

О.О. Жолобов, к.т.н., проф.

О.В. Казаков, аспір.

“Білорусько-Російський університет”, м. Могильов, Білорусь

ЗАСТОСУВАННЯ 3D МОДЕЛІ ГВМ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА ЯКОСТІ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ

Розглянуто питання підвищення ефективності використання гнучких виробничих модулів (ГВМ) за рахунок комплексної структурно-параметричної оптимізації процесу токарної обробки деталей. При цьому під комплексною структурно-параметричною оптимізацією розуміється сукупність процесів визначення оптимальної за часом послідовності обробки із застосуванням оптимальних режимів різання. В роботі представлено склад етапів методики побудови тримірної математичної моделі ГВМ та особливості модульної програмної реалізації моделі в середовищі AutoCAD, що дозволяє виконувати комп'ютерне імітаційне моделювання обробки за результатами комплексної структурно-параметричної оптимізації.

Вступ. При швидкому оновленні номенклатури машин, одночасному зростанні їх складності та точності виникає необхідність оперативної перебудови виробництва. Враховуючи, що сучасне машинобудування приблизно на три чверті має середньосерійний та дрібносерійний характер виробництва, традиційні організаційно-технічні засоби стають гальмом для оновлення продукції.

Короткий історичний огляд. Для розв'язання задачі скорочення витрат часу на перебудову виробництва в 60-х роках двадцятого століття були розроблені методи групової технології. З появою мікропроцесорів, мікро-ЕОМ, верстатів з програмним керуванням, розвитком робототехніки в кінці 70-х – на початку 80-х років для цих самих цілей були створені гнучкі виробничі модулі та гнучкі виробничі системи, які у сполученні з груповою технологією обробки розв'язали задачу автоматизації дрібносерійного виробництва.

Постановка проблеми. В умовах дрібносерійного виробництва при широкій номенклатурі деталей, що виготовляються, та їх частій зміні створення та відлагодження програм, керуючих компонентами ГВМ (тактовим столом, роботом, металорізальним верстатом), пов'язані зі значними витратами часу. Причому у виробничих умовах кінцеве відлагодження програм для виконання операцій, як правило, виконується безпосередньо на ГВМ, що призводить до зниження ефективності його застосування.

З одного боку, ефективність застосування ГВМ може бути суттєво підвищена шляхом виключення або скорочення витрат часу на відлагодження керуючої комплексом програми безпосередньо на ГВМ. З іншого боку, основною складовою часу обробки деталі в ГВМ є оперативний час та для підвищення ефективності використання основного обладнання необхідно знизити витрати оперативного часу до мінімально можливої величини.

Ця проблема може бути вирішена шляхом застосування системи, що дозволяє на основі комплексної структурно-параметричної оптимізації здійснювати комп'ютерне моделювання технологічної операції, що виконується в ГВМ. Комплексна структурно-параметрична оптимізація – це сукупність процесів визначення оптимальної за часом послідовності обробки з застосуванням оптимальних режимів різання. Сутність задачі комплексної структурно-параметричної оптимізації полягає у визначенні оптимальних режимів різання для кожного елементарного переходу (рис. 1).

Мета роботи. Метою даної роботи є представлення етапів методики побудови тримірної геометричної моделі токарного ГВМ та особливостей модульної програмної реалізації математичної моделі ГВМ в середовищі AutoCAD, зокрема змісту розв'язуваних задач кожним програмним модулем, що в результаті дозволяє виконувати комп'ютерне моделювання із комплексною структурно-параметричною оптимізацією процесу роботи токарних ГВМ, яка направлена на підвищення ефективності використання останніх.

Викладення основної частини. Для реалізації системи комп'ютерного моделювання на основі комплексної структурно-параметричної оптимізації розроблена методика побудови

тримірної геометричної моделі токарного ГВМ, в якій імітаційне моделювання обробки здійснюється за результатами комплексної структурно-параметричної оптимізації.

