \sum_{i=1}^i n_j k_u$$

де  $i$  – кількість отворів;

$n_j$  – кількість однойменних отворів;

$k_u$  – число інструментів для обробки даного отвору.

Рекомендується для обробки на КСВ використовувати деталі, у яких  $n_j > 5$ .

Третій і четвертий кроки, направлені на підбір деталей для обробки на КСВ, є актуальними, але потребують розрахунків штучного часу по двох варіантах. Остаточного вирішити питання доцільності переведу деталей на КСВ можна на основі розрахунків по формулах теорії продуктивності суспільної праці. Такі розрахунки займають значний час і, як показало дослідження, в багатьох випадках трудомісткі, що це перекидає вигоду від переведу обробки плит і печатних плат на КСВ. Тому в умовах гнучкого виробництва деталі підбирають, ґрунтуючись на досвіді та інтуїції технолога.

Підбір деталей, які впливають на підвищення ефективності використання верстатів з ЧПК, актуальний і для зарубіжної практики. Заслужують на увагу методи підбору для обробки на станках з ЧПК, описані в роботах К.Бітте, Г.Лоншоффе, І.Бісмана. В роботах докладно аналізується економічна доцільність використання ЧПК. В ній суб'єктивність оцінки конструктивних характеристик при підборі деталей для обробки на верстатах з ЧПК, яка присутня у виробничій практиці. Вперше за кордоном Бітте пропонує підбирати деталі по конструктивних ознаках, які піддаються кількісній оцінці. Він запропонував оціночні критерії для підбору деталей типу тіла обертання. Запропонована методика представляється практично доцільним компромісом між точністю оцінок і затратами на оцінку. Однак вона не поширюється на плити і печатні плати, що оброблюються на КСВ, а опис зроблений так поверхнево, що її реалізація в виробничій практиці без скрупульозного доопрацювання неможлива. Підбір деталей для обробки на станках з ЧПК в даний час, як правило, недостатньо обґрунтований. Через труднощі порівняльного економічного розрахунку вибір здійснюється в більшості випадках по суб'єктивних критеріях, які сильно відрізняються в різних технологів. В праці пропонується бальна оцінка деталей. З кожної партії вибирають деталі-представники і оцінюють їх конструктивні ознаки. На першому кроці перевіряють їх відповідність габаритних розмірів деталей обмеженням зони обробки верстату і можливість обробки потрібних геометричних форм з необхідними технологічними характеристиками. На другому кроці оцінюють економічну відповідність обробки з ЧПК з обробкою на універсальних верстатах. Запропонований спосіб підбору деталей передбачає діалогове використання ЕОМ, однак він є більш трудомістким, ніж існуючі вітчизняні методи.

Як відомо, складанню програм керування механічної обробки плит і печатних плат деталей на КСВ з ЧПК передують етап складання геометричних планів оброблюваних поверхонь. Геометричні плани складають для поверхні деталі на основі креслення.

Під геометричним планом оброблюваних поверхонь розуміють сукупність оброблюваних поверхонь, спроектованих в натуральну величину на площину, розміщену по нормалі до осі робочого шпинделя КСВ. Оброблювані поверхні проектує при розгляданні деталі від інструмента, закріпленого в робочому шпинделі верстата. Математична модель конструктивно-технологічних властивостей корпусної деталі на основі геометричних планів може бути записана у вигляді

$$D = \sum_{i=1}^n K_i$$

де  $K_i$  -  $i$  геометричний план розміщення оброблюваних поверхонь;  $1 \leq i \leq n$ ;  $n \leq 9$ .

В умовах гнучкого виробництва різко зменшується час, необхідний для технологічної підготовки обробки деталей на КСВ, для чого використовують засоби обчислювальної техніки.

Така тенденція дозволяє зменшити витрати часу на ТПП до 30% від загальних витрат на випуск одиничного виробу і одиничному і дрібносерійному виробництві. Аналіз витрат часу на підбір деталей, формування геометричних планів обробки і розробки технологічного процесу виготовлення корпусних деталей досягають 45% всієї трудомісткості, що витрачається на ТПП. На основі аналізу літературних джерел і досвіду виробничої практики (з врахуванням проведеного в межах даної роботи) зменшення цих витрат проглядається у вдосконаленні критеріїв, що визначають підбір деталей і формування геометричних планів обробки з уніфікованих схем розміщення поверхонь. Такий підбір дозволяє забезпечити технологічну раціональність оброблюваних деталей.

Під технологічною раціональністю деталей типу плита, розуміють сукупність таких властивостей, які визначають доцільність їх обробки на КСВ при формуванні геометричних планів із уніфікованих схем розміщення поверхонь.

Геометричні плани обробки, складені за існуючою методикою, являють собою план розміщення оброблюваних поверхонь кожної деталі. Всім оброблюваним поверхням присвоюється порядковий номер. Отвори однакового розміру нумеруються послідовними номерами. На цьому плані вибирають початок відліку координат.

Запропонована методика складання геометричних планів передбачає із невпорядкованої множини оброблюваних поверхонь виділити уніфіковані схеми розміщення поверхонь, тобто виявити групи поверхонь, початкові координати обробки яких розміщені у вигляді точок на прямій, колі, матриці чи прямокутнику. При обробці на КСВ такі групи поверхонь будуть отримані в одному технологічному переході. Тому сукупність геометричних планів обробки деталі є геометричною моделлю маршруту технологічної схеми обробки корпусної деталі на КСВ.

Створений таким чином геометричний план обробки деталі дозволить різко зменшити трудомісткість підготовки УП, так як сучасні КСВ мають в пам'яті стандартні підпрограми обробки поверхонь, розміщених у вигляді точок на прямій, колі, матриці і прямокутнику. Підготовка УП із стандартних підпрограм, що відповідають стандартним ЦПО, дозволяє збільшити їх продуктивність в 20...30 разів. При цьому виділення уніфікованих схем розміщення оброблюваних поверхонь зменшує час, потрібний для аналізу креслення деталі при розробці технологічного процесу виготовлення, оскільки виключається пошук поверхонь однакової форми і розмірів. Виконання цих функцій передбачене в програмі для ПК, яка сортує поверхні за формою, розміром, а також виконує виділення уніфікованих схем з присвоєнням порядкового номеру кожній поверхні.

Можна сформулювати вимоги до збільшення ефективності технологічної підготовки КСВ, на основі принципово нового підходу до підбору деталей і математичного моделювання геометричних планів обробки. Реалізація вимог підвищення ефективності технологічної підготовки КСВ передбачає вирішення таких завдань:

- визначення методу створення оптимальних геометричних планів обробки деталей на основі стандартних ЦПО КСВ з використанням засобів обчислювальної техніки;
- розробка математичної моделі і алгоритму формування оптимальних геометричних планів обробки;

- розробка методики підбору деталей для обробки на КСВ, засновану на кількісній оцінці рівня технологічної раціональності;
- виділення критерію кількісної оцінки, який визначає доцільність обробки деталей на КСВ;
- розробка математичної моделі і алгоритму оцінки доцільності обробки деталей на КСВ.