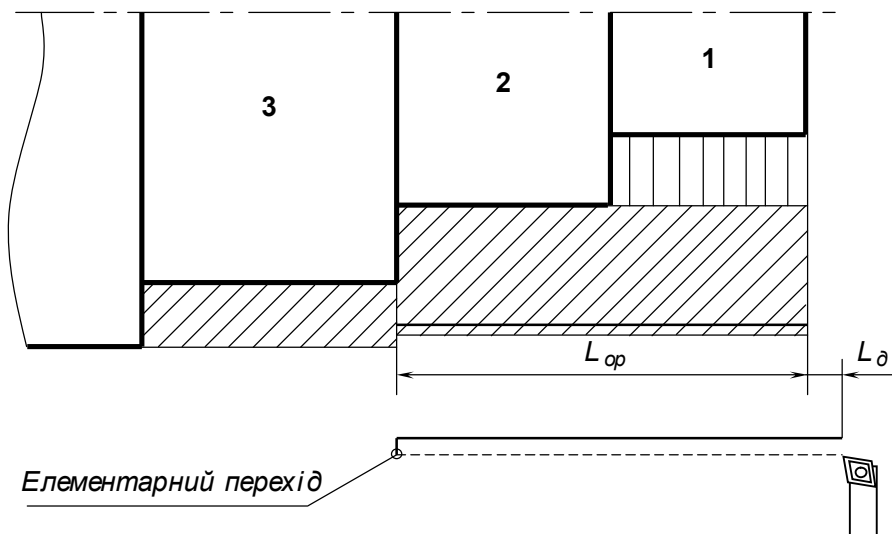


Рис. 1. Схема елементарного переходу

Створення 3D імітаційної моделі складається з етапів:

- декомпозиція ГВМ на вузли, що виконують певні елементи технологічної операції;
- синтез 3D геометричних моделей окремих вузлів ГВМ у відповідності до їх реальних розмірів у власних системах координат;
- синтез 3D геометричної моделі ГВМ в базовій системі координат на основі 3D моделей окремих компонентів та вузлів;
- створення лінгвістичного та програмного забезпечення для керування переміщенням виконавчих органів ГВМ в тримірному просторі із заданими швидкостями в реальному масштабі часу.

Розроблена за даною методикою в середовищі системи AutoCAD імітаційна модель ГВМ (рис. 2) дозволяє виконувати відлагодження програми роботи модуля поза верстатом, виявити можливі аварійні ситуації та неточності, які можуть виникнути в процесі встановлення заготовки на верстат та виконання операції (рис. 3). Одночасно з відлагодженням програми можлива побудова циклограми роботи ГВМ, нормування токарної операції та визначення завантаження ГВМ.