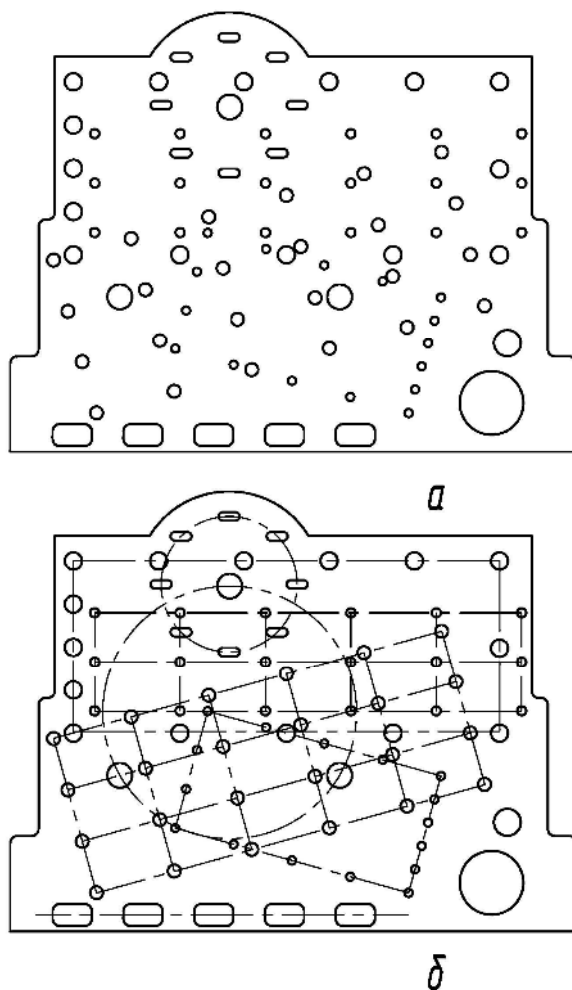


Рис. 1. Геометричний план обробки деталі:  
 а – з неупорядкованої множини поверхонь; б – з впорядкованої множини поверхонь

В самому загальному випадку математичну постановку задачі можна записати (рис. 1) таким чином: потрібно із неупорядкованої множини оброблюваних поверхонь  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_s\} \in S$  знайти  $r$  груп уніфікованих схем розміщення  $Q = (Q_1, Q_2, \dots, Q_n)$ , що реалізують відображення  $\varphi_1 : \bigcup_{i=1}^n Q_{ina_{ij_n}} \rightarrow \bigcup_{i=1}^9 \Pi_{jna_{ij_n}}$  при мінімізації затрат  $f(C)$  на собівартість виготовлення деталей, тут  $\Pi = \bigcup_{i=1}^9 \Pi_{jna_{ij=1n}}$  - множина стандартних циклів

обробки технологічного процесу виготовлення корпусних деталей на КСВ; А – множина деталей, відібраних для обробки на КСВ.

Деталі, типу плита, як правило, мають групи однакових оброблюваних поверхонь. Вихідні координати однакових оброблюваних поверхонь на геометричних планах найбільш часто розміщені у вигляді точок наступним чином:

- по прямій;
- по колу;
- по прямокутнику
- по прямокутнику, розташованому паралельно координатним осям верстата;
- по матриці;
- по матриці, розташованій паралельно координатним осям верстата.

Отже, доцільно складати програми керування і обробляти поверхні, використовуючи стандартні підпрограми і цикли. Використання стандартних циклів і програм керування КСВ з ЧПК дає можливість скорочення машинного часу і об'єму програм керування.

Приведена методика технологічної підготовки верстатів з числовим програмним керуванням. Вона базується на використанні уніфікованих циклів обробки поверхонь і послідовності циклів керування. Розроблена методика дозволяє скоротити час підготовки програм керування верстатами та зменшити машинний час.

**Список літератури:** 1. Волкевич Л.И., Сотвелдиев А.Э. Производительность станков с ЧПУ и тенденция их развития. // Сборник: Проблемы управления автоматическим оборудованием и автоматическими линиями. Тез.докл.научно-техн.конф. - Омск, 1980, с.8-12. 2. Гусев А.П. Автоматизация подготовки производства корпусных деталей, обрабатываемых на многооперационных станках. // Эффективность комплексного применения оборудования с ЧПУ и САПР в машиностроении: Тез. докл. зональной научн.-техн.конф. Курган, 1984, с. 53-55. 3. Ловыгин А.А., Васильев А.В., Кривцов С.Ю. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система.: Эльф ИПР, 2006, с.286 4. А.Б. Борисенко, С.В. Карпушкин, Р.В. Гришин Система разработки управляющих программ для станков с чпу при проектировании печатных плат // Вестник Тамбовского государственного технического университета. Научный журнал / ТГТУ. – Тамбов, 2006, – Том 12, С. 947-951 5. Островский М.С., Мнацаканян В.У., Тимирязев В.А. Программирование обработки деталей горных машин на станках с ЧПУ. – М.: Машиностроение, 2009, – 227 с.

Надійшла до редколегії 19.05.2010 р.

### **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КООРДИНАТНО-СВЕРЛИЛЬНЫХ СТАНКОВ НА БАЗЕ СТАНДАРТНЫХ ЦИКЛОВ**

**Мисковець С.В. (ЛНТУ, г.Луцк, Украина)**

**Аннотация.** Приведена методика технологічної підготовки верстатів з числовим програмним керуванням. Вона базується на використанні уніфікованих циклів обробки поверхонь і послідовності циклів керування. Розроблена методика дозволяє скоротити час підготовки програм керування верстатами та зменшити машинний час.