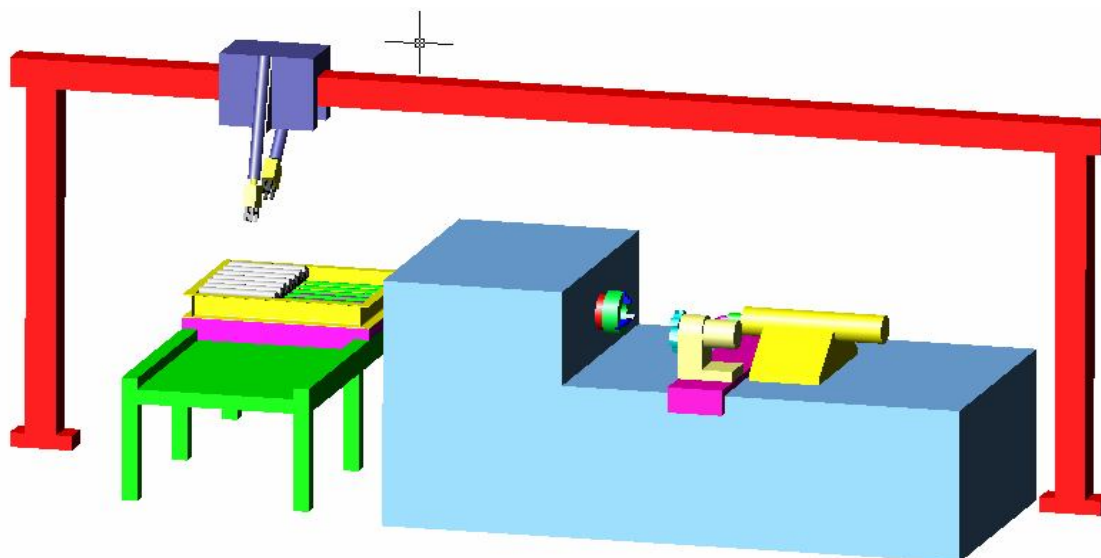


Рис. 2. Тривимірна геометрична модель ГВМ

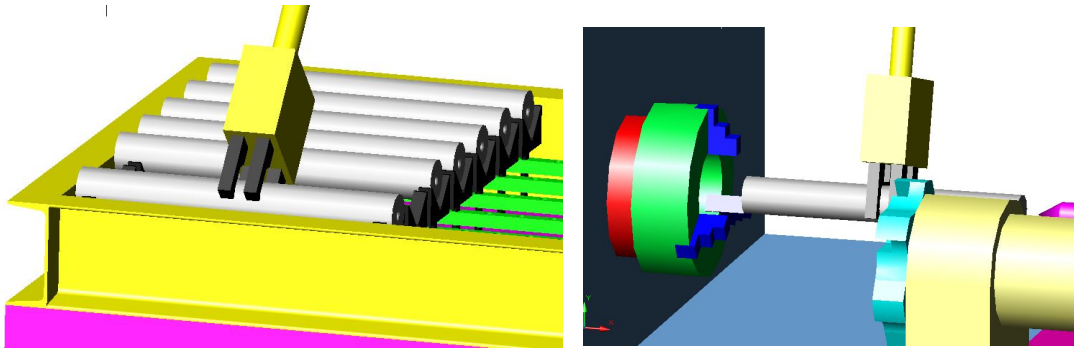


Рис. 3. Фази виконання циклограми роботи ГВМ – завантаження заготовки в касету та завантаження робочої зони верстата

В результаті розробки системи створені програмні модулі, які розв'язують наступні задачі:

- класифікацію типових поверхонь та реалізацію графічного представлення цих поверхонь програмним модулем проектних процедур;

- створення файлу оптимізації. На етапі проектування технологічного процесу необхідно мати відомості про розміри поверхонь, що складають вал, та вимоги, що до них висуваються. Створення такого файлу в ручному режимі є складною задачею, оскільки технологу необхідно вводити великий об'єм інформації, при цьому зберігаючи правильну структуру файлу. В такому випадку неминучі витрати часу як на редагування файлу, так і на набір тексту. Програмний модуль не тільки дозволяє автоматично створити файл оптимізації на етапі конструювання креслення деталі, але й знижує витрати часу на створення робочого креслення на основі застосування модуля процедур реалізації графічного представлення типових поверхонь (рис. 4);

- визначення числа можливих варіантів розділення загального припуску на елементарні припуски. Для цього модуля розроблена методика розділення загального припуску на всі можливі варіанти комбінацій елементарних припусків, яка використовує методи теорії графів;

- розрахунок оперативного часу. На основі визначення числа можливих варіантів розділення загального припуску на елементарні припуски виконується розрахунок часу, що витрачається на видалення кожного припуску окремо та на всю деталь в цілому;

- розрахунок сил різання в залежності від матеріалу, геометрії інструмента, режимів різання, а також від властивостей матеріалу, що обробляється.

Однією з головних задач технології є забезпечення якості продукції, що випускається. Ефективне використання обладнання, разом з прогнозуванням та забезпеченням якості виготовлення поверхонь деталей на етапах проектування та виконання технологічних процесів механічної обробки, дозволить підвищити показники якості виробів, що випускаються.

При токарній обробці по мірі видалення припуску та просування різця від задньої бабки до шпиндельного вузла верстата змінюються жорсткість та деформація заготовки, величина пружної деформації передньої та задньої бабок. В результаті отримується деталь зі змінним діаметром, а також з похибками в поздовжньому перерізі. При несприятливих умовах величина даної похибки може перевищити допуск на розмір деталі. Тому найбільш оптимальний варіант послідовності видалення припуску може виявитися найнеудалішим з точки зору точності поверхонь.

Для оцінки похибок обробки від деформації технологічної системи була створена математична модель, яка дозволила виявити та оцінити вплив деформації заготовки, інструмента, задньої та передньої бабок верстата на точність та форму оброблюваних поверхонь ступінчастого вала.

В створеній математичній моделі були враховані наступні параметри:

- відхилення від округлості (овальність) та похибки профілю поздовжнього перерізу (конусність) вихідної заготовки;

- зміщення центровочних гнізд заготовки (при обробці в центрах);

- вихідна шорсткість поверхні заготовки;

- похибка базування заготовки в патроні;
- зміщення осі задньої бабки;
- піддатливість шпindelного вузла;
- піддатливість задньої бабки;
- жорсткість інструмента;
- пружна деформація заготовки.

При розробці моделі були зроблені деякі допущення:

- матеріал поверхні заготовки має однорідну структуру та рівномірну твердість;
- при оцінці величини рівнодіючої сили різання не враховується сила P_x через її несуттєвий вплив на точність обробки;
- шпindelний вузол та задня бабка мають однакову величину жорсткості в напрямку осей Y та Z .

На основі математичної моделі розроблений модуль для оцінки якості оброблених поверхонь.

Висновки.

1. Підвищення ефективності використання основного обладнання в рамках токарних ГВМ може бути досягнуто шляхом застосування системи, що дозволяє на основі комплексної структурно-параметричної оптимізації здійснювати комп'ютерне моделювання технологічних операцій, що виконуються в ГВМ. Комплексна структурно-параметрична оптимізація змістовно полягає у визначенні оптимальних режимів різання для кожного елементарного переходу.

2. Для реалізації системи комп'ютерного моделювання на основі комплексної структурно-параметричної оптимізації розроблена методика побудови тримірної геометричної моделі токарного ГВМ, в якій імітаційне моделювання обробки здійснюється за результатами комплексної структурно-параметричної оптимізації.

3. В статті представлено склад етапів методики побудови 3D моделі токарного ГВМ, що дозволяє виконувати імітаційне моделювання процесу точіння деталей в реальному масштабі часу.

4. Розроблена за викладеною методикою в середовищі системи AutoCAD імітаційна модель ГВМ дозволяє виконувати відлагодження програми роботи модуля поза верстатом, виявити можливі аварійні ситуації та неточності, які можуть виникнути в процесі встановлення заготовки на верстат та виконання операції. Одночасно з відлагодженням програми можлива побудова циклограми роботи ГВМ, нормування токарної операції та визначення завантаження ГВМ. Створена з метою оцінки похибок обробки від деформації технологічної системи математична модель дозволила виявити та оцінити вплив деформації заготовки, інструмента, задньої та передньої бабок верстата на точність та форму оброблених поверхонь ступінчастого вала.

5. В статті наведено склад задач, що розв'язуються програмними модулями математичної моделі, склад параметрів, що враховані в моделі, а також перелік допущень, прийнятих при розробці моделі.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Гжиров Р.И., Серебrenицкий П.П. Программирование обработки на станках с ЧПУ: Справочник. – Л.: Машиностроение, Ленингр., отд-е, 1990. – 588 с.
2. Жолобов А.А. Технология автоматизированного производства: Учебник для ВУЗов. – Мн.: Дизайн ПРО, 2000. – 624 с.
3. Конструкция и наладка станков с программным управлением и роботизированных комплексов / Л.Н. Грачев, В.Л. Косовский, А.Н. Кавтов и др. – М.: Высш.шк., 1989. – 271 с.
4. Обработка металлов резаньем: Справочник технолога / А.А. Понов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм, и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1989. – 736 с.
5. Проектирование технологических процессов в машиностроении: Учебное пособие для вузов / И.П. Филонов, Т.Я. Беляев, Л.М. Кожуро и др.; Под общ. ред. И.П. Филонова; +CD. – Мн.: УП «Технопринт», 2003. – 910 с.

6. Станочное оборудование гибких производственных систем: Справочное пособие / Е.С. Пухавский, А.Б. Купарин, И.В. Вовченко, Г.С. Грачев. – К.: Техника, 1990. – 175 с.
7. Технологическое оборудование ГПС / О.М. Аверьянов, А.И. Дащенко, А.А. Лескин и др.; Под общ. ред. А.И. Федатова и О.Н. Миляева. – Л.: Политехника, 1991. – 320 с.

ЖОЛОБОВ Олександр Олексійович – кандидат технічних наук, професор, проректор з навчальної роботи ГУВПО «Білорусько-Російський університет».

Наукові інтереси:

- гнучке автоматизоване виробництво;
- підвищення якості та продуктивності механообробки.

Адреса: 212029, м. Могильов, вул. Встречная, д. 14. Тел. 25-63-97.

КАЗАКОВ Олексій Володимирович – аспірант ГУВПО «Білорусько-Російський університет».

Наукові інтереси:

- застосування сучасних комп'ютерних технологій для автоматизації технологічних процесів;
- тримірне математичне моделювання технологічних процесів механообробки.

Адреса: 212004 м. Могильов, пр-т. Вітебський, д. 41, кв. 38. Тел. 46-60-77.

Подано 25.11.2006

Жолобов А.А., Казаков А.В. Применение 3D модели ГПМ для повышения производительности и качества механической обработки.

Жолобов О.О., Казаков О.В. Застосування 3D моделі ГВМ для підвищення продуктивності та якості механічної обробки.

Zholobov A.A., Kazakov A.V. The usage of Flexible Manufacturing Modules 3D model for productivity machining quality increase.

УДК 658.512.011

Применение 3D модели ГПМ для повышения производительности и качества механической обработки / А.А. Жолобов, А.В. Казаков

Рассмотрено вопрос повышения эффективности использования гибких производственных модулей (ГПМ) за счет комплексной структурно-параметрической оптимизации процесса токарной обработки деталей. При этом под комплексной структурно-параметрической оптимизацией процесса понимается совокупность процессов определения оптимальной по времени последовательности обработки с применением оптимальных режимов резания. В работе представлено состав этапов методики построения трехмерной математической модели ГПМ и особенности модульной программной реализации модели в среде AutoCAD, что позволяет выполнять компьютерное имитационное моделирование обработки по результатам комплексной структурно-параметрической оптимизации.

УДК 658.512.011

Застосування 3D моделі ГВМ для підвищення продуктивності та якості механічної обробки / О.О. Жолобов, О.В. Казаков

Розглянуто питання підвищення ефективності використання гнучких виробничих модулів (ГВМ) за рахунок комплексної структурно-параметричної оптимізації процесу токарної обробки деталей. При цьому під комплексною структурно-параметричною оптимізацією розуміється сукупність процесів визначення оптимальної за часом послідовності обробки з застосуванням оптимальних режимів різання. В роботі представлено склад етапів методики побудови тримірної математичної моделі ГВМ та особливості модульної програмної реалізації моделі в середовищі AutoCAD, що дозволяє виконувати комп'ютерне імітаційне моделювання обробки за результатами комплексної структурно-параметричної оптимізації.

УДК 658.512.011

The usage of Flexible Manufacturing Modules 3D model for productivity machining quality increase / Zholobov A.A., Kazakov A.V.

The question of Flexible Manufacturing Modules (FMM) usage efficiency increase due to complex structurally-parametrical optimization of work-part turning processing is considered. At the same time the complex structurally-parametrical optimization is understood as the aggregate of actions directed to processing sequence determination, optimal by the time, with the optimal cutting modes usage. The set of FMM 3D model building methodic stages and the features of modular software realization of the model in the AutoCAD environment are given in this work. The model software realization allows fulfilling the computer simulation of processing on the results of the complex structurally-parametrical optimization.